Handbuch der Steinindustrie.

HANDBUCH
DER
STEININDUSTRIE

Unter Mitwirkung von

Dr. C. Gäbert, Königl. Sektionsgeologe a. D., Ingenieur **A. Spielmann** und Bergrat **Professor Dr. A. Steuer,** Grossherzogl. Landesgeologe

herausgegeben von

KARL WEISS

In zwei Teilen

Mit 656 Abbildungen.

ERSTER BAND:

Die nutzbaren Gesteinsvorkommen Deutschlands.

Verwitterung der Gesteine. — Steinerhaltung und Steinerhaltungsmittel. – Gesteinsbezeichnungen in der Praxis.

ZWEITER BAND:

Technik der Steingewinnung u. Steinverarbeitung

einschliesslich Prüfung der Gesteine und einer Uebersicht über die rechtlichen, versicherungstechnischen und wirtschaftlichen Verhältnisse der Steinindustrie.

1915

Union Deutsche Verlagsgesellschaft

Zweigniederlassung Berlin

DIE NUTZBAREN GESTEINSVORKOMMEN DEUTSCHLANDS.

Verwitterung und Erhaltung der Gesteine.

Herausgegeben und bearbeitet von

Dr. C. Gäbert, Königl. Sektionsgeologe a. D., Bergrat

Prof. Dr. A. Steuer, Großherz. Landesgeologe und

Karl Weiss

UNTER MITWIRKUNG VON

Dr. O. Barsch, Kgl. Geologe, Berlin – Dr. Bärtling, Kgl. Geologe, Berlin – Dr. Johannes Behr, Kgl. Bezirksgeologe, Berlin – Dr. M. Bräuhäuser, Kgl. Geologe, Stuttgart – Geh. Bergrat Prof. Dr. K. Busz, Münster i. W. – Prof. Dr. H. Bücking, Strassburg – Prof. Dr. C. Gagel, Königl. Landesgeologe, Berlin – Geh. Hofrat Prof. Dr. F. E. Geinitz, Rostock – A. Goetting, München. Kaiserl. Rechnungsrat Dr. phil. nat. D. Häberle, Heidelberg – Dr. Hess von Wichdorff, Königl. Bezirksgeologe, Berlin – Prof. Dr. W. Hoyer, Hannover – Professor Dr. E. Kaiser, Giessen – Bergrat Prof. Dr. G. Klemm, Grossherzogl. Landesgeologe, Darmstadt. Cand. geol. W. Klüpfel, Strassburg – Geh. Bergrat Prof. Dr. A. Leppla, Königl. Landesgeologe, Berlin – Dr. H. Menzel, Königl. Bezirksgeologe, Berlin – Dr. E Meyer, Königl. Bezirksgeologe, Berlin – Geh. Hofrat Prof. Dr. Oebbecke, München. Dr. C. Schnarrenberger, Grossherzogl. Landesgeologe, Freiburg i. B. – Bergrat Dr. W. Schottler, Grossherzogl. Landesgeologe, Darmstadt – Baurat Heinrich Wagner, Darmstadt. – Dr. W Wagner, Geologe, Strassburg – Prof. Dr. M. Weber, München.

MIT 125 ABBILDUNGEN.

1915

Union Deutsche Verlagsgesellschaft

Zweigniederlassung Berlin.

Druck: HERMANN KLOKOW
Berlin S. 14, Alexandrinenstr. 77

VORWORT

Der Bedarf an Natursteinen und ihre Verwendung im Hoch- und Tiefbau hat in den letzten Jahrzehnten in Deutschland eine starke Steigerung erfahren. Das war die natürliche Folge der erhöhten Bautätigkeit, die durch die grosse Bevölkerungszunahme, die gewaltige Entwicklung des Verkehrs und durch die mit der Vermehrung des Wohlstandes beständig sich erweiternden Ansprüche an Zweckmässigkeit, Hygiene, Bequemlichkeit und Formschönheit hervorgerufen worden ist. Leider ist jedoch die Steigerung des Gesteinsbedarfes nicht in dem erwünschten, möglichst vollen Umfange der einheimischen Industrie zugute gekommen; im Gegenteil ist der Bezug aus dem Auslande in ganz unverhältnismässiger und gegenüber dem deutschen Material und seinem Abbau auch unberechtigter Weise gestiegen.

Es gibt gewiss eine ganze Reihe von Gründen, die diese für die deutsche Steinindustrie ungünstige Entwicklung bedingt haben. Dazu gehören die steigende Verwendung von Kunststeinen und des Eisenbetons, vor allen Dingen aber auch die Zollfreiheit, die das ausländische Material geniesst und die gerade für dieses ausserordentlich günstigen Transportverhältnisse, die eine Ausnutzung der deutschen Wasserstrassen ohne jeden Eisenbahntransport gestatten, viel besser als es bei den meisten einheimischen Gesteinen möglich ist. Diese Vorteile allein würden aber wohl den grossen Erfolg nicht zustande gebracht haben, wenn nicht noch andere Umstände unterstützend dazu gekommen wären, von denen wir zwei besonders hervorheben wollen, weil die aus ihnen entstehenden Nachteile nach unserer Meinung mit gutem Willen und einigem Nachdruck sehr wohl abgestellt und in das Gegenteil umgewandelt werden können.

Ganz zweifellos hat es auf die Entwicklung der deutschen Steinbruchsindustrie nachhaltig hemmend eingewirkt und wird das auch weiter tun, wenn keine Gegenarbeit einsetzt, dass in weiten Kreisen der deutschen Verbraucher, wie wir leider sagen müssen, eine gewisse Unkenntnis verbreitet ist von dem überaus mächtigen Vorhandensein und von der Güte der Gesteine, die in unseren deutschen Mittelgebirgen anstehen, die für jeden Zweck geeignetes und bauwürdiges Material bergen, auch solches, das in seinem Aussehen nach Struktur und Farbe den höchsten Ansprüchen auf Schönheit genügt.

Diese Unkenntnis wird nicht zum geringsten Teile mit dadurch hervorgerufen und unterhalten, dass in unseren Schulen, hauptsächlich den Anstalten aller Art, in denen die jungen Techniker für den Hoch- und Tiefbau herangebildet werden, dem Unterricht in der Gesteinskunde kein genügender Platz eingeräumt ist. Wohl wird in ihnen allen Baumaterialienkunde unterrichtet, diese erstreckt sich aber nur zu einem geringen Teil auf die natürlichen Bausteine. Von letzteren kann nur das notwendigste mitgeteilt werden, wie es von alters her geschehen ist, es wird nur die Kenntnis einiger landläufiger, von jeher verwendeter Gesteinsarten ver-

mittelt, denen vielleicht noch einige angeschlossen werden, die gerade die Mode beherrschen. Am schlimmsten steht es dabei um die im Strassenbau verwendeten Gesteine, zu deren Beurteilung bei der Schwierigkeit der Untersuchung tiefere Kenntnis und Erfahrung notwendig sind.

Auf unseren Hochschulen liegen allerdings die Verhältnisse günstiger. Da wird Gesteinsunterricht im Anschluss an die Allgemeine Geologie von Fachleuten erteilt. Daneben entwickelt sich immer mehr und mehr die Kenntnis in der Materialprüfung, so dass die Studierenden auch in die wichtigen Forschungen eingeführt werden, die von den Materialprüfungsanstalten geleistet werden, die zweifellos für die einheimische Industrie einen fördernden Einfluss ausgeübt haben.

Allein auch da besteht ein Nachteil, der sich darin äussert, dass für die Studierenden des Hochbaues auf vielen Hochschulen die praktische Gesteinskunde nicht zu den vorgeschriebenen Vorlesungen gehört, infolgedessen in der Regel auch nicht besucht wird. Kommen die Herren dann in die Praxis, so haben sie nicht immer nur mit künstlerischen Entwürfen zu tun. Wohl alle mittleren und kleineren Städte können nur einen Baubeamten anstellen, der alle Bauten leiten muss, auch den Strassenbau. Da die Aufgaben des Hochbaues wohl meistens überwiegen, so werden in der Regel die Stadtbaumeisterstellen ganz naturgemäss gerade von Architekten versehen.

Die Auswahl der Steine bietet oft genug grosse Schwierigkeiten, die noch dadurch erhöht werden, dass bei den hohen Kosten der Strassenunterhaltung eine grosse Verantwortung damit verbunden ist. Der die Wahl treffende Beamte wird also, wie es seine Pflicht ist, sehr vorsichtig sein, und wenn ihm selbst die Kenntnisse, das Gestein sicher zu beurteilen, abgehen, wird er nur solches auswählen, das er zufällig kennt, oder das ihm besonders warm empfohlen wird.

Diese Umstände haben sich die sehr kapitalkräftigen ausländischen Steinbruchsunternehmer in geschickter Weise zunutze gemacht, indem sie mit einer mächtigen Propaganda eingesetzt haben. Sie haben es mit grossem Geschick verstanden, durch eifrige Angebote und durch zahlreiche Artikel und Aufsätze in der technischen Literatur, namentlich in den Zeitschriften die deutsche Bauwelt von der angeblich besonderen Güte ihres Materials zu überzeugen, so dass sich in weiten Kreisen geradezu die Ansicht eingebürgert hat, gute Pflastersteine könnten überhaupt nur aus dem Auslande, besonders aus Schweden, bezogen werden.

Dieses, wie wir wiederholen, durchaus unberechtigte Vorurteil im Verein mit den günstigen Transportbedingungen hat der deutschen Natursteinindustrie schweren Schaden zugefügt. Man vergleiche nur einmal die mächtigen Zahlen in den Handelsberichten über die Einfuhr nach Deutschland! Dabei sind es nicht etwa nur die wenigen an Natursteinen armen, an die Nord- und Ostsee angrenzenden deutschen Staaten und preussischen Provinzen, die vom Auslande versorgt werden, die fremden Steine gelangen sogar bis in das Gebiet der deutschen Mittelgebirge hinein, bis in das Herz der deutschen Gesteinsindustrie, soweit eben die schiffbaren Wasserstrassen reichen. Es sind auch nicht nur Strassenbaumaterialien, die eingeführt werden, nein — von Sand- und Kalksteinen für den Rohbau abgesehen — in weitestem Umfange auch alle edleren Gesteine für den Hochbau, zur Denkmalskunst, zur Innendekoration usw.

Gegen diesen Zustand hat seit einigen Jahren, veranlasst durch die heftigen Beschwerden der Deutschen Steinbruchindustriellen, die Gegenarbeit eingesetzt. Es haben sich an ihr die Geologischen Landesanstalten, die Materialprüfungsanstalten, die Hochschulen und andere öffentliche und private Aemter sowie die Fachzeitschriften, in deren Arbeitsbereich die Vertretung der Interessen der deutschen Natursteinindustrie fällt, beteiligt. Vor allen Dingen schien es notwendig, den deutschen Verbrauchern die Verbreitung und Entwicklung der einheimischen Industrie und die Güte des Materials von neuem vor Augen zu führen. Die Fachzeitschrift „Der Steinbruch" unternahm es infolgedessen, in einer Anzahl von Sonderaufsätzen gewissermassen die Aufstellung einer Inventur der Vorräte und ihrer Güte anzubahnen, indem sie Sondernummern über einzelne Landesteile und einzelne Zweige der Steinbruchsindustrie veranstaltete.

Dieser Gedanke wurde weiter verfolgt durch die Herausgeber des vorliegenden Werkes. Sie unternahmen es in Verbindung mit einer grösseren Reihe von Mitarbeitern, namentlich staatlichen Geologen und Hochschullehrern, die die behandelten Gebiete meist auf Grund eigener geologischer Aufnahmen und Untersuchungen und durch innige Berührung mit den Steinbruchbetrieben aufs gründlichste kennen, die nutzbaren deutschen Steinvorkommen und die auf ihnen arbeitende Industrie in übersichtlicher Gesamtdarstellung zu behandeln. Ohne solche Verteilung der Aufgabe wäre es nicht möglich gewesen, über das weite Gebiet des Deutschen Reiches eine auch nur einigermassen vollständige Uebersicht zu erlangen und die neuesten petrographischen und geologisch-technischen Forschungen zum Ausdruck zu bringen.

Es liegt in der Natur der Sache, dass, obwohl von den Herausgebern für die Bearbeitung bestimmte Richtlinien gegeben waren, die äussere Behandlung des Stoffes mannigfache Unterschiede aufweist, die durch die Eigenart der einzelnen geographisch abgegrenzten Gebiete bedingt sind. So wurde der Zusammenhang der Steinvorkommen mit der Industrie in einzelnen Kapiteln mehr betont als in anderen. In allen Darstellungen finden sich jedoch Bemerkungen über die allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnisse der betreffenden Steinbruch- und Landesgebiete, sowie kurze Angaben über Transportverhältnisse. Wo für die Gruppierung keine anderen Gründe vorlagen, erfolgte diese in der Regel nach petrographischen Gesichtspunkten. Ferner ist, wo es irgend zweckmässig erschien, auf die Verwendungsmöglichkeiten der Gesteine hingewiesen. Der Darstellung wurden, soweit möglich, alle im Tagebau oder Grubenbau geförderten Steinvorkommen mit Ausschluss von Kohle, Erz, Kali, Salz, Ton und Lehm unterworfen. Kies- und Mergellager sind in eingehenderer Weise nur da berücksichtigt worden, wo sie der Steinindustrie vorherrschend ihr Gepräge geben. Wo gewisse charakteristische Eigenschaften eines Gesteins eine besondere Industrie haben entstehen lassen, ist sie entsprechend erwähnt oder geschildert worden.

Zur Erläuterung der Beschreibungen wurde für zahlreiche Abbildungen, Zeichnungen, Karten, Photographien usw. Raum gegeben. Ebenso wurde auf die ältere und spezielle Literatur verwiesen. Sollte hier und da ein Gesteinvorkommen nicht oder nur kurz erwähnt sein, das vielleicht auch eine ausführlichere Darstellung verdient hätte, so wolle man bedenken, dass bei der unge-

heuren Fülle des Stoffes und in Rücksicht auf den Preis des Werkes Grenzen gezogen werden mussten.

Ein besonderer Abschnitt des Werkes behandelt die Verwitterung der Gesteine und ein weiterer die Steinerhaltung. Sie enthalten Untersuchungsresultate über Zerstörungsvorgänge und die Angabe von Vorbeugungsmassregeln, die namentlich bei zu Monumentalbauten verwendeten Gesteinen lokal eine grosse Rolle spielen und die in vieler Hinsicht Aufklärung und Belehrung, namentlich über die richtige Verwendungsart gewisser Gesteine bringen dürften.

Endlich ist den in der Praxis üblichen Benennungen deutscher Gesteine, die sich vielfach nicht mit den wissenschaftlich-petrographischen Bezeichnungen decken, ein besonderes Kapitel gewidmet, das voraussichtlich später noch zu ergänzen sein wird.

Ein zweiter, in sich abgeschlossener und besonderer Teil dieses Handbuchs ist der Technik der Steingewinnung und Steinverarbeitung sowie den Rechtsverhältnissen, den sozialgesetzlichen und wirtschaftlichen Verhältnissen der Steinindustrie gewidmet. Ueber den Inhalt dieses Teiles sei auf das besondere Vorwort verwiesen.

Die Redaktion des Werkes hält es noch für ihre Pflicht, neben den verschiedenen Herren Mitarbeitern den zahlreichen mit der Steinindustrie in Beziehung stehenden Firmen und Persönlichkeiten für ihre in weitestgehendem Masse erteilten Auskünfte an dieser Stelle zu danken.

Nicht zuletzt sei auch dem Verlage selbst, der mit verständnisvollem Entgegenkommen dem Werke und seiner Ausstattung im Interesse der Steinindustrie eine über das übliche Maass hinausgehende finanzielle Fundierung zuteil werden liess, Dank ausgesprochen.

Möge das vorliegende Handbuch seinen Zweck erfüllen: die Kenntnis der natürlichen deutschen Bausteine zu erweitern und zu vertiefen, die da und dort noch herrschenden Vorurteile gegen deutsche Gesteine zu bekämpfen und möge es die hohe Leistungs- und Konkurrenzfähigkeit der heimischen Steinindustrie für alle Interessenten klarlegen.

C. Gäbert. A. Steuer. K. Weiss.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

I. Die nutzbaren Gesteinsvorkommen Deutschlands, geographisch und nach Bruchgebieten geordnet.

II. Verwitterung und Erhaltung der Gesteine.

III. In der Steinindustrie gebräuchliche Bezeichnungen deutscher Gesteine

nebst kurzen geologischen und petrographischen Erläuterungen.

EINLEITUNG

Ueber die Bildungsweise der Gesteine.

Von Dr. C. Gäbert, Königl. Sektionsgeologe a. D., Leipzig.

Wenn im Nachfolgenden ein gedrängter Ueberblick über die Bildungsweise der Gesteine gegeben werden soll, so kann sich dies in Hinblick auf den Zweck des vorliegenden Handbuches in der Hauptsache nur auf diejenigen Gesteine erstrecken, die technisch nutzbar gemacht und speziell auf solche, die durch Steinbruchsbetrieb gewonnen werden. Es scheidet also die grosse Menge klastischer, noch nicht verfestigter Bildungen aus, die von der Zerstörung fester, anstehender Gesteine und deren mechanischer Wiederablagerung herrühren, z. B. Flussschotter, Schuttkegel, Lehm- und Sandmassen, Dünen usw.

Es sind zwei grosse Bildungsvorgänge, denen die Welt der Gesteine ihr Dasein verdankt und die sich noch fortgesetzt unter unseren Augen vollziehen:

1. derjenige Vorgang, bei welchem Gesteine durch das Wasser oder doch unter Mitwirkung desselben gebildet werden: Sedimentgesteine,
2. derjenige, bei welchem das Material für die Gesteine durch vulkanische Kräfte aus tieferen Teilen der Erdkruste heraufgebracht wird: Eruptivgesteine.

1. Die Sedimentgesteine, die den weitaus grössten Teil aller Gesteinsbildungen einnehmen, können auf sehr verschiedene Weise entstanden sein. — Ein Teil stellt lediglich den Absatz feiner, im Wasser schwebender oder von diesem fortbewegter Sinkstoffe (feinste Ton- und Sandpartikel) dar, ein anderer Teil wird von stärker bewegtem Wasser (z. B. von Flüssen oder von der Brandung des Meeres) in Gestalt von Kies, Sand oder groben Geröllen angehäuft, ein kleiner Teil endlich auch vom Winde abgelagert. Häufig werden von den niedersinkenden Stoffen organische Reste (Tiere oder Pflanzen) eingehüllt, die nachmals als „Versteinerungen" erscheinen und ein untrügliches Zeichen für die sedimentäre Bildungsweise des betreffenden Gesteinskomplexes sind.

Werden solche mechanische, schon seit Urzeiten vor sich gehende Ablagerungen im Laufe der Zeit verfestigt — durch gewisse Vorgänge, von denen weiter unten die Rede ist — so entstehen sehr mannigfaltige Gesteine, die weite Teile der Erdkruste aufbauen. Selbstverständlich muss das Ausgangsmaterial der Sedimentgesteine selbst wieder von präexistierenden Gesteinen herrühren, die der Zerstörung durch Verwitterung und Abtragung anheimgefallen und die letzten Endes einmal auf irgendeine Weise, sei es durch vulkanische Kräfte oder Absatz im Meere, an die Erdoberfläche gelangt oder gar bei der Bildung der ersten Erstarrungskruste des Erdballs beteiligt gewesen sind.

Von der gleichen Bedeutung für die Entstehung der Gesteine sind chemische, bzw. chemisch-physikalische Vorgänge im Wasser. Alles Wasser, welches auf oder unter der Erdoberfläche auftritt, enthält Stoffe in sich gelöst, die es unter geeigneten Umständen ganz oder teilweise wieder absetzt. Als einfaches und häufig zu beobachtendes Beispiel sei an die Absätze von Kalktuff erinnert, die dort entstehen, wo der im Wasser gelöste kohlensaure Kalk ausgefällt wird, und zwar hauptsächlich infolge Entweichens der Kohlensäure aus dem bewegten Wasser, häufig auch unter gleichzeitiger Mitwirkung von Algen, Moosen etc. Auch die Absätze von Raseneisenstein (aus eisenhaltigen Quellen oder Grundwasser) oder von Kieselsinter aus heissen Quellen sind Beispiele hierfür.

Alle diese von Quellen geschaffenen Sedimente spielen jedoch eine unbedeutende Rolle gegenüber den durch chemische und chemisch-physikalische Vorgänge im Meere oder in Seen veranlassten Ablagerungen. Hier sind es vor allem Kalkschlamm und Tone, aus denen die mannigfache Reihe der reinen sowie tonigen Kalksteine (Mergel) hervorgeht. Endlich bilden sich durch Eindampfen von Meerwasser in abgeschnürten Meeresbuchten oder in flachen Binnenseen Anhydrit (Gips) und Salze, die lokal ebenfalls gewaltige Lagerstätten bilden.

Endlich wirkt auch tierisches und pflanzliches Leben (zoogene und phytogene Ablagerungen) am Aufbau des sedimentären Anteils der Erdkruste mit. Hauptsächlich sind es Korallen, Kalkschwämme, Foraminiferen und Muscheln sowie niedere, teilweise mikroskopische Lebewesen, welche gesteinsbildend auftreten und ganz bedeutende Kalklager und -stöcke (von den ältesten geologischen Zeiten bis in die Gegenwart) aufgebaut haben. Es gehören z. B. hierher die silurischen Kalksteine Gotlands, die devonischen Korallenkalke (Eifel, „Eifelmarmor", Iberg im Harz), die karbonischen Korallenkalke Belgiens (belgischer Marmor), die zahlreichen Riffkalke der Juraformation, die Schrattenkalke der alpinen Kreideformation, die Kreidekalke (Rügen, Südengland), die Nummulitenkalksteine der Mittelmeergebiete.

Zu den sedimentären Ablagerungen können auch die Tuffe gerechnet werden, welche als feinzerstäubte Lava aus Vulkanschloten ausgeblasen und, meist unter Mitwirkung des Windes, teils auf dem Lande, teils im Wasser abgelagert werden (z. B. Diabas-, Porphyr-, Basalt-, Trachyt-, Phonolithtuffe) und welche, wie die lediglich durch das Wasser verursachten Niederschläge, häufig ausgezeichnete Bankung und Schichtung aufweisen, lokal sogar wohlerhaltene Ueberreste der bei ihrem Niederfallen eingehüllten Pflanzen- und Tierwelt beherbergen (z. B. Blattabdrücke, Baumstämme, „versteinerte Wälder", Fisch- und Muschelreste, Korallen u. a. m.).

Von grösster Bedeutung bei dem Niederschlag der Sedimente ist die Erscheinung, dass das zur Sedimentation gelangende Material bezüglich seiner Zusammensetzung periodischen Schwankungen unterworfen ist, z. B. können zuerst Sande, auf diesen Tone, alsdann wieder Sande und endlich Gerölle abgesetzt werden. Hieraus ergibt sich der mannigfache Wechsel sowie das schicht- oder bankartige Absetzen der später daraus entstehenden Sandsteine, Tonschiefer und Konglomerate. Aber selbst bei scheinbar ganz homogenen Ablagerungen vollziehen sich (infolge Wechsels des Ursprungsmaterials, zeitweisen Aussetzens des Niederschlags, Verschiedenheit der Wasserbewegung usw.) kaum merkliche Wechsel in der Sedimentation. So kann z. B. die Korngrösse des Sandes oder dessen Ton- oder Glimmergehalt ganz geringen Schwankungen unterworfen sein. Diese dem Auge oft kaum sichtbaren, feinsten Differenzierungen sind von grösster technischer Bedeutung, denn sie werden die Ursache für eine, wenn auch ganz versteckte schichtige Struktur des Gesteins wie

auch für die Ablösungsebenen, nach denen sich anscheinend massige Gesteine oftmals so ausgezeichnet spalten lassen.

2. In scharfem Gegensatz zu den sedimentären Bildungen stehen die Eruptivgesteine, die die Erstarrungsprodukte aus unbekannten Tiefen aufgestiegener Schmelzflüsse (Magma) darstellen und die uns an der Erdoberfläche als Lava und Tuff entgegentreten. Der Tuff ist, wie bereits erwähnt, das bei der Eruption der Lava durch Gase und Wasserdampf zerspratzte Magma, das als emporgeschleuderte „Asche" bis zu Staubfeinheit zerblasen werden kann und, zu Boden fallend, Ablagerungen bildet, die im allgemeinen den echten sedimentogenen Bildungen entsprechen, weshalb hierüber bereits oben das Nähere gesagt wurde. Von den Laven, also ursprünglich schmelzflüssigen Gesteinen, seien nur genannt die sehr zahlreichen Vorkommen von Porphyrit, Pechstein, Quarzporphyr, Melaphyr, Diabas, Basalt, Phonolith, Trachyt, Andesit.

Als Folge der Bildungsweise aus Schmelzflüssen weisen ferner die vulkanischen Laven niemals klastische, aus der Zerstörung anderer Gesteine herrührende Bestandteile auf, sondern alle ihre Mineralelemente sind authigen, d. h. da entstanden, wo wir sie jetzt noch finden. Selbstverständlich beherbergen die vulkanischen Laven niemals fossile organische Reste.

Hinsichtlich ihrer Mineralstruktur sind die Laven teils richtungslos kristallinisch-körnig, teils porphyrisch (z. B. manche Diabase und Quarzporphyre), teils mikrokristallin (z. B. Felsit, Basalt), teils glasig erstarrt (wenn sehr rasch an der Erdoberfläche erkaltet, z. B. Pechstein, Obsidian). Auch schlackige, blasige Struktur — bei ursprünglich sehr gasreichem Magma, aus dem während der Festwerdung grosse Gasmengen entwichen sind — sowie Mandelsteinstruktur — wenn die Hohlräume später allmählich wieder ausgefüllt wurden — kommen häufig vor.

Die für die technische Ausnutzung vulkanischer Gesteine so ungemein wichtigen Absonderungsformen hängen ebenfalls mit der Entstehung dieser Gesteine zusammen: so die säulenförmige, kugelige, schalige und plattige Absonderung, die in der Hauptsache als Folge der Zusammenziehung des erstarrenden Magmas anzusehen ist.

Die bekannteste geologische Form der Laven sind die Quellkuppen, die manchmal vereinzelt, meist jedoch gruppenweise angeordnet auftreten und mitunter ganze Gebirgsketten oder Bergstöcke aufbauen. Auch in Gestalt von Decken oder Strömen (z. B. Diabasdecken, Basaltlavaströme), die zuweilen mit Tuffdecken wechsellagern, sodann aber in ungezählter Mannigfaltigkeit in Form von gang- oder stockförmigen Durchbrüchen bieten sich die vulkanischen Eruptionserzeugnisse dar.

Ein grosser Teil der eruptiven Gesteinsbildungen hat jedoch bei seinem Empordringen die Erdoberfläche gar nicht erreicht, sondern ist unter einer oft sehr mächtigen Sedimentbedeckung erstarrt, von welcher er erst durch spätere, meist über lange geologische Zeiträume ausgedehnte Verwitterung und Abtragung befreit worden ist. Es gehören hierher besonders die Granite, Syenite, Diorite und Gabbros, die man deshalb auch als plutonische oder Tiefengesteine bezeichnet. Aber auch eine ganze Reihe jüngerer Eruptivgesteine, z. B. gewisse Trachyte und Phonolithe, sind unterirdisch erstarrt und erst später von ihrer Sedimentumhüllung befreit worden.

Hier interessieren uns jedoch besonders die Granite, deren in allen Teilen der Erde seit langem erforschte Lagerungs- und Verbandsverhältnisse keinen Zweifel lassen, dass sie in sedimentäre Schichtenkomplexe eingepresst wurden und dabei in Form gewaltiger Stöcke oder brotlaibähnlicher Massen (Lakkolithe) erstarrten.

Dabei hat sich gleichzeitig ein Vorgang abgespielt, der wissenschaftlich wie gesteinstechnisch von grösster Bedeutung ist: die Kontaktmetamorphose. Man versteht darunter eine eigenartige Umwandlung der in Berührung mit der Eruptivmasse gekommenen Gesteinskomplexe, die dadurch erfolgt ist, dass neben der Wärmeausstrahlung des plutonischen Eruptivkörpers langandauernde Ausstrahlungen von Gasen und Dämpfen auf die Sedimentumhüllung eingewirkt und in dieser tiefgreifende strukturelle wie auch mineralische Veränderungen hervorgerufen haben. Diese oftmals hunderte von Metern mächtige, veränderte Gesteinszone („Kontakthof") zeigt den höchsten Grad der Metamorphose in unmittelbarem Kontakt mit dem Eruptivgestein, während mit zunehmender Entfernung die Veränderungen abnehmen und schliesslich ganz verschwinden. Auf solche Weise sind z. B. weiche Tonschiefer in der Umrahmung von Granitstöcken zu ungeschiefertem, massigen Hornfels oder, in etwas grösserer Entfernung, zu festen, plattigen Knoten- und Fruchtschiefern umgebildet, dichte Kalksteine in ausgezeichnet körnig-kristallinen Marmor, kalkhaltige Schiefer und Mergel in Kalksilikathornfelse, Diabase und Diabastuffe endlich in Diabashornfels sowie in sehr harte Amphibolschiefer und Adinole verwandelt worden.

3. Ausser den vorstehend kurz skizzierten beiden Hauptgruppen der Gesteine muss noch eine dritte Gruppe unterschieden werden, die kristallinen Schiefer, die, wie gegenwärtig wohl allgemein angenommen wird, teils aus sedimentären, teils aus eruptiven Stoffen hervorgegangen sind und die bei durch und durch kristalliner Struktur fast ausnahmslos deutliche Schichtung, Bankung oder doch Parallelstruktur aufweisen. Es gehören hierher vor allem die ausserordentlich mächtigen Schichtenkomplexe der Gneise, Glimmerschiefer und Phyllite mit ihren mannigfachen Einlagerungen von kristallinem Kalkstein (Urkalk, Marmor), Hornblende- und Chloritschiefern, Quarziten, Quarzitschiefern u. a.

Da die Bildungsweise der kristallinen Schiefer, trotz der bedeutenden Fortschritte, die in der Lösung dieses Problems in den letzten Jahren gemacht worden sind, noch immer nicht völlig geklärt und eine Orientierung in der vorhandenen Literatur ziemlich schwierig ist, so dürfte es nicht überflüssig erscheinen, einen kurzen Ueberblick über die hauptsächlichsten Ansichten von der Entstehung dieser Gesteinsgebilde zu geben.

Von den älteren Forschern wurden sie direkt als die erste Erstarrungskruste der Erde angesehen, andere fassten sie als gänzlich oder teilweise eingeschmolzene, uralte Sedimente auf, die je nach dem Grad ihrer Einschmelzung und dem Ausgangsmaterial zu Gneis, Glimmerschiefer oder Phyllit geworden seien. Eine andere, in gewissen Einzelheiten noch gegenwärtig anzuwendende Hypothese liess die kristallinen Schiefer ebenfalls aus uralten Sedimenten hervorgehen, die unter dem Einfluss ungeheuer langer Einwirkung hauptsächlich hydrochemischer Prozesse (Gebirgsfeuchtigkeit) eine innere Umkristallisierung erfahren hätten (regionale Metamorphose). Andere wieder schrieben dem Gebirgsdruck die grösste Rolle bei der Umwandlung alter Sedimente in kristalline Komplexe zu (Dynamometamorphose). Eine mittlere Auffassung kam darin zum Ausdruck, dass man wenigstens einen Teil der Gneise für primäre, plutonische Eruptivmassen hielt.

Gegenwärtig wird (im Gegensatz zu der lange Jahre verbreiteten Ansicht von der regionalen Metamorphose), gestützt auf geologische, petrographische und petrochemische Tatsachen, plutonischen Ursachen wieder der Hauptanteil an der Entstehung der kristallinen Schiefer zugeschrieben. Hiernach ist granitisches Magma, das gegenwärtig als Gneis (und in viel selteneren Fällen als Granulit) vorliegt, in bereits vorhanden

gewesenes (also älteres) Schiefergebirge eingepresst worden und hat dieses Schiefergebirge zu Glimmerschiefern und Phylliten metamorphosiert (plutonische Kontaktmetamorphose), ähnlich der längst bekannten Kontaktmetamorphose jüngerer Granitstöcke. Bei dieser Einpressung hat das Granitmagma massenhaft Schollen seiner Sedimentbedeckung („Schieferdach") abgeblättert, dieselben metamorphosiert und teilweise sogar in dem Granitschmelzfluss aufgelöst. Die Einlagerungen des ursprünglichen Schieferdaches sind natürlich auch metamorphosiert worden (z. B. Kalksteine zu Marmor, Grauwacken und Tonschiefer zu Hornfelsen, Knoten- und Fleckschiefern, Diabase und Diabastuffe zu Amphiboliten und Hornblendeschiefern). Die charakteristische Struktur der Gneise (sowie deren Uebergangsgesteine) wird als primäre Parallelstruktur oder auch als Folge chemischer, unter Druck stattgehabter Vorgänge in der Erdrinde gedeutet.

Die plutonische Einpressung des Gneis-Granitmagmas ist aber nicht allein, wie früher angenommen, nur im Urzeitalter der Erde (Präkambrium, Kambrium) erfolgt, sondern reicht weit ins Paläozoikum herein (Erzgebirge, Granulitgebirge). Erst viel später sind dann durch Verwitterung und Abtragung die unterirdisch erstarrten Gneiskörper (wie auch der Granulit), oder wenigstens deren Gipfelpartien freigelegt worden, ganz wie auch jüngere Granitmassen (s. o.) durch die Abtragung der Deckschichten blossgelegt worden sind.

Die nutzbaren Gesteinsvorkommen Deutschlands, geographisch und nach Bruchgebieten geordnet

Schleswig-Holstein und das Gebiet der Freien Reichsstädte.

Von Prof. Dr. C. Gagel, Königl. Landesgeologe, Berlin.

Feste, durch Steinbruchsbetrieb gewinnbare Gesteine kommen im Gebiet der cimbrischen Halbinsel nur im Perm, (der Trias), der Kreide und mit gewisser Einschränkung auch im Diluvium in Frage.

Dem Perm gehören der Anhydrit des Alberges oder „Kalkberges" bei Segeberg, der Gips von Langenfelde bei Altona, die roten Letten und Mergel von Lieth bei Elmshorn und Schobüll sowie vielleicht die untersten Schichten von Helgoland an.

Zum Buntsandstein werden die oberen, rein roten Schichten von Helgoland gerechnet.

Zur Kreide, und zwar zum Senon, gehört die Schreibkreide von Lägerndorf bei Itzehoe.

Im Diluvium haben eine erhebliche praktische Wichtigkeit die mächtigen Kieslager und Blockpackungen der Erdmoränen, die z. T. in grossem Massstab ausgebeutet werden.

Perm.

1. Der Anhydrit von Segeberg.

Der Alberg („Kalkberg") bei Segeberg hat eine Meereshöhe von 91 m und erhebt sich in Form eines steilen Kegels 50 bis 60 m über die umliegende Diluviallandschaft.

Im Mittelalter war er von einer mächtigen Burg gekrönt, seit der Mitte des 17. Jahrhunderts jedoch ist er durch intensiven Abbau des Anhydrits und Gipses auf weniger als die Hälfte seines ursprünglichen Umfanges verkleinert worden. Der jetzt noch vorhandene Rest soll erhalten bleiben und der Abbau fortan nur nach der Tiefe des schon vorhandenen Bruches stattfinden.

Der Alberg besteht hauptsächlich aus festem Anhydrit; Gips kommt nur in verhältnismässig geringen Mengen an den Rändern vor. Die im Hangenden des Anhydrits auf der Nord- und Ostseite des Bruches früher vorhanden gewesenen Dolomite, Stinkkalke, Rauchwacken- und Dolomitbreccien sind längst abgetragen und werden nur noch ab und zu in den nördlich vom Alberge gelegenen Gärten in losen, einzelnen Stücken gefunden.

Abb. 1 Kalkberg bei Segeberg

Der Anhydrit des Alberges ist meistens massig und klotzig ausgebildet und zeigt im allgemeinen nur wenig deutliche Schichtung in Gestalt feiner, annähernd senkrecht verlaufender, gerader oder meistens wellig gekräuselter, bituminöser Streifen. Er ist z. T. dunkelgrau und sehr feinkörnig, z. T. hellgrau und grobkörniger, manchmal sehr deutlich flaserig ausgebildet.

Die massigsten Bänke in der Mitte der Ostseite des Alberges sind ganz hell und grobkörnig mit bis über 3 cm grossen, sehr schön ausgebildeten Anhydritkristallen und sind ihrer ganzen Beschaffenheit nach zu betrachten als Hauptanhydrit des Oberen Zechsteins; sie enthalten z. T., wenn auch selten, kleine würfelförmige Borazite.

An einzelnen Stellen zeigt der Anhydrit eine ganz ausgezeichnete, auf dem Kopf stehende Schichtung von 1 bis 15 mm starken, ganz dunkelgrauen und 1 bis 2 cm starken fast weissen, sehr feinkörnigen bis dichten Lagen, die 0,3 bis 0,8 m dicke Pakete bilden und in sehr verschiedener Richtung streichen.

Durchzogen wird der Anhydrit und Gips von eine Anzahl sehr steil bis fast senkrecht stehender Klüfte, die von diluvialem Material erfüllt sind, sowie von einigen sehr auffälligem, horizontal bzw. flach bogenförmig verlaufenden Fugen („Schlichen") auf denen stellenweise ebenfalls diluviales (und tertiäres) Material eingeklemmt ist und die grosse diluviale Ueberschiebungsflächen darstellen, auf denen die höheren Partieen des Alberges schuppenförmig auf die tieferen überschoben sind. Diese „Schliche" und die senkrecht stehende Schichtung bilden eine grosse Erleichterung des Abbaus. (Abb. 2.)

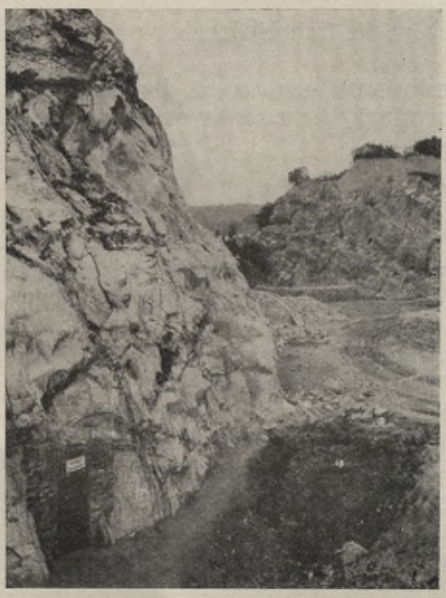


Abb. 2 Kalkberg bei Segeberg

Der Alberg-Anhydrit zeigt also nicht nur völlige Saigerstellung bei ausserordentlich wechselndem, fast in sämtlichen Himmelsrichtungen verlaufendem Streichen der Schichten sondern auch noch eine sehr komplizierte Schuppenstruktur.

Abgebaut wird der Anhydrit und Gips von dem preussischen Fiskus (Berginspektion Lüneburg); es werden durchschnittlich monatlich 500 bis 600 cbm gewonnen; der Gips wird zum Brennen und als Stuckmaterial, der reine oder wenig veränderte Anhydrit dagegen als Zuschlag bei der Cementfabrikation verwendet und zu diesem Zweck ziemlich weit verschickt.

2. Der Gips von Langenfelde.

Petrographisch nicht ganz übereinstimmend mit dem Gips von Segeberg sind die Gipsmassen, die vor etwa 15 Jahren unter dem Miocän von Langenfelde bei Altona aufgedeckt wurden und jetzt dort als etwa 2 bis 5 m hohe Klippen in der Tongrube anstehen. Eine Bohrung in ihnen hat den Gips mit 75 m nicht durchsunken; bedeckt werden die Gipsklippen stellenweise von einem sehr auffallenden, hellgrauen, mageren Ton, der sehr zahlreiche und sehr kleine, völlig ausgebildete Quarzdihexaeder führt, stellenweise auch eigentümliche Kalkkonkretionen enthält.

Ob dieser Gips und Ton ebenfalls zum Perm gehört, ist also nicht sicher erweisbar; abgebaut wird der Gips bisher nicht.

Zum Perm werden von manchen Autoren die roten, grüngestreiften und geflammten, mergeligen Sandsteine und Letten mit Kupfererzausscheidungen gerechnet, die den Sockel von Helgoland bilden; von anderer Seite werden sie schon als unterer Buntsandstein aufgefasst, weil in der darüberfolgenden, rein roten Schichtserie Kapitosaurusreste gefunden sind, die vielleicht

schon zum Mittleren Buntsandstein gehören. Technisch verwendet wird natürlich keines dieser Gesteine.

Grosse Aehnlichkeit mit den roten sandigen Mergeln und mergeligen Sandsteinen von Helgoland haben die roten Tone und Mergel von Lieth bei Elmshorn, die ebenfalls zum Perm gerechnet werden und die durch ein 1386 m tiefes Bohrloch, das lange Zeit als das tiefste berühmt war, nicht durchsunken wurden; sie werden nur als Ziegelmaterial ausgenutzt und zeigten früher in ihrem Hangenden ebenfalls Stinkkalke und Dolomite.

Die gleiche Beschaffenheit zeigen die roten, z. T. grüngeflammten Mergel von Schobüll bei Husum, die zeitweise auch als Ziegelmaterial benutzt wurden, nach der Tiefe zu in festere Sandsteine übergingen, aber nicht anstehend sind, sondern als wurzellose Scholle im Diluvium schwimmen.

Kreide von Itzehoe.

Der grösste Steinbruchbetrieb Schleswig-Holsteins geht um in der Schreibkreide von Lägerndorf-Schinkel bei Itzehoe. Auf dem Gebiet dieser dicht bei einanderliegenden Ortschaften sowie in dem etwa 2 km entfernten Cronsmoor befinden sich eine ganze Anzahl Kreidebrüche, von denen der grösste der der Alsenschen Cementwerke in Lägerndorf ist. Die sehr unregelmässig gestaltete Alsensche Grube ist in ONO/WSW-Richtung 600 m, in SO/NW-Richtung im maximum etwa 400 m gross und 47 m tief; die durch die regelmässigen Lagen von Flint (Feuerstein) Knollen bezeichnete Schichtung fällt der Hauptsache nach unter mässigem Winkel von etwa 15 Grad nach NO. Die Flintlagen sind im Durchschnitt etwa 1 bis 2 m, selten 3 m von einander entfernt und bestehen meistens aus kleineren, unregelmässigen Knollen; stellenweise werden diese Flint-Knollen aber auch schon sehr flach, gross und plattenförmig.

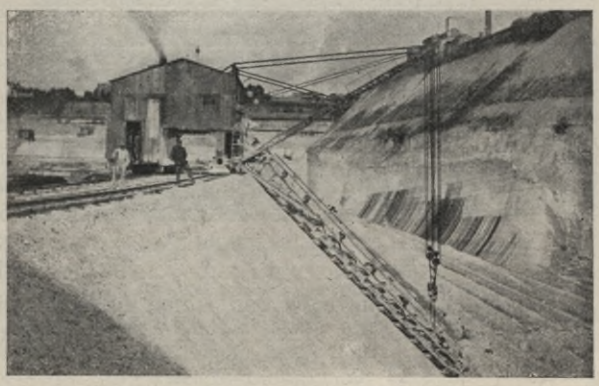


Abb. 3 Sägerndorf - Itzehoe

Die Schreibkreide ist sehr hell und rein und wird durch Baggerbetrieb gewonnen, im Durchschnitt etwa 1000 cbm pro Tag (300 000 cbm pro Jahr!); an der Sohle der Grube ist vor Jahren ein 180 m tiefes Bohrloch heruntergebracht, das die Kreide nicht durchsunken hat; bedeckt wird die Kreide von 4 bis 6 m Abraum (Sand und vorwiegend Geschiebemergel).

Die Schreibkreide gehört ihrem Fossilinhalt nach z. T. zur Mucronaten-Zone, zum grösseren Teil zur Quadratenzone ist also sicher Senon; über die Verteilung der einzelnen Schichten kann man sich bei den senkrechten Wänden und der Seltenheit der Fossilien selbständig kein Bild machen, sondern ist dabei nur auf die Angabe des eifrigen Lokalsammlers Ingenieurs Mosbach angewiesen, der die Grube seit vielen Jahren genau kennt und absammelt.

Danach kommt Belemnitella mucronata nur in den hangenden Partien im NO unter der Fewerschen Cementfabrik sowie im östlichen Teil der Nordwand vor; der westliche und der tiefere östliche Teil der Nordwand sowie

die andern Teile der Grube haben nur Actinocamax quadratus geliefert. Bemerkenswert ist das Vorkommen ungewöhnlich schöner und grosser Exemplare von Actinocamax mamillatus (subventricosus) in den tiefsten Lagen der Mucronatenkreide sowie im Westen der Nordwand in 33 m Tiefe mitten in der Quadratenkreide.

Nach den Angaben von Herrn Moosbach über die Verteilung der Mucronaten und Quadraten, sowie auch nach dem augenscheinlich nicht ganz einheitlichen Streichen und Fallen in verschiedenen Teilen der Grube gehen verschiedene Verwerfungen durch die Kreide, die z. T. direkt sichtbar sind (Absetzen der Flintlagen, Aenderung des Fallwinkels und Harnische in der Nordwand im Osten), und auf denen aus der Tiefe auch nicht unbeträchtliche Quellen aufsteigen und zwar z. T. Soole von 0,04 bis 0,05 % NaCl-Gehalt, z. T. süsses Wasser; im ganzen 110 Sekundenliter.

Der Betrieb in dieser Grube soll demnächst eingestellt und SW davon eine neue eröffnet werden, wo die Kreide ebenfalls unter 4 bis 9 m Geschiebemergel ansteht; den Abraum beginnt man bereits abzutragen.

Die anderen grösseren Kreidegruben in Lägerndorf (Breitenburger, Westholsteinische Cementwerke usw.) arbeiten nur in der Quadratenkreide. Die Breitenburger Grube ist etwa 18 m tief — ebenfalls mit etwa 4 m Abraum — und etwa 100 × 300 m gross.

Die grosse Kreidegrube in Cronsmoor dagegen arbeitet nur in der Mucronatenkreide, und zwar in einem wesentlich höheren Horizont, als er in der Alsenschen Grube vertreten ist, was sich aus dem fast völligen Fehlen der Flinte und der sehr viel mehr grauen, tonigen Beschaffenheit der Kreide ergibt; die Schichten fallen auch hier anscheinend etwa nach NO.

Die Grube ist etwa 100×400 m gross und zeigt 8 bis 10 m Senon überlagert von etwa 2 bis 3,5 m diluvialem Spathsand mit Kreuzschichtung und z. T. grossen Geschieben sowie von 0,5 bis 2 m Torf; in SW der Grube treten aus einer Spalte ebenfalls erhebliche Wassermassen zu Tage. Auch diese Kreide von Cronsmoor wird zur Cementfabrikation gewonnen.

Die Mucronatenkreide von Hemmingstedt bei Heide liegt so tief unter Diluvium (35 m), dass sie für einen Abbau nicht in Frage kommt; ausserdem ist sie sehr stark mit Erdöl imprägniert.

Die andern Vorkommen von Schreibkreide sind allesamt verschleppte, lose Schollen im Diluvium, die keinerlei praktische Bedeutung haben (Pariner Berg und Hubbersdorf bei Lübeck, Heringsdorf, Kalkberg, Oelixdorf bei Itzehoe usw.); ebenso ist eine verschleppte Scholle der Grünsandstein (Paleocän) von Heiligenhafen.

Anhangsweise möge hier erwähnt werden, dass die zwar auch nicht anstehenden sondern diluvial verschleppten aber s e h r grossen Schollen vor dem plastischen Untereocänton (Tarras) auf Fehmarn vielleicht einmal erhebliche praktische Bedeutung erlangen könnten. Diese Tone sind so rein, so plastisch und vor allem so reich an kolloidaler Tonsubstanz, dass sie damit alle andern aus Deutschland bekannten Tone in den Schatten stellen und sind immerhin über 20 bis 35 m mächtige Schollen von sehr erheblicher Horizontalausdehnung, können also einen sehr beträchtlichen Abbau auf Jahrzehnte gewährleisten. In Westholstein bei Kellinghusen-Rensing werden bzw. wurden derartige Tone für die Itzehoer Zementwerke abgebaut.

Keinerlei praktische Bedeutung haben die Limonitsandsteine, die innerhalb des schuppenförmig dreimal überschobenen Miocänprofils am Morsumer Klifi auf Sylt auftreten, nicht nur wegen ihrer geringen Mächtigkeit, sondern auch wegen ihrer sehr lockeren mürben Beschaffenheit, die keinerlei praktische Verwendung zulässt.

Diluvium.

Von sehr erheblicher praktischer Bedeutung sind die im Diluvium auftretenden mächtigen Kieslager und Geschiebepackungen, die besonders in der Zone der Endmoränen sich finden, die im Osten des Landes bogenförmig und annähernd von N nach S auf der Grenze der östlichen fruchtbaren Hügellandschaft zu der westlichen mehr unfruchtbaren, flachen Sandlandschaft verläuft.

Aber auch innerhalb der östlichen Hügellandschaft und ganz vereinzelt auch im Westen des Landes treten derartige grobe Kieslager auf.

Diese groben Kiese und Geröllager sind meistens mehr oder minder deutlich geschichtet mit Zwischenlagerungen mehr feineren, sandig-grandigen Materials und erreichen dann z. T. sehr erhebliche Mächtigkeiten von 10 bis 15 m und mehr. Ungeschichtete Geröllager und Packungen kleinerer und mittelgrosser Geschiebe sind verhältnismässig seltener und wenig mächtig (1,5 bis 2,5 m) und treten dann meistens als Decke der geschichteten Grande und Kiese auf; mächtige Lager grosser bzw. sehr grosser Geschiebe, wie sie in den Endmoränen der Mark, Pommerns und Ostpreussens so häufig sind, scheinen in Schleswig-Holstein zu fehlen und die grossen Geschiebe, wo sie vorkommen, wesentlich in Form von Oberflächenbeschüttungen aufzutreten.

Abb. 4 Geschiebepackung bei Ratzeburg

Auch die vorhandenen Lager kleinerer Geschiebe (durchschnittlich von Kopfgrösse bis zu ⅓ m Durchmesser) enthalten meistens viel sandig-kiesiges Zwischenmittel; derartige Geröll- und Geschiebelager zu beiden Seiten der Eider, bei Rendsburg und in den Hüttener Bergen sind für den Bau des Kaiser Wilhelmkanals in grossem Masstabe ausgebeutet worden; in den Hüttener und Duvenstädter Bergen liegen diese Geschiebelager oft unter erheblicher Sandbedeckung. Auch in der Umgegend von Eutin, Ploen, Kiel, Flensburg, in Angeln und auf Alsen kommen erhebliche derartige Geröll- und Geschiebelager vor.

Vielfach, so in der Umgebung von Lübeck, Ratzeburg-Mölln, Kiel, Hamburg, werden die grossen Lager feiner Kiese dadurch nutzbar gemacht, dass sie im grossen durchsiebt und grober Kies nebst Geröllen daraus gewonnen, der feine Grand liegen gelassen wird.

Abb. 5 Kieslager bei Güster (Mölln)

Z. T. sind sogar die Geschiebesande der Endmoränen so steinreich, dass sie auf ihren Steingehalt ausgebeutet werden.

Die einzelnen Kies- und Steingruben namentlich aufzuführen hat keinen Zweck, da sie meistens in verhältnismässig kurzer Zeit ausgebeutet und dann verlassen werden, um durch neue ergiebigere abgelöst zu werden; die hauptsächlichsten liegen in den guirlandenartigen Endmoränenbogen, die die Innenendigungen der Föhrde miteinander verbinden und sich von der dänischen Grenze bis in die Gegend von Ratzeburg-Mölln erstrecken.

Literatur: C. Gottsche: Die Endmoränen und das mariue Diluvium Schleswig-Holsteins, I. Teil. Mitt. geogr. Gesellschaft Hamburg XIII, 1896. — B. Struck: Der Verlauf der nördlichen und südlichen Hauptendmoräne in der weiteren Umgebung Lübecks. Mitt. geogr. Gesellschaft Lübeck, Heft 16, 1902. Der baltische Höhenrücken in Holstein. Mitt. geogr. Gesellschaft Lübeck, Heft 19, 1904. Uebersicht über die geologischen Verhältnisse Schleswig-Holsteins. Festschrift für den XVII. Deutschen Geographentag, Lübeck 1909.

Mecklenburg.

Von Geh. Hofrat Prof. Dr. F. E. Geinitz, Rostock.

Von E. Geinitz, Geh. Hofrat und Professor in Rostock.

Eine eigentliche Steinbruchindustrie gibt es in Mecklenburg nicht, weil hier die geologischen Vorbedingungen dazu fehlen. Die Ablagerungen des Diluviums und Alluviums sind es, welche in grosser Mächtigkeit sich an der Bildung des Bodens beteiligen, nur ganz untergeordnet ragt aus ihnen das ältere Gebirge hervor, und dieses besteht wiederum, mit Ausnahme der Kreidekalke, meist aus Gesteinsarten, die sich für Steinbruchsbetrieb nicht eignen. Bergbaulich wird Salz und wurde früher etwas Braunkohle gewonnen; im ganzen Land verteilte Tonlager werden ausgiebig technisch verwertet, Torf wird an vielen Stellen noch als geschätztes Brennmaterial gestochen. Für die vorliegende Behandlung bleiben somit im wesentlichen nur Kalk und Mergel, sowie die erratischen Blöcke übrig.

Allgemeine geographisch-geologische Uebersicht.

Die politischen Grenzen des Landes fallen nur zum Teil mit einer natürlichen Abgrenzung zusammen. Im Norden hat die See durch das postglaziale Absinken des Landes zur Litorinazeit die schier willkürliche Küstenlinie geschaffen. Im Westen greift fremdes Gebiet über eine natürliche Grenze des Stepnitztales vielfach über, im Südwesten ist nur teilweise das alte Elb-Urstromtal die Grenze, im Süden verfolgt die Neumarkgrenze keinen natürlichen Lauf und auch im Osten greift Pommern in weitem Felde über das natürliche „mecklenburg-pommersche Grenztal“ herein.

Der geologische Bau Mecklenburgs lässt sich in kurzen Zügen, wie folgt, schildern.

Von NW nach SO durchzieht das Land die „mecklenburgische Seenplatte“, beiderseits begrenzt durch die beiden „Hauptendmoränen“, jene zwei wohl ausgeprägten Stillstandslagen des rückweichenden diluvialen Inlandeises. Die nördliche reicht im NW im Klützer Ort nahe an die heutige Ostseeküste und verläuft in mehreren Bogen nach dem südöstlichen Teil des Landes bei Feldberg.

Die aus Skandinavien (besonders aus dem mittleren Schweden) stammenden Eismassen haben von ihrer Ursprungsstätte und von dem weiterhin überschrittenen Boden Südschwedens und dem südlichen baltischen Lande den Moränenschutt hierher verfrachtet, der teils als Geschiebemergel (mit seinen massenhaften erratischen Blöcken), teils in Gestalt seiner Aufschlemmprodukte als Sande und Tone abgelagert wurde. Die Mächtigkeit dieser Decke fremden Gesteinsschuttes, mit welcher Mecklenburg überschüttet wurde, ist mindestens auf 75 m zu veranschlagen.

Der Bau des Landes ergibt sich nun nach folgendem Schema: Innerhalb, d. i. nördlich von der Endmoräne finden wir die sogenannte Grundmoränenlandschaft (Moränenebene), vorherrschend mit den Ablagerungen des (oberen) Geschiebemergels, teils als flaches, teils, u. zw. besonders in der Nähe der Endmoräne, als welliges und kupiertes Gelände ausgebildet; fruchtbarer schwerer Lehmboden herrscht hier, unterbrochen von grösseren bis kleinsten Sandflächen; erratische Blöcke sind im Boden ver-

teilt. Eigenartige Rücken und Wälle, die Osar und Drumlins, durchziehen das Gelände, als geschätzte Vorkommnisse von Kies, Sand und Steinen. Im Gebiet der mannigfaltig kupierten Endmoräne tritt oft gewaltige Anreicherung an Blöcken ein.

Hinter ihr, im Süden, kommen die Schotterfelder der „Sandur" zur Entwicklung, aus denen sich Sammelbecken und Stromtäler entwickeln mit ihren feineren Sanden der Heideflächen, ihren Tonlagern, Terrassenbildungen und alluvialen Neubildungen. Besonders ausserhalb der südlichen Hauptendmoräne kommt dies in grossem Umfang zur Geltung, während auf der Seenplatte beide Momente, eine ältere Grundmoränenlandschaft und der sich an die nördliche Endmoräne angliedernde Sandur, auf engem Raume teilweise wechselvollere Bodenbeschaffenheit bedingen.

Das Zurückweichen der Eisbedeckung durch Abschmelzen machte enorme Mengen von Wasser frei, welche den Boden ausfurchten oder zu Seebecken aufgestaut wurden. Die spätere Verlandung dieser Niederungen lieferten u. a. den Torf, den Wiesenkalk, das Raseneisen.

In vereinzelten Inselhorsten ragt das ältere Gebirge an wenigen Orten aus der Diluvialdecke hervor oder ist von ihr zuweilen nur in geringerer Mächtigkeit überzogen.

Allgemeine wirtschaftliche Verhältnisse.

Die einzelnen Vorkommnisse der hier zu behandelnden nutzbaren Gesteine sind teils in Privatbesitz, teils in dem von Gemeinden oder des Domaniums. Sie werden (wurden) in Kleinbetrieb ausgebeutet, eigentlicher Grossbetrieb existiert bis auf ganz wenige Fälle nicht; kleinere Aktienunternehmungen hatten meist wenig Erfolg.

Während früher die Zu- und Abfuhr sehr erschwert war, haben sich in neuerer Zeit durch den Bau von Eisenbahnen und Chausseen die Verkehrsverhältnisse erheblich gebessert; zu nennen ist auch die südliche Wasserstrasse des Eldelaufes.

A. Kalk.

Die mecklenburgischen Kalklager gehören entweder der Kreide- und z. T. auch der Paläocänformation an oder dem Alluvium. Die Kalke der älteren Formationen sind in ihrem Vorkommen auf einige wenige Orte beschränkt, die alluvialen Wiesenkalke haben eine weitere Verbreitung. In früheren Jahren wurden sie reichlicher abgebaut als jetzt; man hatte kleine Kalköfen errichtet, welche für den Eigenbesitz und die Nachbarschaft den nötigen Mauerkalk lieferten. Die meisten sind später verlassen, und so findet man auf der Generalstabskarte noch manche Stelle mit der Bezeichnung „Kalkofen" angeführt, wo der Betrieb längst aufgegeben und die Gebäude verschwunden. Der Bedarf an Kalk wird heute weniger durch das einheimische Material gedeckt als durch fremde Einfuhr.

a) Kalklager der Kreideformation.

Das Kalkgestein ist fast ausnahmslos kleinstückig und bröckelig abgesondert. Es wird daher in Formsteine von der Grösse unserer Ziegelsteine geschmiert und in solchen in den Ofen gebracht. Für Zuckerfabriken eignet sich das Produkt daher nicht, sondern nur als Mauerkalk und Düngekalk. Zu einem Grossbetrieb ist es nirgends gekommen; wohl hat man an vielen Orten durch Bohrungen die Verbreitung des Kalkes gesucht, aber die Bohrergebnisse waren meist nicht derart, dass sie die ohnehin nicht sehr rege Unternehmungslust hätten gross anregen können, obgleich die Beschaffenheit

des Materials oft eine recht gute war. Diluviale Schichtenstörungen ergaben vielfach eine zu geringe Ausdehnung des wirklich abbaufähigen Lagers.

Neben den in Betrieb befindlichen sollen auch die übrigen, z. T. früher abgebauten Lager hier erwähnt werden, da wir so einen Ueberblick über alle etwa später noch in Frage kommenden Vorkommnisse gewinnen können.

Gielow bei Malchin. Seit langem ist in dem Hainholz bei Malchin Cenomankreide bekannt. Es ist reiner Kalk ohne Feuersteine, neben welchem auch heller Ton und Feinsand getroffen wird. Eine Analyse ergab: 74,5 % kohlensauren Kalk, 0,4 % Eisenoxyd, 0,6 % Tonerde, 14,6 % Unlösliches, 8,1 % Glühverlust.

Ein Tagebau am Gehänge des Gielower Tales gewinnt den Kalk sehr bequem; unter nur geringem Abraum von Geschiebemergel sieht man die einige Meter hohe Wand freigelegt; ein kleiner Kalkofen verwertet ihn. Andere Gruben auf der Höhe haben denselben Kalk freigelegt, aber in mannigfacher Schichtenstauchung mit Diluvialmassen.

Dass dieses Lager anstehend, also keine Scholle ist, beweist sein Auftreten jenseits des Peenetales bei Remplin.

Cenomankalk tritt weiter in der südlichen Umgebung des Malchiner Sees auf (Sophienhof, Moltzow, Marxhagen, Kloxin). Nur zu Kloxin bestand noch ein kleiner Kalkofen.

Zwischen diesen Cenomangebieten liegt Basedow, wo in früheren Jahren ein kleiner Kalkofenbetrieb auf Turonkreide bestand. Das Lager ist aber erschöpft; flache Bohrungen schienen zu ergeben, dass es sich hier um eine Scholle im Diluvium handelt.

Ein zweites Kreidevorkommen, dem Turon angehörig, ist südwestlich von hier am Fleesen- und Kölpinsee bekannt. Das Gestein ist Kreidekalk mit eingelagerten Streifen von Feuerstein, der sich von dem senonen Rügener durch seine farbige Bänderung leicht unterscheidet; mehrfach bildet Kieselsäure auch Anreicherungen in der Kreide selbst und bildet da die minderwertigen, in der Farbe wenig sich abhebenden Lagen von „totem Kalk". Der Gehalt an kohlensaurem Kalk ($CaCO_3$) wechselt naturgemäss. Ein Kalk von Poppentin ergab 79,4 %, einer von Nossentin 89,7 %, einer von Wendhof 90,1 %. Mit dem Kalk zusammen treten zum Teil mächtige Tonlager auf, so dass dadurch günstige Bedingungen für Cementfabriken gegeben wären.

Zu Poppentin ragt diese Kreide horstartig bis 100 m empor; der kleine Kalkofenbetrieb ist verlassen. Das gleiche Lager wurde abgebaut zu Wendhof und Gotthun; nur in Göhren, unmittelbar am Fleesensee, wird jetzt der Kalk noch gebrochen, um nach Malchow in einen Kalkofen verfrachtet zu werden.

Am Nordufer des Fleesensees befindet sich ein grösserer Tagebau zu Nossentin (in sehr günstiger Verkehrslage an der Wasserstrasse und Eisenbahn); augenblicklich wird der Kalk dort nicht gebrannt, sondern nur das Tonlager für eine Ziegelei benutzt. Der Kalk ist dort schichtenweise verunreinigt durch Kieselsäure und Ton, so dass Proben aus verschiedenen Tiefen eines Bohrloches mit ihrem Gehalt an kohlensaurem Kalk zwischen 85,5 und 34 % schwankten.

Ein drittes Kreidefeld liegt im Osten bei Friedland. Es gehört ebenfalls dem Turon an und ist mit Eocänton verbunden:

Ein kleines Kreidelager wurde in den Bröhmer Bergen zu Wittenborn bei Friedland in Kleinbetrieb verwertet. Eine Probe hatte 75,2 % kohlensauren Kalk. Abbohrungen in der Umgebung ergaben an einer Stelle eine Mächtigkeit bis 15 m und Unterlagerung durch Ton; oberflächliche Dilu-

vialeinstauchungen sind störend. (In der nordwestlichen Streichrichtung liegt Salow bei Friedland, wo früher derselbe Turonkalk abgebaut wurde, und sehr weit nach Nordwesten trifft man auf eine andere Stelle von Turon bei Samow unweit Gnoien, wo ehedem ebenfalls der Kalk in einem kleinen Ofen gebrannt wurde. (Das Lager ist abgebaut und wohl als Scholle im Diluvium zu betrachten.)

Zum Kapitel der erratischen Schollen gehört das Vorkommen von Senonkreide im Klützer Ort. Dort war bei Pravtshagen lange Jahre ein kleiner Kalkofenbetrieb, welcher die typische feuersteinführende senone Schreibkreide abbaute, die sich schliesslich als eine grosse Scholle im Geschiebemergel erwies. (Das Vorkommen grosser Kreideschollen und -schlieren im Geschiebemergel bei dem benachbarten Warnkenhagen hatte eine Reihe kleiner Bohrungen angeregt, deren Ergebnisse aber ungünstig waren. Es sind die ähnlichen Verhältnisse, nur in grösserem Massstabe, wie man sie in den Abbruchsufern der Stoltera bei Warnemünde und am Fischland beobachtet.)

Vermutlich eine ähnliche Kreidescholle ist früher zu Nesow-Kalkberg bei Rehna in kleinem Kalkofen abgebaut worden.

Endlich muss noch das abbauwürdige Vorkommen von Lokalmoräne erwähnt werden, d. i. Geschiebemergel, welcher sehr starke Beimengungen von Kreide und Feuerstein enthält und dadurch als Brennkalk zu verwerten ist. Der hellgraue Mergel wird zu Formsteinen gestrichen und in den Ofen gebracht, das Brennprodukt ist ein vorzüglicher Mörtelkalk, der als „Brodhäger Landkalk“ bekannt ist. Zu Brodhagen bei Doberan ist noch gegenwärtig ein Kalkofenbetrieb auf ein derartiges ziemlich grosses Lager im Gange, zu Diedrichshagen bei Warnemünde war ein gleicher Ofen lange Zeit in Betrieb.

b) Kalkmergel des Paläocäns.

Noch ist des paläocänen Kalkmergels zu gedenken, der früher als mecklenburgischer Pläner bekannt wurde. Er wurde bei Kleinbetrieb gewonnen, als vorzüglicher Mörtelkalk geschätzt. Sein Kalkgehalt schwankt ziemlich bedeutend (30 bis 60 %); beachtenswert ist sein Gehalt an Phosphorsäure (0,76 %).

Nennenswerte Abbaue finden sich nicht bei seinen Vorkommnissen Brunshaupten-Bastorf, Adamshoffnung bei Malchow und Karenz im südwestlichen Mecklenburg.

c) Alluvialkalke.

Von Kalklagern des Alluviums kommt Wiesenkalk (Seekreide) und Kalktuff in Betracht.

Wiesenkalk ist in den Torfniederungen vieler Täler und Seebecken weit verbreitet und würde sich infolge seiner Reinheit gut zu technischen Zwecken eignen; Kalke von 80 bis 90 pCt. kohlensaurem Kalk sind nicht selten. Ungenügende Ausdehnung der Lager, ungünstige Verkehrsverhältnisse u. a. sind aber bisher für ausgedehnte Betriebe hinderlich gewesen; an vielen Orten, wo früher ein kleiner Kalkofen stand, ist derselbe jetzt verschwunden. Der Kalk wird aus den Moorwiesen wie Torf gestochen, in Formen gebracht und nach dem Lufttrocknen gebrannt.

Wiesenkalklager von einiger Bedeutung sind bekannt bei: *Schwerin, *Crivitz (Kobande), *Dobbertin, *Sammit, *Krakow, Glashagen b. Doberan, *Papendorf b. Rostock, Petschow (Teschendorf), *Dümmerhütte, *Zarrentin, Woezer See, Turloffer See, Gr. Raden, Gnoien, *Prälank b. Neustrelitz,

*Quassow, *Babke, Menow, *Ravensbrück bei Fürstenberg, *Feldberg, *Georgenhof. (Die mit * bezeichneten Orte hatten früher einen Kalkofen.)

Im Schweriner See ist besonders in seiner mittleren Abschnürung bei Rampe ein 4 bis 7 m mächtiges Lager von Seekreide, welches in der Kalkbrennerei der „Wickendorfer Portland-Cementfabrik" Verwendung findet. Die Trockensubstanz hat folgende Zusammensetzung: 82,0 % kohlensaurer Kalk, 2,0 % Eisen, 6,3 % organische Substanz, 0,8 % Feuchtigkeit, 7,8 % unlösl. Rückstand.

Kalktuff findet sich nur in geringen Mengen und vereinzelt. An den Abhängen der Heidberge bei Teterow tritt er etwas mächtiger auf und wurde dort früher in einer kleinen Brennerei ausgebeutet. (Weiter kommt er an den Ufern des Malchiner und Tollense-See vor, sowie an quelligen Mooren nahe Doberan, Gorschendorf b. Malchin, Rüting b. Grevesmühlen, Damshagen b. Klütz).

B. Erratische Blöcke.

In dem Lande, wo anstehender Fels fehlt, spielen die grossen Findlinge, die sogenannten „Felsen", eine wichtige Rolle. Früher zu Haus- und Kirchenbauten benutzt, oder als Lästlinge für die Feldbestellung gefürchtet, sind sie heute eine geschätzte Beigabe des Moränenbodens. An der Verwertung der Findlinge hierzulande sieht man recht gut den Wandel der Zeit: während man sie früher als unbequeme Gäste z. T. mit grossen Kosten entfernen musste,*) sie absammelte und in Wasserlöcher warf, zu Grenzmauern längs der Wege und Flurgrenzen anhäufte, oder zu grossen Haufen sammelte, welche in Unzahl auf den Feldern verteilt, z. T. später mit Bäumen oder

Abb. 1 Dorfstrasse aus Darze. Gebäudemauern aus Findlingen

Buschwerk bewachsen, an alte Kegelgräber erinnern, hat heute jede Neuanlage einer Chaussee in der ganzen Nachbarschaft ein eifriges Sammeln der Findlinge zur Folge, welches sogar die alten Mauern und Naturdenkmäler nicht verschont.**)

Für grosse Monolithen bei Häuserbauten, gewaltige Chausseewalzen, zahllose Grabsteine, Meilensteine, Prellsteine, sowie Pflasterung und Kleinschlag liefern besonders die Findlinge von schwedischen Graniten in ihren riesigen Dimensionen das Material. Einige der grossen Findlinge hat man auch wohl zu Denkmälern verwandt; am Heiligen Damm, in Warnemünde,

*) Boll berichtet (Zeitschr. d. d. g. Ges. 3. 437), dass die Kosten zur Beseitigung der 1900 Steinhaufen auf der Neuhöfer Feldmark bei Feldberg auf 8000 Taler veranschlagt wurden. Jetzt haben die Steinschläger und der Chausseebau ihre Menge rasch dezimiert und teilweise mit ihnen ganz aufgeräumt.

**) Eine Vorstellung von der Masse des Findlingsmaterials erhält man aus der Angabe, dass allein für den Neubau der mecklenburgischen Chausseen über $1\frac{1}{2}$ Millionen Kubikmeter Findlinge verbraucht und zur jährlichen Erhaltung 37000 cbm erforderlich sind.

Rostock, Brunshaupten, Teterow, Blücher u. a. O. finden wir solche schlichten Denkmäler, in Burg Schlitz und Rosenhagen sind sie zu zahlreichen Denksteinen und Monolithen in altmodisch anmutendem Geschmack verwertet.

Ueberall wo Geschiebemergel den Boden bildet, besonders aber in den Gebieten der Endmoränen, auch wohl der Osar, finden sich noch heute, trotz langjährigen Ablesens oft grosse Mengen ansehnlicher Findlinge angehäuft. Zyklopisches Mauerwerk, Steinpflaster in den Dörfern, aus „Felsen" gebaute Kirchen, Wohn- und Viehhäuser charakterisieren geradezu die Gebiete der Endmoränen und Moränenebene.

Noch jetzt ist am Ufer des Schweriner Sees zu Rabensteinfeld die „Schurre" sichtbar, wo die erratischen Blöcke der Endmoräne herabgerutscht wurden, um zu Schiff nach dem Bau des Schweriner Schlosses geführt zu werden.

Auch in den Wallbergen (Osarn) werden mächtige Geröll- und Kieslager vielfach ausgebeutet. Derartige Gruben nennt man wohl auch „Steinbrüche", z. B. am Heidberg bei Teterow usw.

Solche besonders blockreiche Stellen werden wohl von ephemeren Steinschlägereien in kleinem oder grösserem Masstabe ausgebeutet; eine kleine Aktiengesellschaft hatte bei Blücherhof die Ausbeutung der dortigen Endmoräne aufgenommen, ein ähnlicher Versuch wurde bei Ramelow gemacht, gegenwärtig ist wieder ein derartiger Betrieb bei Kargow. Die einzige grössere Anlage befindet sich gegenwärtig bei Feldberg:

Die kolossale Steinanhäufung in der Endmoräne sowie dem unmittelbar daran anschliessenden Sandur von Feldberg wird durch die Feldberger Schotterwerke*) ausgebeutet. Aus der mächtigen Steinpackung, mit welcher grobe Kiese und Sandschichten wechseln, werden die grösseren Steine gefördert, mit Backenbrechern zerkleinert, die Bruchstücke in Trommeln gehoben und sortiert, um dann in darunter laufenden Loren verfrachtet zu werden. Die Kleinbahn Feldberg—Thurow besorgt den Transport zur preussischen Staatsbahn.

Abb. 2 Im Abbau befindlicher Steingraben

Bisweilen findet sich eine gewisse lokale Anreicherung von Geschieben silurischer Kalksteine. Ein derartiges Vorkommen wurde vor längerer Zeit bei Doberan am Buchenberg direkt zur Beschickung eines Kalkofens benutzt.

C. Anhangsweise sei noch des alluvialen Raseneisensteins Erwähnung getan, der in den moorigen Niederungen der südwestlichen Heide

*) Firma: Uckermärkische Steinwerke G. m. b. H. (Berlin - Lichterfelde.) Schotterproduktion im Jahre 1912: 70 000 cbm. Leistung pro Tag bei 11 std. Arbeitszeit ca. 350 cbm im Sommer, 200 im Winter. Lieferung erfolgt an die preuss. Eisenbahndirektion Stettin Zahl der beschäftigten Arbeiter 190, im Winter 100 Mann; 150 Mann finden Unterkunft auf dem Schotterwerk in massiv erbauten Baracken.

reichlich vorkommt und dort früher für Bausteine gegraben wurde, nachdem der Versuch einer Verhüttung misslungen war. Manches ältere Haus jener Gegend zeigt uns noch diese malerische Bauart der dunkelbraunen, mit weissem Mörtel gefügten Steine; die von der Bahn her sichtbare Mauer um das Stift Betlehem zu Ludwigslust ist ebenfalls aus Raseneisenstein erbaut.

D) Noch eines ehemaligen Steinbruchbetriebes muss gedacht werden, der Förderung von Gips zu Lübtheen. In dem sogenannten Gipsberg war ein tiefer Tagebau angelegt, welcher den Gips förderte. Das stark zerklüftete Gebirge war sehr wasserreich, so dass kräftige Pumpen tätig sein mussten, um während der wenigen Monate der Förderung die Sohle des Bruches wasserfrei zu halten. Nach genügender Förderung für die Gipsmühle lag alsdann der Betrieb 2 Jahre still und der Bruch verwandelte sich rasch in einen Teich. Jetzt ist derselbe zugeschüttet, an seinem ehemaligen Rand erhebt sich das Schachtgebäude des Salzwerkes „Friedrich Franz."

Abb. 3 Schotterwerk Feldberg

Literatur: E. Geinitz: Die Flözformationen Mecklenburgs. 1883. (Archiv Ver. Nat. Meckl. 37). Mit Karte.

—, Beiträge zur Geol. Meckl. 1—20. (Archiv 1879—1909).

—, Landeskunde v. Mecklenburg. Güstrow 1907 (Archiv 62).

—, Mitteilungen a. d. Meckl. geolog. Landesanstalt, Rostock. IV, Endmoränen, mit Karte. VI, Das Kalklager v. Nossentin. VII, Die meckl. Kalklager.

Sommermeier: Das Wiesenkalklager des Turloffer Sees. (Archiv 1911.)

Die technisch verwertbaren Bodenarten Mecklenburgs sind in einer besonderen Abteilung des meckl. geologischen Landesmuseums zu Rostock zusammengestellt.

Ost- und Westpreussen, Pommern, Posen und Brandenburg.

Von Dr. Hess von Wichdorff, Königl. Bezirksgeologen, Berlin.

Als um die Wende des 18. und 19. Jahrhunderts die geologische Erforschung Deutschlands von zahlreichen bedeutenden Geologen in eingehender Weise in Angriff genommen wurde, erkannte man gar bald, dass Norddeutschland von allen anderen Teilen des Reiches in seinem geologischen Bau sich ganz wesentlich unterscheidet. Abgesehen von einigen festen Gesteinsinseln zeigten sich nirgends in diesem weiten Gebiet anstehende Gesteinsablagerungen älterer und jüngerer Formationen. Man bezeichnete daher das ganze norddeutsche Flachland damals als „Schwemmland", ohne sich zunächst von der Entstehung und Mächtigkeit dieser gewaltigen Ablagerungen ein genaueres Bild machen zu können. Heute ist, dank der unermüdlichen Forschungen der Königl. Preussischen Geologischen Landesanstalt, unsere Kenntnis des norddeutschen Flachlandes sehr fortgeschritten. Diesen sonst wenig beachteten und von anderen Geologen kaum untersuchten weiten Landstrichen, die zu den Hauptgebieten des Königreichs Preussen gehören, ist seit mehreren Jahrzehnten die gleiche eingehende geologische Erforschung zuteil geworden wie den Gebirgsgegenden, die in früherer Zeit vorzugsweise Gegenstand geologischer Untersuchungen waren. Die systematisch in grossen Teilen der einzelnen Provinzen ausgeführten geologischen Spezialaufnahmen haben den inneren Aufbau, die verschiedenen Landschaftstypen und ihre Ursachen kennen gelehrt, sowie die Entstehung Norddeutschlands und die einzelnen Phasen seiner einstigen Vergletscherung im allgemeinen aufgeklärt. Verschiedene andere wichtige Massnahmen, vor allem die Aufsammlung der Bohrproben zahlloser Bohrungen und Brunnenanlagen in Norddeutschland im sogen. Bohrarchiv der Geologischen Landesanstalt und die Bearbeitung und Verwertung dieser Bohrergebnisse haben eine weitgehende Kenntnis des tieferen Untergrundes der einzelnen Gegenden Norddeutschlands geschaffen, den Aufbau und die Zusammensetzung der gesamten diluvialen Ablagerungen ermitteln helfen und in vielen Gegenden Tertiär oder noch ältere Formationen als anstehende voreiszeitliche Ablagerungen im tiefsten Untergrund festgestellt.

So ist denn Norddeutschland nach unserer jetzigen Kenntnis aufgebaut aus meist gegen 100 m, stellenweise sogar bis doppelt so mächtigen Moränenablagerungen der Eiszeiten. Ganz Nordeuropa war zu jener Zeit von einer gewaltigen Inlandeisdecke überzogen, die vom Norden her, aus den skandinavischen Ländern, bis in unsere Breitengrade vorgerückt war. Aus den nordischen Ländern, aus Norwegen, Schweden und Finnland, brachten die Gletschermassen gewaltige Mengen von Gesteinsschutt und Felsblöcken mit, die sie fern von der Heimat im Gebiete Norddeutschlands, eingebettet in den zerriebenen und zermalmten Gesteinsgrus der weicheren Gesteine, in mächtigen Moränen wieder ablagerten. So stammen also all die zahllosen Fels-

blöcke Norddeutschlands aus dem skandinavischen und finnischen Norden;*) in bunter Mannigfaltigkeit der Farbe und Gesteinsbeschaffenheit sind sie im norddeutschen Flachland durcheinander verstreut: Gneise, Granite, Porphyre verschiedenster Art, Amphibolite, Kalksteine und Marmorarten aus verschiedenen Formationen und Gegenden, Quarzite und fossilführende Fragmente fast aller im Norden Europas anstehend bekannten Formationsglieder. Im Gegensatz zu dem einheitlichen Baumaterial der Steinbrüche im übrigen Deutschland zeigen daher die Fundamentmauern der Häuser und die massiven Ställe der Landwirte in Norddeutschland eine buntscheckige Zusammenstellung der zahlreichen nordischen Gesteinsarten. Wenn man auch teilweise in Dörfern in früherer Zeit aus diesen Fremdlingen sogen. Feldsteinkirchen erbaute, so erkannte man doch bereits frühzeitig, dass dieses buntzusammengewürfelte Gesteinsmaterial jede architektonische Wirkung unmöglich macht; jeder Baustil setzt ja ein einheitliches, homogenes Baumaterial voraus. Diesem Umstande des Mangels an gleichmässigen Bausteinen in Norddeutschland trug bereits der deutsche Ritterorden Rechnung, als er überall im Bereiche der von ihm besetzten östlichen Provinzen Burgen und Kirchen erbaute für die Unterwerfung der heidnischen Ureinwohner des Landes. Die Ordensritter verwendeten als einheitliches Baumaterial die roten Backsteine bzw. Ziegelsteine, für welche die zahllosen Tonlager der östlichen Provinzen das Rohmaterial abgaben und schufen auf Grund dieses besonderen Baumaterials einen eigenen, höchst wirksamen Baustil.

So beschränkt sich die Steingewinnung in Norddeutschland einmal auf die gewaltigen Anhäufungen nordischer Gesteine, die in sogen. Blockpackungen und Endmoränenbildungen durch Auswaschung des ursprünglich noch vorhandenen lehmigen Grundmoränenzwischenmittels besonders reichlich angehäuft sind und in sogen. Findlingsgräbereien und Steingruben abgebaut werden —, andererseits auf die inzwischen an zahlreichen Punkten aufgefundenen isolierten Vorkommen älteren, festen Felsuntergrundes und schliesslich auf die erdigen, aber hochprozentigen Kalkvorkommen in diluvialen und alluvialen Ablagerungen. Gleichzeitig werden in diluvialen Schichten wertvolle Kieselguhr-Lager an manchen Stellen zutage gefördert. Die hier und da auf grösseren Strecken zutage tretende Tertiärformation bietet ferner Gelegenheit zur Gewinnung von Bernstein, Formsand, Glassand und Quarzkies. Die in denselben Ablagerungen auftretenden Braunkohlenlager und die die Grundlage einer mächtig entwickelten Tonindustrie bildenden umfangreichen Tertiärtonlager liegen ausserhalb des Rahmens vorliegender Arbeit.

1. Findlingsgräbereien und Steingruben, Kiesbaggereien und Steinschlägereien.

Das vorwiegend flachhügelige, norddeutsche Flachland wird von einer Anzahl eigentümlich gewundener, hoher Bergzüge durchzogen, die entweder in unzähligen steilen Kuppen oder als schmale hohe Kämme aus der niedrigeren Umgebung auffällig sich erheben oder manchmal als umfangreiche Bergmassive von kraftvoller Eigenart Landmarken und Wahrzeichen einer weiten Gegend darstellen. Auf der Höhe des Baltischen Höhenrückens läuft von Schleswig-Holstein her durch Mecklenburg hindurch an der ganzen Grenze Pommerns entlang zum Turmberg bei Danzig und andererseits durch Westpreussen und Posen hindurch nach Ostpreussen ein solcher gewaltiger

*) In vielen Fällen ist es möglich, auf Grund petrographischer Vergleiche mit den anstehenden Felsarten im Norden Europas die Ursprungsgegend der nordischen Geschiebe in Norddeutschland einwandfrei festzustellen.

Höhenzug, der im südlichen Ostpreussen, in Masuren, bei Allenstein, Ortelsburg, Lötzen, Marggrabowa und Lyck eine ausserordentliche Ausdehnung und Formenfülle erreicht, um dann durch die Rominter Heide hindurch nach Russland hinein weiter sich zu erstrecken. Diese eigentümlichen hohen Bergzüge, die nicht nur, wie erwähnt, den Kamm des Baltischen Höhenrückens darstellen, sondern in zahlreichen weiteren Zonen in mannigfachen Krümmungen und Sprüngen zonenweise das gesamte Norddeutschland durchziehen, sind sogen. Endmoränen, d. h. Stillstandslagen beim Rückzuge bzw. in der Abschmelzperiode der Inlandeisbedeckung Norddeutschlands. Sie sind am Ende der Eiszeiten entstanden und bestehen aus besonderen Anhäufungen der erratischen Blöcke (sogen. „Blockpackungen") und groben steinigen Kiesablagerungen und Geröllepackungen von meist faustgrossen Steingeröllen, denen sich mächtige Absätze von Sand zugesellen. Diese Ablagerungen sind teils regelmässig und gleichartig auf grössere Strecken entwickelt, teils ganz bizarr und eigenartig lappig verteilt und mit anderen Endmoränenbildungen verzahnt. So kommt z. B. in Endmoränen sehr häufig der Fall vor, dass an der Oberfläche der Berge grobsteinige Kiese ein ausgedehntes Kies- und

Abb. 1 Steingruben in der Endmoräne bei Liepe a. d. Oder

Steinlager vortäuschen, während bei der Aufschliessung das Innere der Berge ganz und gar aus staubfeinen Sanden besteht, die von einer kaum meterstarken Kruste von grobem Kies bedeckt sind. In anderen Fällen erweisen sich Kieslager unregelmässig verzahnt und gehen in technisch nicht verwertbare Sandablagerungen über, wie das Beispiel des inzwischen wieder aufgegebenen Schotterwerks und der Kiesbaggerei Jägersthal bei Nassawen am Nordrande der Rominter Heide in Ostpreussen beweist. Grobsteinige Blockpackungen mit grossen erratischen Blöcken, die oberflächlich ein weites Gebiet bedecken, offenbaren sich beim Abbau vielfach als nur ½ bis 1 m mächtige Decken auf Kies und kiesigem Sanduntergrund, wie z. B. beim Schotterwerk Henckenhagen bei Wangerin in Pommern. Andererseits kennt man im norddeutschen Flachland wiederum Blockpackungen von meilenweiter Ausdehnung und gleichmässigem Aufbau, wie dies z. B. die Aufschlüsse in Abb. 1 zeigen. Gelegentlich enthält die Blockpackung auch zahlreiche über menschengrosse erratische Blöcke, wie die Abb. 2 dartut.

Wie reich solche Blockpackungen an Steinen sind, erhellt weiter an einer ostpreussischen Endmoräne, dem Steinberg bei Gassöwen im Kreise Angerburg, der bei der im Jahre 1904 von dem Kreise Gerdauen vorgenommenen Steingewinnung bei ganz oberflächlicher Gewinnung doch vielfach ge-

pflastert erschien von den aufgehäuften Pflastersteinen und Chausseeprellsteinen (Abb. 3). Schotterwerke und Kiesbaggereien sind bereits zahlreich in Norddeutschland vorhanden und alljährlich werden eine Anzahl neuer derartiger Werke gegründet. Es erscheint daher angebracht, auf die mancherlei Fehlschläge und Erfahrungen hinzuweisen, die durch ungenügende und oberflächliche Voruntersuchungen bereits vielfach gemacht worden sind und noch immer vorkommen. Wohl sind derartige Werke an richtiger Stelle aussichtsvolle Unternehmungen, aber nur dann, wenn ein enges Netz tiefgehender Schürfe das gleichmässige Vorhandensein des Lagers einwandfrei festgestellt hat. Die bedeutendsten bis jetzt bestehenden Steingräbereien, Kiesbaggereien und Schotterwerke Norddeutschlands sind die folgenden:

Fig. 2 Erratischer Block in den Steingruben bei Althüttendorf unweit Joachimsthal (Uckermark)

Abb. 3 Steingewinnung in der Endmoräne, Steinberg bei Gassöwen (Kreis Angerburg in Ostpreussen)

Provinz Ostpreussen. 1. Baugesellschaft Michelsohn in Hausberge (Westfalen). Betriebsort: Wildenhoff (Kreis Pr. Eylau). 2. Ostpreussische Granitwerke, Bischofsburg. Betriebsort: Dombrowken (Kreis Sensburg). 3. Steinverwertungsgesellschaft Dawillen bei Memel. Betriebsorte: Im Kreise Memel. 4. Wilhelm Stutz, Steffenswalde bei Döhlau. Betriebsort: Steffenswalde (Kreis Osterode). 5. H. Schnell, Königsberg i. Pr., Weidendamm 40. Betriebsorte: Kraussenhof bei Königsberg, Labiau und im Kreise Wehlau. 6. A. Mackelburg, Kl. Kellen bei Bergenthal. Betriebsort: Bansen im Kreise Rössel. 7. R. Mrzyk, Allenstein. Betriebsort: Sauerbaum bei Rothfliess. 8. E. Weiss, Goldap. Betriebsort: Gr. Kummetschen bei Goldap. 9. E. Scheinemann, Marggrabowa. Betriebsort: Stoosznen bei Marggrabowa. 10. E. Martin, Lyck. Betriebsort: Lysken bei Lyck. 11. Kalk- und Mörtelwerke, Königsberg-Sackheim. Betriebsort: Heide Maulen bei Königsberg. 12. Otto Murach, Angerburg. Betriebsort: Ogonken bei Angerburg.

Provinz Westpreussen. 1. H. v. Krottnaurer, Danzig. Schotterwerk: Moisch (Kr. Karthaus). 2. J. Anker, Graudenz. Betriebsort: Barkoschin (Kr. Berent). 3. M. Anker, Graudenz. Betriebsorte: Rondsen und Sartowitz. 4. A. Irmer, Jastrow. Betriebsort: Jastrow (Kr. Deutsch-Krone). 5. Drenckhahn & Sudhof, Praust. Betriebort: Praust bei Danzig. 6. Kies- und Steinwerke, Neumark (Westpr.). Betriebsort: Kauernick (Kr. Löbau).

Provinz Brandenburg. 1. Fr. Baumann, Bahnhof Altenhüttendorf bei Joachimsthal (Uckermark). Betriebsorte: Althüttendorf und

Joachimsthal. 2. F. Lehder, Berlin N., Chausseestr. 36. Betriebsorte: Chorin und Chorinchen. 3. Uckermärkische Steinwerke. Gross-Lichterfelde, Unter den Eichen 93, Betriebsorte: Fürstenwalde bei Prenzlau und Feldberg an der mecklenburgischen Grenze. 4. G. Lüben, Alt-Rüdnitz (Neumark). Betriebsort: Alt-Rüdnitz. 5. Schotterwerke Schmagorei, Posen-Ost, Lindenstr. 2. Schotterwerk Schmagorei (Kr. Weststernberg). 6. K. Schönfeld, Senftenhütte bei Chorin. Betriebsort: Gr. Ziethen (Kr. Angermünde). 7. A. Veit & Söhne, Cüstrin-Neustadt. Betriebsorte: Dürrenselchow (Kr. Königsberg) und Birkenwerder (Kr. Landsberg a. d. W.). 8. G. Riedel, Berlin NW. 52, Werftstr. 21. Betriebsorte: Oderberg - Bralitz (Kr. Königsberg) und Sommerfelde (Kr. Niederbarnim). 9. Müncheberger Kiesgruben, Berlin W. 50, Nürnberger Str. 37. Betriebsort: Schlagenthin. 10. Märkische Sandwerke, Berlin, Königgrätzer Str. 19. Betriebsort: Kunitz (Kr. Weststernberg). 11. G. Weidner, Berlin-Stralau, Alt-Stralau 8. Betriebsort: Niederlehme (Kr. Beeskow-Storkow). 12. Berliner Mörtelwerke, Gebr. Tabbert, Berlin O., Mühlenstr. 61. Betriebsorte: ebenda und in der Forst Dahme-Grünau. 13. Vereinigte Berliner Mörtelwerke, Berlin C., Wallstr. 25. Betriebsort: ebenda. 14. F. Rützen, Charlottenburg, Kaiserin-Augusta-Allee 13. Betriebsort: Niederfinow (Kr. Angermünde). 15. M. H. Koch, Berlin, Linkstrasse 38. Betriebsort: Schönerlinde - Blankenfelde (Kr. Niederbarnim). 16. Starke & Piper, Woltersdorf bei Erkner. Betriebsort: Woltersdorf (Kr. Niederbarnim). 17. Britzer Kies- und Sandgruben, F. Körner & Co., Berlin NW., Händelstr. 9. Betriebsort: Britz bei Neukölln. 18. Fürstl. Lippische Kieswerke, Berlin NW., Sigmundshof 11. Betriebsort: Götschendorf (Kr. Templin). 19. Fuchs & Bewerich, Charlottenburg, Lützowstrasse 4. Betriebsort: Neuendorf (Kr. Westhavelland). 20. Trebbiner Kieswerke, Berlin, Prager Str. 23. Betriebsort: Trebbin (Kr. Teltow).

Provinz Pommern. 1. Majoratsherr v. Mollard, Marienwalde bei Bahrenbusch. Betriebsort: Marienwalde (Kr. Neustettin). 2. Rittergutsbesitzer Trapp, Glietzig bei Labes. Betriebsort: Glietzig (Kr. Regenwalde). 3. E. Goll, Mescherin. Betriebsort: Mescherin (Kr. Randow). 4. Stettiner Kalk- und Mörtelwerke, Stettin. Betriebsort: ebenda. 5. A. Geske, Falkenburg. Betriebsort: Gr. Sabin (Kr. Dramburg). 6. A. Klütz, Gollnow. Betriebsort: Drenow (Kr. Kolberg-Köslin). 7. O. Koehn, Stargard. Betriebsort: Klützow (Kr. Schivelbein). 8. Schotterwerk Henkenhagen bei Wangerin. 9. F. Huber, Stettin, Torneyer Strasse 3. Verschiedene Steingräbereien in Pommern.

Provinz Posen. 1. A. Schwarz, Gut Schadlowitz bei Grossendorf. Betriebsort: Woydahl (Kr. Hohensalza). 2. P. Schulz, Gostyn (Posen). Betriebsort: Alt - Gostyn bei Gostyn. 3. P. Nuske, Meseritz. Betriebsort: Wierzebaum. 4. Gutsbesitzer R. Müller, Dratzigmühle. Betriebsort: Dratzigmühle (Kr. Filehne).

Die feineren diluvialen Kiese und Spatsande werden wegen ihres hohen Kalkgehaltes und ihrer körnigen Eigenschaften unter Zementzuschlag nicht nur vielerorts zur Kalksandsteinfabrikation verwertet, sondern an einer Reihe von Orten in grösseren Zementwarenfabriken verwendet. In letzteren Unternehmungen werden u. a. Brunnenringe, Kanalisationsröhren und andere Röhren, Zementmauerziegel und Falzziegel, Treppenstufen, Mosaikplatten, Kunstgranitfliesen, Granitoidplatten, Terrazzo, Stacketpfosten, Sinkkasten, Zementtröge, Grabeinfassungen und viele andere Fabrikate hergestellt, die in jenen steinarmen Gegenden den Mangel an gleichmässigem, leicht bearbeitbarem Steinbruchsmaterial ersetzen müssen. Solche Firmen sind z. B. Th. Klose in Malta bei Posen, G. Laubmeyer, Bahnhof Schreitlacken im Samland (Ostpr.) und C. Krieger, Rittergut Plicken bei Gumbinnen (Ostpr.).

2. Die Gips-Vorkommen.

Von den vereinzelten Vorkommen älteren Gebirges, die inselartig mitten in den diluvialen Ablagerungen des norddeutschen Flachlandes vorkommen, sind zweifellos am eigenartigsten die Gips-Vorkommen. Sie treten in der umgebenden niedrigen Landschaft so unvermittelt und plötzlich mit steilem Abfall nach allen Seiten auf, dass namentlich die Vorkommen am Kalkberg und am Schiltstein bei Lüneburg sowie ferner an dem 60 m hohen Ahlberg oder Kalkberg bei Segeberg in Holstein von den Geologen im Anfang des 19. Jahrhunderts (v. Buch, Volger, Hoffmann, Karsten u. a.) mit vulkanischen Bildungen verglichen werden konnten. Erst die allerneueste Zeit hat in der Erklärung dieser eigentümlichen Gipsberge im norddeutschen Flachland einen bedeutenden Fortschritt gebracht, da man erkannt hat, dass die Gips-Vorkommen im Untergrund stets mit steil aufgepressten Steinsalz-Horsten in Verbindung stehen. Ihre Entstehung hängt mit der Aufpressung der Salzhorste zusammen. Die grossen zuckerhutförmigen Aufpressungskegel der Salzhorste, die ursprünglich aus jüngerem, mit zahlreichen Anhydritschnüren und Anhydritlagen durchzogenen Steinsalz bestehen, dessen Anhydritgehalt etwa $^1/_{10}$ der Gesamtmasse beträgt, sind nämlich oberflächlich einer tiefgreifenden Auslaugung und Abtragung — bis zum sogenannten Salzspiegel — unterworfen gewesen. Während das leichtlösliche Steinsalz ausgelaugt wurde und auf den Randklüften der Salzhorste, von den Wassern gelöst, in die Tiefe sank, blieb der Anhydrit, als schwerer löslich, zurück und wandelte sich durch Wasseraufnahme allmählich in Gips um. So entstand an Stelle der ausgelaugten Kuppe des Salzhorstes ein sogenannter Gipshut, der das Steinsalzlager später vor weiterer Abtragung bewahrte.

Diese Entstehung der norddeutschen Gips-Vorkommen lässt sich ausgezeichnet an dem Gipsstock von Sperenberg bei Berlin beobachten, wie vom Autor jüngst nachgewiesen wurde. Zahlreiche fiskalische Tiefbohrungen gestatten einen sicheren Einblick in den Aufbau des Sperenberger Gips- und Salz-Stockes bis über 1200 m Tiefe. Das nebenstehende Profil (Abb. 4) gibt einen vollkommenen Durchschnitt durch die Lagerstätte in ihren natürlichen Verhältnissen.

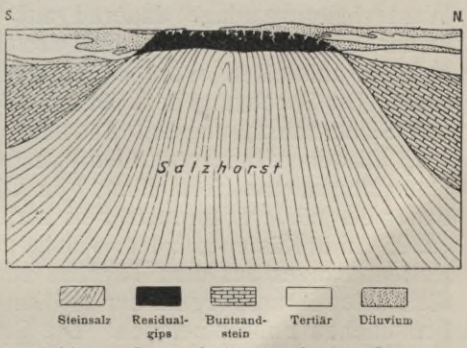


Abb. 4 Querschnitt durch das Gips- und Steinsalz-Vorkommen von Sperenberg bei Berlin (bis 1200 Meter Tiefe)

Von den im Bereiche der in vorliegendem Kapitel besprochenen Provinzen vorhandenen Gips-Vorkommen ist Sperenberg am bedeutendsten. Das Sperenberger Gipslager ist bereits vor dem Jahre 1568 in kleinerem Massstabe abgebaut worden. Noch in neuerer Zeit war die Gipsproduktion in Sperenberg in zahlreichen Händen, so dass ein geregelter Abbau des Gips-Vorkommens nicht möglich war. So bestanden im Jahre 1888 in Sperenberg 6 Dampfgipsmühlen mit 21 Oefen und 9 einfachere Gipsmühlen mit 18 Oefen. Die Arbeiterzahl in den Brüchen belief sich damals auf ungefähr 120 Mann. in den Mühlen arbeiteten ferner noch gegen 90 Mann. Bis 1896 gingen die kleineren Betriebe, deren Produktion nur wenige Waggons jährlich betrug, ein. Im Jahre 1897 waren in Sperenberg nur noch zwei grössere Werke vorhanden von zusammen 1000 Waggons Leistungsfähigkeit. Die übriggebliebenen beiden grösseren Fabriken wurden 1898 bzw. 1900 von den

Berliner Gipswerken erworben, die auch das gesamte Gipsareal von etwa 120 Morgen in ihrer Hand vereinigten. Eine neue stattliche Gipsfabrik, die Berliner Gipswerke L. Mundt vorm. H. Kühne (Berlin W 57, Verlängerte Grossgörschenstrasse) wurde am Bahnhof Sperenberg errichtet und der Abbau in einheitlicher Weise betrieben.

Der Abbau des Gipses geschah bis zum Jahre 1905 ähnlich wie in Rüdersdorf, ist aber wegen der Zähigkeit des Materials schwieriger als dort. Die Abbauweise war bis dahin folgende: Der mehr oder minder stark auf dem Gips befindliche Abraum wurde abgetragen. Dann wurde mit dem Schrämen in die Felswand hinein begonnen. Ein Teil des Gipses wurde ca. 10 m tief aus der Felswand herausgearbeitet, während Pfeiler von 1 bis 1½ qm Querschnitt als Stützungspunkte stehen blieben. Diese Pfeiler wurden, nachdem der Gips genügend herausgearbeitet war, entsprechend verjüngt, mit Sprenglöchern versehen und alsdann die ganze Bergmasse durch Sprengen der Pfeiler zum Stürzen gebracht. Um das Setzen der Bergmasse zu verhindern, waren die Sprengschüsse so angeordnet, dass die vorderen Pfeiler früher gesprengt wurden als die tiefer in dem Berg befindlichen. Von dieser Abbauweise ist aber in späteren Jahren abgesehen worden, da es verschiedentlich vorkam, dass die Bergmasse, anstatt nach vorn einzustürzen, sich setzte und demzufolge die Schrämarbeiten umsonst geleistet waren. Seit 1906 wird daher das Material von den glatten Felswänden heruntergesprengt. Durch diese Arbeit wird nicht nur eine Ersparnis erzielt, sondern es erübrigt sich auch die bis dahin von der Bergbehörde geübte Aufsicht, welche nunmehr ausschliesslich von der Steinbruchs-Berufsgenossenschaft vorgenommen wird. Die starken Abraumverhältnisse des über dem Grundwasserspiegel anstehenden Gipses liessen es geboten erscheinen, den Abbau auch auf den unterhalb des Grundwasserspiegels anstehenden Gips auszudehnen. Der Grundwasserspiegel wurde auf ca. 15 m gesenkt und wird durch eine Wasserhaltungsanlage dauernd auf diesen Stand gehalten. Die Sprenglöcher, welche teilweise einen Durchmesser bis zu 7 cm und eine Länge bis zu 7 m aufweisen, werden mit elektrisch betriebenen Bohrmaschinen gebohrt. Die Sprengung geschieht gewöhnlich durch Schwarzpulver oder durch den Sicherheitssprengstoff Astralit. Diese Abbauweise ist seit dem Jahre 1912 wieder geändert worden, um das in dem Abraum befindliche kleinere Gipsmaterial zur Herstellung von Gips verwendbar zu machen. Es wird daher der niedergesprengte Fels zerkleinert, die Stücke bis zur Grösse von ca. 25 cm in Kästen geladen, welche auf Unterwagen stehen und mittels eines Kettenaufzuges aus dem Tagebau zur Drahtseilbahn befördert, von wo aus die Kästen ihren Weg zu der 1½ km entfernt liegenden, direkt an der Bahn befindlichen Fabrik nehmen. Die Stücke unter 25 cm Grösse werden mit dem Abraum zusammen in Kipplowries geladen und mit der Kettenbahn nach der Schotterwäsche gebracht. Die Wagen werden dort in einen Bunker gestürzt, von welchem ein Conveyor selbsttätig das Material unter das Dach der Schotterwäsche befördert. Die einzelnen Becher dieses Conveyors entleeren das mit Sand vermengte Material automatisch über den einzelnen Waschtrommeln. Das Waschen geschieht mit dem Gegenstromprinzip, indem das frische Wasser von vorn in die Trommel hineingeleitet wird und das Schmutzwasser am Ende, an welchem die Trommel gefüllt wird, wieder austritt. Das Schmutzwasser wird mittels einer Rinne in den „Krummen See“ geführt und das Material durch Siebe in verschiedene Körnungen sortiert. Die kleinste Körnung wird an Zementfabriken geliefert, während die grösseren Körnungen zur Herstellung von Gips verwendet werden. Das Material fällt in Bunker, von wo es mit Drahtseilbahnkästen abgezogen und in die Fabrik befördert wird.

Die jährlich in den Brüchen gewonnene Gipsmenge beläuft sich auf 70 bis 80 000 cbm.

Das 1¾ km lange und 1 km breite Gips-Vorkommen von Sperenberg hat 50 bis 100 m Mächtigkeit. Die Lage und Verbreitung des Sperenberger Gipslagers ist auf der beigegebenen Kartenskizze wiedergegeben (Abb. 5).

Ein ähnliches, wenn auch keineswegs so ausgedehntes Gips-Vorkommen ist in der Provinz Posen bei Wapno seit etwa 1700 bekannt und wird z. B. bereits im Jahre 1745 von Rzacynski und im Jahre 1845 von Gumprecht kurz erwähnt. Dieses etwa 10 km südsüdöstlich von dem Städtchen Exin gelegene Gipslager ist gegenwärtig durch einen Gipsbruch aufgeschlossen und wird in einer grösseren Gipsfabrik verwertet. Der Betrieb liegt in den Händen der Aktiengesellschaft Wapnoer Gipsbergwerke in Wapno (Kreis Schubin).

Ein weiteres Vorkommen dieser Art ebenfalls in der Provinz Posen befindet sich im Untergrund der Stadt Hohensalza (Inowrazlaw), teilweise ungefähr in 20 m Tiefe, wird aber natürlich nicht ausgebeutet. Dass auch hier in tieferem Untergrund unter dem Gips ein Salzhorst vorhanden ist, haben bereits früher Tiefbohrungen und das spätere, vor einigen Jahren eingegangene und seitdem als Saline betriebene staatliche Salzwerk sowie der Bergbau der Steinsalz- und Sodawerke G. m. b. H. Hohensalza erwiesen.

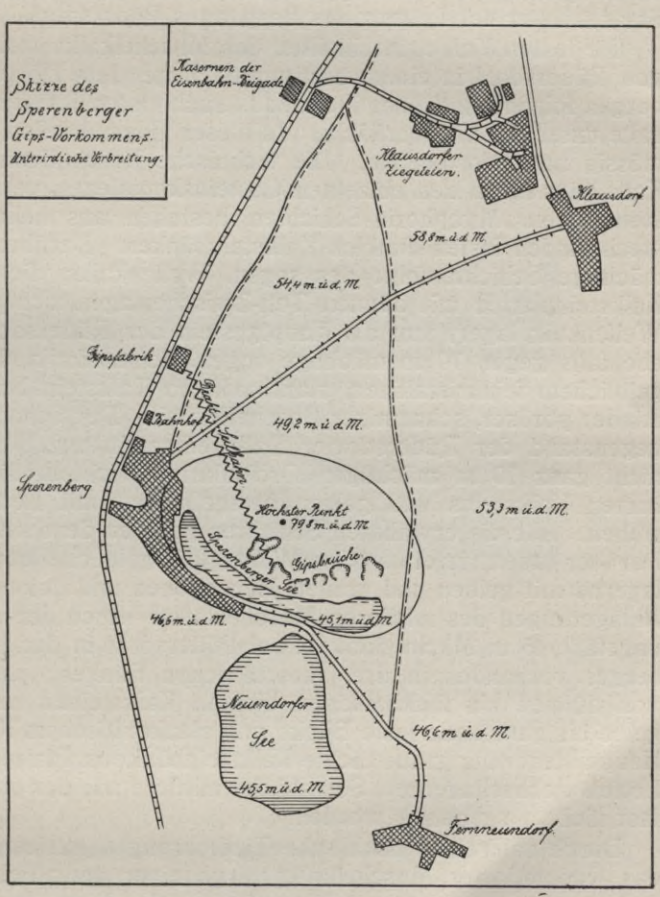


Abb. 5 Kartenskizze des Sperenberger Gipsvorkommens (Massstab 1 : 50 000)

3. Die älteren (vortertiären) Kalksteinvorkommen.

Schon seit langer Zeit sind in Norddeutschland einige Vorkommen von älterem Kalkgebirge bekannt; einige von ihnen sind bereits im Mittelalter abgebaut worden.

Das Muschelkalk-Vorkommen von Rüdersdorf bei Berlin ist wohl schon um die Mitte des 13. Jahrhunderts entdeckt worden. Jahrhundertelang ist Rüdersdorfer Kalkstein in der ganzen Umgebung roh als Baustein und gebrannt zur Mörtelbereitung bald mehr bald minder reich-

lich verwendet worden. Von den Mönchen des nahen Feldklosters Kagel bei Rüdersdorf, die zuerst die Kalksteingewinnung bei Rüdersdorf lange Zeit hindurch betrieben, gingen nach der Reformation die Kalksteinbrüche an den Staat über, wobei allerdings einigen Nachbarstädten durch Pachtvertrag gestattet war, jährlich eine bestimmte Menge Kalk zu gewinnen. Vom Jahre 1770 ab, als der Staat zur intensiveren Nutzung der Rüdersdorfer Kalksteinbrüche in Rüdersdorf ein eigenes Königliches Bergamt errichtete, begann eine ausgezeichnete Entwicklung des Kalksteinbruchbetriebes. Auch heute ist die gesamte Gewinnung des Rüdersdorfer Muschelkalks in der Hand des Staates unter der Leitung des Bergamtes Rüdersdorf.

Die festen Kalksteinschichten des Muschelkalks treten in der Umgebung von Rüdersdorf in einem bestimmten Zuge, dem Höhenrücken des Arnimsberges folgend und über ihn hinaus nach Osten fortsetzend zutage bzw. bis nahe unter die Erdoberfläche. In dieser Gegend fallen die Schichten gleichmässig nach Norden ein. Die technische Beschaffenheit des Rüdersdorfer Kalksteins ist in den einzelnen Gesteinskomplexen verschieden. Die untersten sogen. Myophoria-Schichten bestehen aus hellen Mergeln mit abwechselnden festen dunklen Kalksteinbänken. Darüber folgt die etwa 75 m mächtige Schichtenfolge des sogen. Wellenkalks, die aus blauen welligen Kalksteinplatten mit dünnen Ton-Zwischenlagen sich aufbaut. Ueber dem Wellenkalk lagert nun als Hauptgestein der Rüdersdorfer Steinbrüche der ebenfalls gegen 70 m mächtige sogen. Schaumkalk, der aus weissem und gelblichem feinkristallinen, starkbankigen Kalkstein besteht von mehr oder minder poröser, schaumiger Beschaffenheit. Der Schaumkalk ist der Hauptgegenstand der Rüdersdorfer Kalksteingewinnung. Ueber ihm liegen die nicht ganz 10 m mächtigen Orbicularis-Schichten, die aus Lagen grauen harten Kalksteins und gelben Mergelkalken mit Letteneinlagerungen bestehen. Alle die erwähnten Schichten gehören dem unteren Muschelkalk an. Darüber lagern in etwa 55 m Mächtigkeit gelbliche harte Dolomite wechsellagernd mit gelben und grauen Mergeltonen und dolomitischen Mergeln, die Ablagerungen des mittleren Muschelkalks. Auch der obere Muschelkalk in ungefähr 45 m Mächtigkeit ist bei Rüdersdorf in der Umgebung des Krienberges vorhanden in drei verschiedenen Bänken; unten eine Ablagerung von dünnen bis dickbankigen dichten Kalksteinen mit Tonlagen, darüber gelbe bis ganz helle feste Bänke von glaukonitischem Kalk und zu oberst als Hauptablagerung graue dichte Kalksteinbänke in Platten mit Tonbänken und Letten wechsellagernd. Sowohl der mittlere wie der obere Muschelkalk sind fast nicht ausgebeutet worden.

Durch zahlreiche fiskalische Tiefbohrungen ist festgestellt worden, dass das Rüdersdorfer Muschelkalkgebirge einer gewaltigen Aufsattelung bzw. Aufpressung des Untergrundes seine heutige Lage verdankt. Unter ihm ist Buntsandstein und dann im Kern des Sattels Zechstein mit einem gewaltigen Salzstock im Inneren vorhanden. Also auch hier bei Rüdersdorf ist die Aufpressung eines Salzhorstes die Ursache des Auftretens älterer Gesteinsschichten mitten in den diluvialen Ablagerungen.

Die technische Verwendung des Rüdersdorfer Muschelkalks hat sich vorwiegend auf den etwa 70 m mächtigen Schaumkalk-Horizont beschränkt, der seit alters als Baustein und Werkstein ausgenutzt wird (Treppenstufen, Grabdenkmäler, Gesimse und Quadersteine). Ebenso wichtig ist seine Verwendung zum Kalkbrennen, die von jeher eine grosse Bedeutung für die weitere Umgebung besitzt. Die tonhaltigen Kalksteine, die sich zum Brennen nicht eigneten, haben als Fundamentsteine Verwendung gefunden.

Neuerdings ist nun gerade für die Kalksteinschichten, die erheblichere Toneinlagerungen und Letten-Zwischenlagen enthalten und deshalb weder

als Bausteine noch zum Kalkbrennen benutzt werden konnten, in der Zementfabrikation eine vorzügliche Verwendung gefunden worden. Mehrere Zementfabriken bei Rüdersdorf bauen namentlich die bisher kaum verwertbaren, gegen 75 m mächtigen Schichten des Wellenkalkes ab, so die Zementfabriken Guthmann & Jeserich in Tasdorf b. Rüdersdorf und C. O. Wegener in Berlin NW, Flotowstr. 1.

Kalkstein-Vorkommen der Juraformation stehen in einigen Gegenden Norddeutschlands als grössere Ablagerungen dicht unter der Oberfläche an. Der erste grössere industrielle Betrieb in einem derartigen Jurakalk-Vorkommen wurde im Jahre 1871 bei Wapienno bei Bartschin, 22 Kilometer von Hohensalze entfernt, in der Provinz Posen eröffnet. Das Kalkwerk Wapienno (Inhaber: Dr. Leopold Levy in Hohensalza) hat sich im Laufe der Zeit zu einem grossindustriellen Betriebe entwickelt. Der obere weisse Jurakalkstein steht als fester, ungemein harter Felsen von unregelmässiger Schichtung und wechselndem Einfallen unter einer 4 bis 8 m starken Diluvialdecke dicht unter der Oberfläche an (Abb. 6).

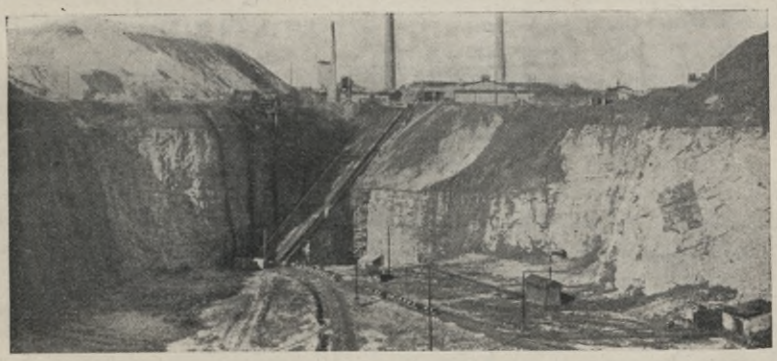


Abb. 6 Kalkwerk bei Wapienno

Das Gestein ist ausserordentlich rein und hochprozentig; sein Gehalt an kohlensaurem Kalk beträgt durchschnittlich 96,5 pCt. Der Stein wird, soweit er nicht auf dem Werke selbst zu Bauzwecken oder für die Kalksandsteinfabrikation benutzt oder zu Düngezwecken gebrannt wird, hauptsächlich im Betriebe der Zucker- und Sodafabriken sowie für die Glasfabrikation verwendet. Zur Herstellung von Beton ist der Stein hervorragend geeignet. Endlich findet der Wapiennoer Jurakalk noch Verwendung bei Herstellung von Gussasphalt und Strassenbelagasphaltplatten, deren Fabrikation einen Nebenbetrieb des Werkes darstellt. Aus dem jetzt 60 m tiefen und 6 Hektar grossen Steinbruch des Wapiennoer Kalkwerks werden täglich etwa 1200 bis 1300 Tons an verwendbarem Steinmaterial gefördert. An gebranntem Kalk werden in drei grossen Ringöfen täglich gegen 300 bis 350 Tons hergestellt. Die Jahresproduktion an rohen Steinen beträgt zurzeit etwa 225 000 Tons. Ebenfalls im Kreise Schubin in der Provinz Posen befindet sich ein zweites, ganz ähnliches grossindustrielles Unternehmen in Hansdorf bei Pakosch, die Aktiengesellschaft Gogolin-Gorasdzer Kalk- und Zementwerke in Hansdorf bei Pakosch.

Viel länger sind die Jurakalk-Vorkommen Hinterpommerns bekannt. Schon im Mittelalter muss hier viel Kalkstein gewonnen worden sein, worauf die zahlreichen alten Steinhalden und Reste zerfallener Kalköfen hindeuten. So ist z. B. nach Brüggemann in der Umgegend von Zarnglaff bis zum Jahre 1759 Kalkstein in grossen Mengen abgebaut worden. Noch dieser Zeit aber scheint der Betrieb auf diesen grossen Kalklagern gänz-

lich geruht zu haben. Das grösste Vorkommen dieser Art dehnt sich vom Jagen 75 der Königl. Forst Rotenfier bei Trechel über Schwanteshagen bis zur Schwanteshagener Mühle in einer Ausdehnung von etwa 4 km aus.

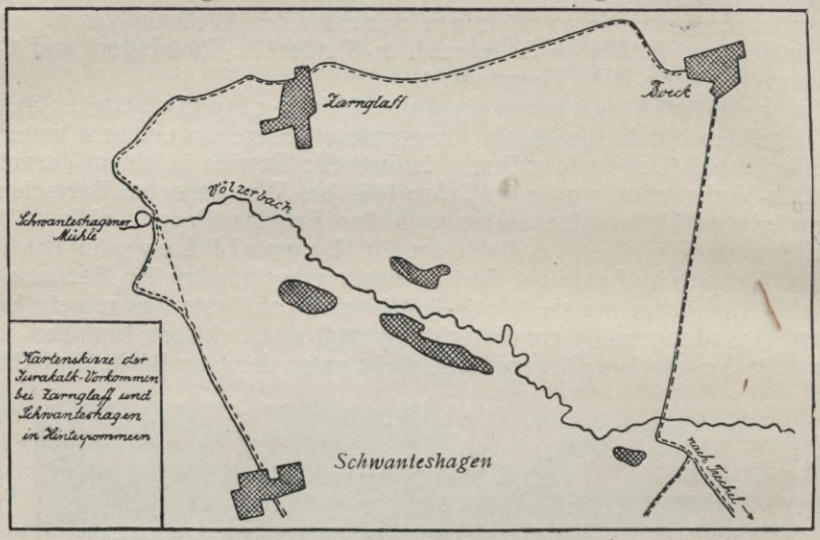


Abb. 7 Jura-Kalklager in Hinterpommern (Massstab 1 : 50 000)

(Abb. 7.) Die festen Kalksteinbänke bei Schwanteshagen weisen ein gleichmässiges Streichen von 83 Grad in nordwestlicher Richtung und ein Einfallen von 8 Grad in südsüdwestlicher Richtung auf. Die Kalksteinschichten bei Zarnglaff haben dasselbe Streichen und Fallen wie die Schwanteshagener Ablagerungen, gehören aber einer anderen Stufe der oberen Juraformation an. Zweifellos bilden die oberflächlich getrennten Juravorkommen dieser Gegend eine einzige, zusammenhängende Ablagerung. Etwas weiter entfernt in nordöstlicher Richtung liegt das Jurakalk-Vorkommen von Klemmen bei Gülzow, das ebenso wie die Jurakalklager von Schwanteshagen und Zarnglaff neuerdings abgebaut wird (Abb. 8). Eine Kleinbahn von Gülzow nach Cantreck hat endlich für diese Lager bessere Absatzverhältnisse geschaffen. Sämtliche Jurakalk-Vorkommen dieser Gegend (Zarnglaff, Schwanteshagen und Klemmen) sind zu einer einzigen Gesellschaft, den Pommerschen Kalksteinwerken G. m. b. H. Zarnglaff bei Rackitt in Pommern vereinigt. Für die grosse unterirdische Ausarbeitung dieser Jurakalklager scheint der Umstand zu sprechen, dass im Streichen der Zarnglaff-Schwanteshagener Vorkommen selbst noch weit entfernt im Untergrund der Stadt Naugard der feste Jurakalksteinfels in 84 m Tiefe erbohrt wurde.

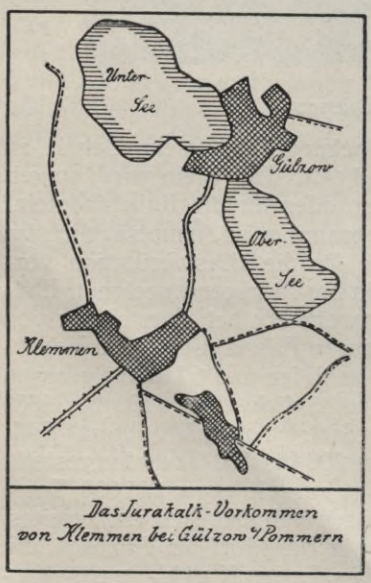


Abb. 8 Massstab 1 : 50 000

Die technische Verwendung der kalkreichen Kreideablagerungen der Kreideformation ist auf diejenigen Gebiete Norddeutschlands beschränkt, wo die Schichten der Schreibkreide reiner und mächtiger ent-

wickelt sind. Wo dagegen die sandigen Schichten vorherrschen oder die Etage der Schreibkreide verkieselt entwickelt ist (baltische harte Kreide), wie z. B. in dem grössten Teile von Ostpreussen, ist eine umfangreichere derartige Industrie ausgeschlossen.

In der Mark Brandenburg befindet sich noch die Kreidegrube Grimme bei Prenzlau der Norddeutschen Kreidewerke G. m. b. H. in Berlin SO., Köpenicker Strasse 9.

Vorzügliche Zementwerke besitzt die Gegend von Stettin, die durch das Zusammenvorkommen von Schreibkreide und mitteloligozänem Septarienton, den beiden besten Zementrohmaterialien, für Anlage solcher Werke bevorzugt erscheint. Leider ist das schon im Mittelalter bekannte Kreidevorkommen in den Podejucher Kalkbergen bei Finkenwalde, das schon Micraelius im Jahre 1639 erwähnt und dessen Maurerkalkproduktion im Jahre 1779 Brüggemann hervorhebt, von beschränkter Ausdehnung. Es ist nämlich eine sehr grosse und mächtige, losgerissene Scholle, die mitten in tertiären und diluvialen Schichten eingebettet liegt, also kein anstehendes Gebirge. Diesem Umstande tragen die dortigen Zementfabriken insofern Rechnung, als sie gleichzeitig weitere Kreidegruben in Wolliner Gegend und auf Rügen besitzen, deren Material auf dem Wasserwege leicht heranzuschaffen ist. Uebrigens dürfte auch noch in der Finkenwalder Gegend selbst an geeigneter Stelle anstehende Schreibkreide noch vorhanden sein. Die Stettiner Zementfabriken geniessen Weltruf. Es sind folgende Werke:

1. Portlandzementfabrik „Stern“ (Töpffer, Grawitz & Co.), Finkenwalde bei Stettin. Betriebsorte: Kreide- und Tongruben Finkenwalde bei Stettin, Kreidegruben Zinz auf der Insel Usedom und Kl. Stubben auf der Insel Rügen.
2. Stettiner Portlandzementfabrik Zülchow. Betriebsorte: Kreide- und Tongruben Friedensburg und Katharinenhof bei Finkenwalde bei Stettin und Kreidegrube Kalkofen auf der Insel Usedom.
3. Stettin-Bredower Portlandzementfabrik A.-G. Bredow bei Stettin. Betriebsorte: Bredower Tongrube, Kreidegruben bei Bünnewitz und Schwenz (beide im Kreise Kammin).

Sehr gross ist die Anzahl der Kreidebrüche auf der Insel Rügen. Hier besitzt der Pommersche Industrieverein auf Aktien in Stettin Kreidebrüche bei Dumsewitz, Marlow, Hertha, Mönkendorf, Wittenfelde und Sehlitz. Die Gutsverwaltung Lamken auf Rügen (v. Hansemann) betreibt eine Grube bei Lenzberg, M. Küster in Sassnitz die Kreidegrube von Crampas. Die Gummanzer Kreidegruben gehören F. Giercke in Neddesitz bei Sargard und der Firma Funk & Radvan in Sargard. Sassnitzer Gruben sind in den Händen von M. Küster in Sassnitz und C. Galitzschen Erben in Sassnitz. C. Hagemeister in Wesselin bei Sagard besitzt am gleichen Orte, Fabrikbesitzer Holgerland in Sagard bei Hagen eine Kreidegrube, H. Bergmann in Neubrandenburg Brüche bei Bonerberg und Nipmerow, H. Flemming & Co. in Stettin (Grüne Schanze) eine Kreidebaggerei bei Altenkamp. Kleinere Betriebe sind bei Kl. Volksitz, Neddesitz, Nipmerow, Promoisel, Quoltitz und Poissow auf der Insel Rügen vorhanden.

4. Die diluvialen und alluvialen Kalkvorkommen Norddeutschlands.

Eine nicht unbedeutende Rolle für die Versorgung des norddeutschen Flachlandes mit gebranntem Kalk und namentlich mit Düngekalk für die Landwirtschaft spielen die zahlreich den in geologischem Sinne ganz jugendlichen Ablagerungen Norddeutschlands eingeschalteten Kalklager. Im Laufe des letzten Jahrzehnts sind namentlich in den östlichen Provinzen Norddeutschlands (Pommern, Westpreussen, Posen und Ostpreussen) eine Reihe von solchen Düngemittel- oder „Kalkmergel“-Werken gegründet worden.

Die neue Industrie hat bei eingehenden geologischen Voruntersuchungen, sorgfältiger Anlage und günstigen Frachtbedingungen eine aussichtsreiche Entwicklung zu erwarten, da bisher trotz der bereits beträchtlichen Anzahl der bestehenden Kalkmergelwerke der Bedarf der Landwirtschaft an derartigem Düngekalk keineswegs gedeckt wird. Zahlreiche Misserfolge andererseits lassen gerade bei diesem Industriezweige mehr wie bei jedem

Abb. 9 Kalkgewinnung im Kalklager von Kruglanken

anderen eingehende geologische Voruntersuchungen und günstige Frachtlage als unerlässliche Vorbedingungen für eine erfolgreiche Entwicklung fordern. Sind aber die entsprechenden Vorbedingungen erfüllt, so ist die mit nicht besonders hohen Kosten verknüpfte Einrichtung eines Kalkmergelwerks noch immer zu empfehlen, wobei man allerdings sich die technischen Erfahrungen der bereits bestehenden Werke zunutze machen muss. In dieser Beziehung dürften, was Billigkeit und praktische

Abb. 10 Darr- bzw. Trockenanlage des Kalkdüngewerks Kruglanken

Brauchbarkeit anlangt, die Anlagen des Kalkwerks Kruglanken bei Lötzen in Ostpreussen vorbildlich sein. Das dortige Kalklager, das bei einer Ausdehnung von etwa 1 km und einer Mächtigkeit von 60 cm bis 2 m unmittelbar an der Oberfläche vollkommen trocken, 10 m über dem heutigen Seespiegel des Goldapgar-Sees liegt, ist in den Jahren 1906 und 1907 vom Autor entdeckt, untersucht und seiner technischen Verwendung zugeführt worden. Die obenstehende Abb. 9 zeigt zunächst die höchst einfache Gewinnung des Kalkes und den Feldbahntransport des grubenfeuchten Materials nach der „Fabrik".

Der grubenfeuchte Kalk wird in der Fabrik durch eine einfache Heizanlage (Dampfmaschine) auf einem Trockenboden von unten her getrocknet und „gedarrt". Die Abb. 10 zeigt die höchst einfache und praktische Anlage der Fabrik.

Der fertige Düngekalk wird dann mit Feldbahn bis zum Bahnhof Kruglanken gebracht, wo ein Vorratsschuppen (Abb. 11) den versandfertigen Kalkmergel aufnimmt. Gerade die Aufbewahrung des Düngekalks erfordert wegen seiner hygroskopischen Eigenschaften (Wiederaufnahme von Wasser) einen besonderen Typ des Schuppenbaus, der hier wiedergegeben wird.

Die geologische Stellung und Entstehung der jüngeren norddeutschen Kalklager ist verschieden. Wissenschaftlich kann man unterscheiden:

1. Diluviale Seekalklager. Terrassenbildungen (z. B. Kruglanken) oder Einlagerung hochprozentiger Kalke in Kiesen (z. B. bei Neustadt in Westpreussen, bei mehreren Vorkommen in Hinterpommern und bei Gross-Drewitz bei Guben).

2. Alluviale Seekalklager (sogen. „Wiesenkalk"-Lager). Ueberall in Norddeutschland an Stelle verlandeter Seen vorhanden (z. B. Bonin in Pommern, Daber in Pommern, Fuchsschwanz bei Bromberg und an zahllosen anderen Stellen).

3. Kalktufflager (Quellenabsätze). Besonders in Hinterpommern entwickelt (Roschütz und an vielen anderen Orten), wenn auch keineswegs in der Mächtigkeit und Reinheit wie in Thüringen.

Der erstgenannte Typus hat bei hoher Reinheit des Materials den Vorzug völlig trockener Gewinnung. Gleichzeitig haftet ihm gewöhnlich der Nachteil der Wiesenkalklager, der Gehalt an huminsauren, schwer löslichen Ver-

Abb. 11 Trocken-Vorratsschuppen des Kalkdüngewerks Kruglanken

bindungen nicht an; der Kalk ist infolge seiner Einlagerung in durchlässigen Schichten durchlüftet und im Boden leicht löslich (naturgar). Solche Lager sind in Norddeutschland auffälligerweise nicht selten und in starker Mächtigkeit und hoher Reinheit entwickelt, z. B. bei Döhlau in Ostpreussen und bei Gross-Drewitz bei Guben in der Lausitz (Abb. 12). Letzteres Lager ist z. B. bisher noch gar nicht technisch verwendet, trotzdem es über 1½ km Länge und durchschnittlich 500 m Breite bei einer Mächtigkeit bis über 10 m aufweist und über 20 Millionen Zentner lufttrockenen, hochprozentigen Kalkes enthält. (Näheres siehe in Hess v. Wichdorff, Das diluviale Kalklager von Gross-Drewitz bei Guben in der Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1908.) Die bis jetzt nur dem Lokalbedürfnisse dienende Kalkgrube bei Gross-Drewitz gleicht übrigens sehr dem Kruglanker Kalklager.

Der zweite Typus, die Wiesenkalklager, ist noch häufiger verbreitet. Der Umstand, dass der Kalk sich auf dem Grunde heute verlandeter und nun oberflächlich mit meist mehrere Meter mächtigen Torfmooren bedeckter, ehemaliger Seen abgesetzt hat, bedingt einen oft sehr beträchtlichen Wechsel in der Mächtigkeit eines Wiesenkalklagers. Das Kalklager spiegelt ja alle Unebenheiten, Untiefen und tiefen Rinnen des ehemaligen Sees wieder; nach dem Abbau eines solchen Kalklagers liegt also der ursprüngliche Seeboden wieder zutage. Diese Verhältnisse bedingen einmal eine ganz eingehende Abbohrung des Kalklagers vor Beginn des Abbaus. Der natürliche Wassergehalt (bis 66 %) des Wiesenkalkes ist ferner bei der Berechnung des vorhandenen Kalkvorrates zu berücksichtigen. Schliesslich wird bei den Voruntersuchungen von Wiesenkalklagern in der Regel der Fehler begangen, die Proben für die chemische Untersuchung der Qualität des Kalkes an der leichtzugänglichen Oberfläche des Lagers zu entnehmen; in diesem Falle ist natürlich ein zutreffendes Urteil über die Durchschnittsqualität des Lagers ausgeschlossen. Praktisch werden beim Abbohren eines Wiesenkalklagers, das am besten mit einem sogenannten Tellerbohrer geschieht, gleichzeitig

aus allen Teilen und Tiefen des Lagers die Proben für die chemische Untersuchung entnommen. Erst dann lässt sich die Qualität des Kalkes wirklich einwandfrei beurteilen. (Vergl. Dr. Hess v. Wichdorff, Die Wiesenkalklager Norddeutschlands und die Möglichkeit ihrer intensiveren wirtschaftlichen Erschliessung, Berlin 1908.) Ein ausgedehntes, bisher technisch nicht verwertetes Lager befindet sich z. B. bei Daber in Pommern.

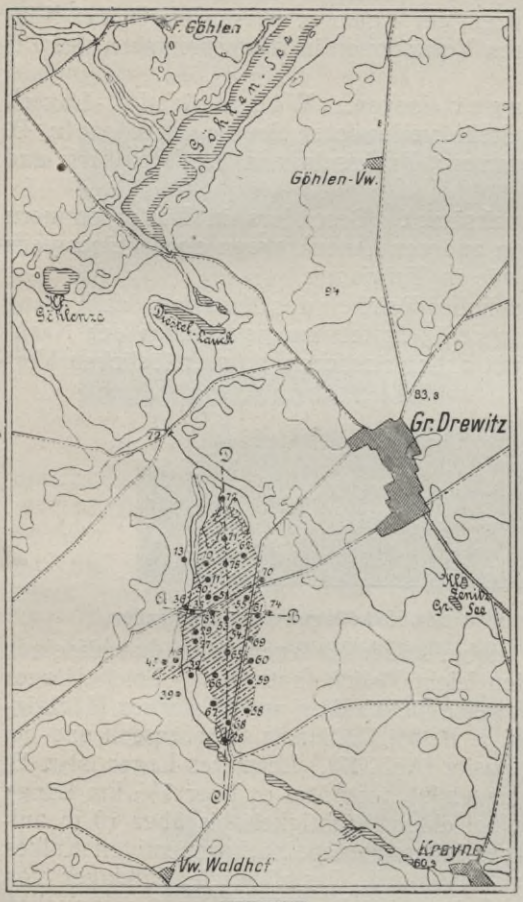


Abb. 12 Seekalk-Lager von Gr. Drewitz bei Guben (Massstab 1 : 50 000)

Der dritte Typus, die Kalktufflager, unterscheidet sich sowohl seiner Entstehung wie seiner Beschaffenheit nach vollkommen von den beiden vorher besprochenen Arten von Kalkvorkommen. Während jene beiden Typen von erdig-mehliger Beschaffenheit sind und auf dem Grunde von Seen entstanden, sind die Kalktuffvorkommen steinartig verhärtete, schlackenähnlich poröse bis dichte Ablagerungen, die in gewissen festen Bänken auch als Baustein Verwendung finden können. Kalktuff setzt sich nur aus Quellen ab, daher findet man Kalktufflager nur an quellenreichen Steilgehängen, meist in der Umgebung tiefeingesenkter Seen. Abbaufähige, grössere Lager weist in Norddeutschland vor allem Hinterpommern auf. Abgebaut wird zurzeit das Roschützer Lager im Kreise Lauenburg, und zwar sowohl das 3 bis 6 m starke Kalktuffvorkommen als auch das gewaltige über 1½ Millionen Kubikmeter grosse Wiesenkalkvorkommen in der Umgebung des abgelassenen Roschützer Sees. Der Kalktuff enthält 87,8 % kohlensauren Kalk und gibt in gebranntem Zustande einen guten Baukalk, der Wiesenkalk weist 89,2 % kohlensauren Kalk auf. Grössere Kalktufflager befinden sich ferner bei Heinrichshorst im Kreise Schlawe, und zwar in einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 4½ m, zusammen etwa 100 000 cbm. Im Kreise Bublitz sind an der Chaussee von Bublitz nach Pollnow ausgedehnte Kalktufflager am rechten Ufer des Kalkbaches im Kalkholz bei Mühlenkamp nach dem Niedersee zu vorhanden in einer Durchschnittsmächtigkeit von 3½ m, im ganzen etwa 200 000 cbm. Neben Kalktuff kommt aber auch in der Umgebung des Niedersees Wiesenkalk in grosser Ausdehnung und Mächtigkeit vor, rund etwa ½ Million Kubikmeter. Infolge der Anlage einer Kleinbahn von Pollnow nach Sydow und einer Haltestelle unmittelbar am Kalkholz ist auch hier die Anlage eines Kalkwerks jetzt jederzeit möglich. Der Kalktuff des Kalkholzes ist grösstenteils von lockerem, mürbem Gefüge, in

einzelnen Schichten geht er auch in festen Kalkstein über. Durchschnittlich besitzt der Kalktuff über 80 % kohlensauren Kalk und eignet sich u. a. auch wegen seines Gehalts von 0,25 % Phosphorsäuregehalt als Düngemergel. Dass der Kalktuff des Kalkholzes auch gebrannt günstige Eigenschaften besitzt bzw. zur Mörtelbereitung sich eignet, hat sich seit langer Zeit bewährt, wie denn unter anderem auch im 18. Jahrhundert nach einem Brande der Stadt Köslin hier der gebrannte Kalk für die Neubauten gewonnen und in Kalköfen erbrannt wurde. Weitere Kalktuffvorkommen sind in den Stadtwiesen bei Bublitz vorhanden. Die bedeutendsten Kalkmergelwerke Norddeutschlands sind:

1. Ostdeutsche Kalkmergelwerke G. m. b. H. in Danzig: Gilgenburg und Seelesen (Kreis Osterode), Ostpreussen; Carthaus (Kreis Carthaus) und Sagorsch (Kreis Neustadt), Westpreussen; Bonin (Kreis Köslin), Roschütz (Kreis Lauenburg) und Neustettin (Kreis Neustettin), Pommern. 2. Westpreussische Kalkmergelwerke (Dr. Bensing & Schopenhauer) G. m. b. H. in Danzig: Ober-Kahlbude (Kreis Carthaus), Kelpin und Semlin (Westpreussen). 3. R. Mrzyk, Allenstein: Kalkmergelwerk Kruglanken (Ostpreussen). 4. Kalkmergelwerk Neumark, G. m. b. H., Neumark (Westpreussen): Mroczenko bei Löbau (Westpreussen). 5. A. Levy, Polzin (Pommern): Gramenz (Pommern). 6. Posener Kalkwerke, G. m. b. H., Friedheim an der Ostbahn: Friedheim bei Wirsitz (Posen). 7. Bromberger Zementkalkfabrik (Bromberg, Berliner Strasse 26): Kalkbaggerei Fuchsschwanz bei Bromberg (Posen).

Anhangsweise sei noch kurz einer im Aussterben begriffenen Kalksteinindustrie gedacht, die seit Jahrhunderten in ganz Ostpreussen umging und auf dem reichen Gehalt der Endmoränen-Kiesberge an nordischen, silurischen Kalkgeröllen begründet ist. Namentlich im südlichen Ostpreussen, in Masuren, war diese Kalkindustrie in so umfangreichem Masse verbreitet, dass alle Kiesberge im Zuge der Endmoränen nach Kalkgeröllen durchwühlt erscheinen und dadurch eine eigentümlich pockennarbige Oberfläche aufweisen, die allen diesen Bergen eigen ist. Die faust- und fussgrossen silurischen Kalkgerölle wurden aus dem Kiese gegraben und gesammelt und in primitiven Feldkalköfen gebrannt, deren Reste man am Fusse zahlreicher Endmoränenberge noch heute sieht. Diese Kalkbrennerei war in früheren Jahrhunderten, als das Brennholz in Masuren kaum Wert besass, eine einträgliche Industrie; jährlich wurden in Ostpreussen viele Tausende von Tonnen gebrannten Kalkes erzeugt. Noch heute tragen zahlreiche dieser Endmoränen-Kiesberge den alten Namen „Kalkberg". Hie und da sieht man noch heute gelegentlich die alte Kalkbrennerei betreiben. Die vorstehende Abb. 13 zeigt einen noch vor wenigen Jahren in Betrieb gewesenen derartigen Feld-Kalkofen, der am Bergabhang aus kopfgrossen Granit-Feldsteinen errichtet ist und ovalen Durchschnitt besitzt. Ein solcher Feldofen ist meist nur wenig über 2 m

Abb. 13 Masurischer Kalkofen

hoch und besitzt unten ein dreieckiges Feuerloch, das in den nach oben durch einen vorspringenden Steinrost abgeschlossenen Heizraum des Ofens führt.

5. Die Steinbrüche am Koschenberg bei Senftenberg (Lausitz).

Im äussersten Süden der Provinz Brandenburg, nahe der sächsischen Grenze, taucht als einer der Vorberge des festen Steingrundes des Königreichs Sachsen an Südrande des Senftenberger Braunkohlenreviers als steiler Bergkegel der Koschenberg auf, der aus silurischen Gesteinen aufgebaut ist. Sowohl die geschichteten Grauwacken-Ablagerungen dieses Bergzuges wie die mächtigen ihnen eingelagerten eruptiven Diabaslager haben zu einer ausgedehnten Steinbruchsindustrie am Koschenberg geführt, die beide in einer Hand vereinigt sind. Regierungsbaumeister A. Roscher in Dresden-Altstadt, Schweizer Strasse 14, betreibt sowohl den grossen Grauwackensteinbruch wie den Grünsteinbruch bei Gr.-Koschen im Kreise Kalau.

6. Die norddeutschen Bernstein-Vorkommen.

Anhangsweise seien noch die Bernsteinlagerstätten aufgeführt, deren Hauptvorkommen an der Ostseeküste Ostpreussens, an der West- und Nordküste des Samlandes (der uralten „Bernsteinküste") und an der Kurischen Nehrung liegen. Die ursprüngliche Lagerstätte des Bernsteins ist ein bestimmter Horizont im Unteroligozän der Tertiärformation, die an der steilabfallenden West- und Nordküste des Samlandes etwa im Meeresniveau unter mächtigeren Diluvialablagerungen und jüngeren Tertiärschichten zutage tritt. Hier hat der Anprall der Meereswogen das Ufer benagt und den in seiner Brandung (Seeschälung) liegenden Bernsteinhorizont, die sogenannte „blaue Erde", nicht nur blossgelegt, sondern teilweise vollkommen ausgewaschen. Durch diesen natürlichen Aufbereitungsprozess wird seit alters der leichte Bernstein von den Meereswellen hin- und hergerollt, bis er bei grösseren Seestürmen zusammen mit den ebenso leichten Seetangmassen an den Strand geworfen wird. Nach Eroberung des Samlandes durch den Deutschen Orden ward der Bernstein ein Regal, das dem Orden allein zustand; der preussische Staat hat dieses Regal vom Deutschen Orden übernommen und übt es weiter aus. Neben der Bernsteinfischerei längs des Strandes des Samlandes und der Kurischen Nehrung, die noch heute von der Fischerbevölkerung des Strandes nach stärkeren Seestürmen ausgeübt wird, ist schon im Ausgange des Mittelalters das Graben des Bernsteins in den Uferbergen ausgeübt worden. Lediglich diese Bernsteingräbereien sind an dieser Stelle näher zu betrachten. Zeitweise (z. B. bereits ums Jahr 1690 bis zum vorigen Jahre) ist der Bernstein nicht nur im Tagebau, sondern auch unterirdisch bergmännisch in der Umgebung von Palmnicken und an anderen Strandorten gewonnen worden. Neuerdings aber wird auch das staatliche Bernsteinwerk Palmnicken wieder in einen Tagebau umgewandelt. Das ist gegenwärtig die einzige Stelle, wo der Bernstein auf seiner ursprünglichen, tertiären Lagerstätte gegraben wird, obwohl im Samlande noch an einer grösseren Anzahl von Punkten der Horizont der Bernstein führenden „blauen Erde" vorhanden ist. Der leichte Bernstein ist aber schon zur Eiszeit durch Zerstörung grosser Teile der ursprünglichen tertiären Bernsteinablagerung mit den diluvialen Ablagerungen weit in das Land hinein verschleppt worden; vereinzelt findet man ihn daher in vielen Kieslagern und Mergelgruben; in grösseren Anhäufungen und Nestern tritt er namentlich in Kiesablagerungen auf, die durch stark fliessende Gewässer abgesetzt worden sind (z. B. im Untergrund von Berlin, selbst noch südlich von Leipzig bei Connewitz usw.). Ein ausgedehntes diluviales Bernsteinvorkommen ist im Jahre 1811 in Masuren (im südlichen Teile von Ostpreussen) am Südabhang des Baltischen

Höhenrückens entdeckt und ein halbes Jahrhundert lang mit Vorteil ausgebeutet worden, trotzdem die Art der Gewinnung (Duckelbau) recht unpraktisch gewesen ist Man ging bei diesen Bernsteingräbereien derart zu Werke, dass die Arbeiter an beliebigen Stellen mit langstieligen Spaten in dem Sand bzw. kiesigen Sand Versuchsgruben anlegten, die bis 4 m tief niedergebracht wurden. Fanden sie in dem Schurfe kein oder nur wenig Sprockholz, so war keine Aussicht auf Bernstein und die Grube wurde wieder zugeworfen. Wurde nun in der Nähe in einem anderen Loche reichlicher Sprockerde und Holz und darunter der Bernstein angetroffen, so wurde die Grube nach und nach immer mehr erweitert, bis schliesslich das ganze Bernsteinnest ausgehoben und abgebaut war. Trotz dieses Raubbaus war der Ertrag der Bernsteingräbereien nicht gering; manche Bernsteingräberei brachte jährlich 1000 bis 2000 Taler Gewinn. Der masurische Bernstein ist von ausgezeichneter Qualität und führt teilweise Stücke von erheblicher Grösse (1860 z. B. bei Friedrichshoff ein 4¾ Pfund schweres Stück). Solche Bernsteingräbereien befanden sich ausser bei dem erwähnten Orte Friedrichshoff an verschiedenen anderen Stellen in der Umgebung von Willenberg, ferner bei Schodmack, Fürstenwalde und Gross-Schimanen unweit Ortelsburg, bei Leschienen, Willamowen, Adamsverdruss, Aweyden und bei Nikolaiken, endlich in der Königlichen Forst Puppen und Corpellen. Das ausgedehnte diluviale Bernsteinlager in Masuren ist bisher noch nicht eingehend geologisch untersucht und kann trotz seiner riesigen Verbreitung niemals infolge seiner unregelmässigen Lagerungsverhältnisse gänzlich abgebaut werden. Aehnliche ausgedehnte diluviale Bernsteinlager hat Hinterpommern namentlich in den Kreisen Stolp und Bütow aufzuweisen, wo in den vergangenen Jahrhunderten sehr ertragreiche Bernsteingräbereien, z. B. in der Umgebung des danach benannten Ortes Bernstein, bestanden. Weite umfangreiche, altalluviale Bernsteinlager liegen auf beiden Seiten des Kurischen Haffs, bei Schwarzort auf der Kurischen Nehrung und im litauischen Hinterland in der Umgebung von Prökuls (Pempen, Schäferei, Schudnaggen und Prökuls) vor. Bei Schwarzort fand seinerzeit eine ausserordentlich ertragreiche Bernsteinbaggerei in den 60er und 70er Jahren durch die Firma Stantien & Becker statt; zu gleicher Zeit blühten die Bernsteingräbereien am Ostrande des Kurischen Haffs in der Umgebung von Prökuls.

Diese altalluvialen Bernsteinlager am Kurischen Haff sind von der Ostsee abgelagert worden zu einer Zeit, als die Kurische Nehrung noch nicht existierte. Auch diese Ablagerungen sind demnach gleicher Entstehung wie die heutigen Anschwemmungen am Strande der Ostsee sowohl längs des Samlandes wie der Kurischen Nehrung. Durch die Strandströmung wurde und wird noch heute der an der eigentlichen Bernsteinküste aus dem ursprünglichen tertiären Lager ausgespülte Bernstein längs der Küste fortgetragen und bei Stürmen an den Strand geworfen.

Die gesamte Bernsteingewinnung ist, wie bemerkt, Regal des Staates und wird ausgeübt von den Königlichen Bernsteinwerken in Königsberg i. Pr., an deren Sammelstellen auch der mit Erlaubnisschein von den Fischern gewonnene Strandbernstein abgeliefert wird. Die Gewinnung von Bernstein wird auf Antrag gelegentlich auch Privatleuten gestattet, wenn die Gewähr für vollständige Ablieferung des produzierten Bernsteins vorhanden ist.

Auch in Norddeutschland sind an vielen Stellen die Vorbedingungen für eine weitere günstige Entwicklung der verschiedenen Zweige der Steinbruchsindustrie und der Gewinnung nutzbarer Bodenschätze vorhanden. Grosse Lager der verschiedenen Naturprodukte harren hier noch der Erschliessung, während andere schon bestehende Industrien noch bedeutend erweitert werden können.

Hannover, Lippe-Schaumburg und Lippe-Detmold.

Von Prof. W. Hoyer, Hannover.

I. Allgemeine geographische und geologische Verhältnisse.

Auf der nördlichen Abdachung des deutschen Mittelgebirges teilen sich die Fürstentümer Lippe-Detmold, Lippe-Schaumburg und die hannoverschen Lande mit Westfalen und Braunschweig in das ostfälische Hügelland. Die Provinz Hannover greift nach Süden hin noch auf den Solling, den Kaufunger Wald und den Göttinger Wald nebst dem unteren Eichsfeld über und breitet sich nach Norden mit weiter Fläche ins norddeutsche Flachland bis zur Nordseeküste aus. Im Osten gehören ihr noch wesentliche Teile des Ober- und Unterharzes an.

Das ganze Gebiet wird durch die Weser in zwei annähernd gleichwertige Hälften geteilt, deren westliche von der Ems mit der Hase und von der Hunte durchströmt wird, während in der Osthälfte die Aller mit der Leine und deren Nebenflüssen, sowie mit der Oker und Fuse der Weser zueilt. Eine Anzahl kleinerer Wasserläufe wendet sich dann noch an der Ostgrenze der Elbe zu.

Die allgemeinen geologischen Verhältnisse des Gebietes haben in der Arbeit von Stille: Mitteldeutsche Rahmenfaltung, III. Jahresbericht des niedersächsischen geologischen Vereins, Hannover 1910, eine klare und übersichtliche Behandlung gefunden, deren Ergebnisse sich folgendermassen zusammenfassen lassen.

Auf der Nordseite der paläozoischen Horste des deutschen Mittelgebirges liegt eine Region tiefen Absinkens und starker Faltung, welche Stille als „niederdeutsches Becken" bezeichnet und nach Süden durch den „niedersächsischen Uferrand" abgrenzt. Der Verlauf des letzteren und die Lage der alten Horste ist auf der beiliegenden Karte des Gebiets kenntlich gemacht. Während nun die Landflächen der lippischen Fürstentümer ausschliesslich im Norden des niedersächsischen Uferrandes und ganz und gar im niederdeutschen Becken liegen, greift die Provinz Hannover im Süden ziemlich weit über den Uferrand in ein Gebiet über, welches Stille mit dem Namen „mitteldeutsche Festlandsschwelle" belegt; im Osten begreift sie sogar noch Teile des alten Horstes des Harzgebirges in sich.

Im Bereich der lippischen und hannoverschen Lande treten, abgesehen vom hannoverschen Harz, ganz vorwiegend Schichten mesozoischen Alters, daneben stark zurücktretend Ablagerungen des Perms und endlich auf engem Raum bei Osnabrück kleine Schollen des Karbons zutage. Sämtliche vorgenannten Schichten befinden sich vorwiegend in stark gestörter Lagerung, besitzen von Süden nach Norden hin immer häufiger Bedeckung durch Tertiär und Diluvium und tauchen im Flachlande gänzlich unter dieser Bedeckung unter, aus welcher sie nur noch an einzelnen wenigen Punkten inselartig hervorragen.

II. Tektonik und Stratigraphie des Gebiets.

Die technischen Verhältnisse der Nutzgesteine im niederdeutschen Becken und dessen Randgebieten werden in hohem Masse durch die Gebirgslagerungs- und Ausbildungsverhältnisse beeinflusst. So ist beispielsweise der an

und für sich vortrefflich ausgebildete Granit des Brockens durch den Druck, welcher ihn gelegentlich der wiederholten Gebirgsbildungsvorgänge beansprucht hat, bis auf grosse Tiefen hinab derartig zerschottert, dass kaum noch 15 % der an der Oberfläche tretenden Massen als abbauwürdig angesehen werden können. Ein Beispiel für den Einfluss der Ablagerungsbedingungen auf die Verwertbarkeit des Gesteins bietet der Wealdsandstein an der Nordgrenze des hannoverschen Hügellandes. Seine Mächtigkeit schwankt im Bereich des Deisters und der Bückeberge zwischen 30 und mehr als 200 m. Ein und dieselbe Lage bricht an einem Punkte als grobkörniger mürber Sandstein mit mergelig-humosem Bindemittel, in geringer Entfernung am anderen Punkte als ein fester feinkörniger Sandstein mit kieselig-tonigem Bindemittel, der zu allen möglichen technischen Zwecken, selbst zu Treppenstufen und Podestplatten in den Haupteingängen von Schulen usw. Verwendung findet und teilweise bis zu 1200 Atm. Festigkeit besitzt. Aus dem vorgesagten erhellt, dass die Tektonik und Stratigraphie des Gebiets, über welche eine Reihe Arbeiten von Stille, Grupe, v. Koenen und Erdmannsdörffer vorliegen, eine etwas ausführlichere Behandlung erheischen.

A. Die gegenwärtige Schichtenlagerung im Gebiet.

1. Die paläozoischen Horste.

a) Der grosse rheinische Horst taucht schon weit im Süden unter die Kreideschichten des Münsterschen Beckens unter. Seine mutmassliche nordöstliche Grenzlinie ist auf dem geologischen Uebersichtskärtchen angegeben, und nach den bergmännischen Aufschlüssen und den zahlreichen Tiefbohrungen im Bereich des westfälischen Kohlenreviers muss angenommen werden, dass das nordost-südwestlich gerichtete Streichen seiner Sättel und Mulden auch bis an jene Grenzlinie hinan reicht. Bemerkenswerterweise besitzen aber die im Norden des Münsterschen Beckens aus der mesozoischen Umgebung auftauchenden kleinen Schollen paläozoischen Schichten von Ibbenbüren und Osnabrück eine andere Lagerung. Alle drei, der Schafberg bei Ibbenbüren, der Piesberg und der Hüggel bei Osnabrück weisen ein von Westnordwest nach Ostsüdost verlaufendes Streichen auf und sind von streichenden und querschlägig bzw. spiesseckig verlaufenden Verwerfungen durchsetzt. Weiterhin wird auf diese Lagerungsverhältnisse noch zurückzukommen sein.

b) Die kleinen Horstschollen paläozoischen Gebirges bei Witzenhausen, Albungen und Rotenberg im nördlichen Teile des hessischen Waldgebirges und der Horst des Thüringer Waldes liegen weit ausserhalb des hier behandelten Gebietes und mögen deshalb hier nur als östliche Fortsetzung des paläozoischen Randgebirges Erwähnung finden. Ihre Lagerungsverhältnisse sind an anderer Stelle behandelt.

c) Der Harz besitzt einen ausgeprägten Faltenhorstcharakter. Die paläozoischen Kernschichten des Gebirges werden auf der Nordseite durch eine Randverwerfung von teilweise sehr grosser Sprunghöhe von den jüngeren Randschichten getrennt, im Süden von Permschichten transgredierend überlagert. In dem zur Provinz Hannover gehörenden Teile des Oberharzes sind die Kernschichten zu nordost-südwestlich streichenden, zumeist ausserordentlich stark gefalteten Sätteln zusammengeschoben, die häufig von Faltenverwerfungen betroffen und von westnordwestlich verlaufenden Querverwerfungen zerrissen sind. Charakteristische Beispiele solcher Lagerungsverhältnisse bieten der grosse Goslarer Devonsattel, dessen Südflügel eine Anzahl von Südosten her überschobener Spezialsättel enthält, der Oberharzer Diabaszug und der Silurzug des Bruchberges und des Ackers, welche gleichfalls aus Einzelsätteln mit Faltenverwerfungen und Querverschiebungen bestehen.

In dem ostsüdöstlich vom Brocken belegenen Teile des Unterharzes bei Elbingerode herrschen gleichartige Lagerungsverhältnisse vor, aber hier verläuft das Streichen der Sättel angenähert westöstlich. Besonders hervorzuheben sind der Büchenberg - Hartenberg - Sattel und der Elbingeroder Hauptsattel mit ihren in technischer Beziehung bedeutsamen Aufschlüssen.

2. Das Gebiet des niederdeutschen Beckens.

a) Westhälfte. Die mesozoischen Schichten des Gebietes westlich der Weser sind ganz vorwiegend zu nordwest-südöstlich streichenden Sätteln gefaltet, die von gleichlaufenden Mulden begleitet sind. Besondere Bedeutung besitzen die folgenden.

α) Die Randzone des Teutoburger Waldes. Im wesentlichen wird die Abgrenzung der westfälischen Kreidemulde durch einen grossen Sattel — Stilles Osningsattel — von recht verschiedenem Bau gebildet. Teilweise gehen auf seinen beiden Flügeln Kreideschichten zutage. Sodann ist sein Südwestflügel auf beträchtliche Erstreckung abgesunken, wobei die an der Sattelspalte liegenden Kreideschichten in rückgefalteter Stellung und teilweise in staffelförmigem Absinken die flacher gelagerten Triasschichten des Gegenflügels unterteufen, welche nicht selten weiter ab von der Axe von streichenden Verwerfungen mit Einbrüchen jüngerer Schichten betroffen sind. Im Süden von Detmold vermindert sich das Absinken des Südwestflügels immer mehr, am Sattelaufbruch streichen ältere Schichten dieses Flügels aus, und die Axe dreht in annähernd nord-südliche Richtung ab. Dabei treten hier eine Reihe neuer streichender Störungslinien auf.

β) Einige Störungslinien im nordöstlichen Vorlande. Hierher gehören der Triassattel von Holte bei Osnabrück, einige flache Aufwölbungen im Lippischen Berglande, der Triassattel von Pyrmont, dessen nordwestliche Verlängerung im westfälischen Keuper- und Liasgebiete erkennbar ist, und der nahezu west-östlich streichende Liasgraben von Falkenhagen, deren Bau zu keinen besonderen Bemerkungen Veranlassung geben.

γ) Endlich ist noch der einfach gebaute Sattel von Bentheim, westlich von Osnabrück, zu erwähnen, welcher mit ganz flacher Aufwölbung von Westen nach Osten streicht. Sowohl auf dem Bentheimer wie auf dem Isterberg-Flügel dieses Sattels gehen ziemlich mächtige Sandsteine der Unteren Kreide zutage, welche gutes Baumaterial liefern.

b) Osthälfte. Hügelland. Gegenüber den grossen Buntsandsteintafeln des Sollings usw. im Süden des Hügellandes besitzen die Sättel und Mulden des Hügellandes östlich der Weser, in deren Bereich vielerorts sehr grosse Steinbruchbetriebe umgehen, recht oft einen verwickelten Bau. Manche von ihnen weisen stark unsymetrische Flügelstellungen und bedeutende Querverschiebungen auf. Viele Mulden sind als Grabenversenkungen oder Versenkungsbecken ausgebildet. Das Streichen der Axen verläuft im allgemeinen von Nordwest nach Südost, doch kommen auch nord-südliche, in einzelnen Fällen nordost-südwestliche Streichrichtungen, diese beiden letzteren etwas häufiger unweit der Ostgrenze des hier behandelten Gebietes vor.

Das Hügelland der Osthälfte lässt sich in übersichtlicher Weise derartig in Unterabteilungen zerlegen, dass man den nördlich von der weiter unten zu besprechenden Sattellinie Tienberg—Hildesheimer Wald—Salzgitter liegenden Teil von dem südlich dieser Linie belegenen trennt und in dem letzteren je eine Gruppe von Störungslinien westlich und östlich vom Graben des unteren und vom Sattel des mittleren Leinetals bildet. Doch sei dabei ausdrücklich hervorgehoben, dass diese Unterteilung lediglich den orohydrographischen

Verhältnissen, nicht dem Verlauf der gebirgsbildenden Vorgänge des Gebietes entspricht.

Die ausgedehnten Buntsandsteinmassive von Südhannover werden zweckmässig vorweg zusammen besprochen.

α) Die Buntsandsteinbezirke des Kaufunger Waldes, des Bramwaldes, des Sollings, des Göttinger Waldes und des hannoverschen Eichsfelds bilden grosse schwach gefaltete Tafeln, welche vorwiegend von starken Randbrüchen begrenzt sind. Im Solling treten besonders scharf lang hinziehende nord-südlich, aber auch nordwest-südöstlich gerichtete Störungslinien, ausserdem eine grosse, die ganze Sollingtafel von Derenthal bis Deukiehausen durchsetzende, also südwest-nordöstlich gerichtete Störung hervor. Letztere und der grösste Teil der erstgenannten sind als Gräben ausgebildet, in denen jüngere Triasschichten und tertiäre Gesteine eingesunken sind. Auch die Basaltvorkommen des Sollings, des Bram- und Kaufunger Waldes sind an solche Grabenversenkungen gebunden. Auf dem Eichsfeld tritt vor allem die nahezu 5 km lange Grabenversenkung des Langfasts zwischen Levershausen und Gillersheim sehr deutlich in die Erscheinung. Sie verläuft nahezu west-östlich, ist von querschlägigen und diagonalen Sprüngen durchzogen und enthält Schollen des Röts und Wellenkalks, welche zwischen Mittlerem Buntsandstein und Röt abgesunken sind.

β) Die Grabenversenkung des oberen Leinetals scheidet Kaufunger Wald und Solling vom Eichsfeld und Göttinger Wald. An starken Randbrüchen abgesunken liegen in ihr vielfach zerstückelte Schollen von Muschelkalk, Keuper und Lias, welche im Verein mit den Geländeformen den Verlauf des süd-nördlich streichenden Grabens auf der ganzen Linie zwischen Eichenberg und Nörten recht deutlich hervortreten lassen.

γ) Der Sattel des mittleren Leinetals. Er beginnt bei Harriehausen wenige Kilometer vom Westrand des Harzes entfernt und streicht von da in nordwestlicher Richtung bis nach Bauteln und darüber hinaus. Seine beiden Flügel stehen im Bereich des Leinetals windschief einander gegenüber, dergestalt, dass der Nordostflügel im nordwestlichen Teile, der Südwestflügel im südöstlichen Teile des Sattels eine starke Absenkung gegenüber dem Gegenflügel erlitten hat. Auf beiden Flügeln zeigen sich streichende Verwerfungen, ebenso sind auch eine Anzahl von Querbrüchen mit nicht unbeträchtlichen Sprunghöhen vorhanden. Als älteste Schichten streichen in einzelnen Punkten Dolomite und Gipse des Oberen Zechsteins aus, im übrigen sind an der Sattelspalte Buntsandstein- und Muschelkalkschichten zutage gehend. Infolge des Absinkens des Südwestflügels im südöstlichen Teil des Leinetals sind hier stellenweise viel jüngere Schichten bis zur Unteren Kreide an der Sattelspalte eingesunken; ebenso sind auch Reste eingesunkener Tertiärgesteine vorhanden. Die Leine verläuft von ihrem Eintritt in die Sattellinie bis zum Orte Freden im Gebiet des Nordostflügels, von Freden bis Förste im Bereich der Sattelspalte selbst, tritt alsdann in den Bereich des Gegenflügels ein und wendet sich schliesslich wieder der Sattelspalte zu, welche sie endlich bei Brüggen verlässt.

Die Sättel und Mulden westlich vom Leinesattel.

δ) Der Buntsandsteinsattel der Ahlsburg bildet zu einem Teile die nordöstliche Begrenzung des Sollingabbruchs. Vom Solling ist er durch eine Bruchzone getrennt. Sein Nordostflügel hat offenbar beträchtliche Aufpressung erlitten und ist etwas auf den abgesunkenen Gegenflügel überschoben. Die südöstliche Endigung liegt noch nicht ganz fest. Möglicherweise setzt der Sattel noch über das Leinetal hinüber bis an die Eichs-

feldplatte hinan fort, denn die Leine selbst durchschneidet an der Endigung des Leinetalgrabens Triasschichten, welche in der Verlängerung der Ahlsburgachse sattelförmig gelagert sind. Vielleicht ist dabei die Endigung des Leinegrabens in dem Zwickel zwischen Ahlsburg und Solling zu suchen.

ε) Nördlich von der Ahlsburg folgt die Markoldendorfer Mulde. Sie besteht aus einem Versenkungsbecken, in welches an starken Randbrüchen Keuper- und Liasschichten eingesunken sind. In der nordwestlichen Verlängerung der Mulde liegt eine Zone ausserordentlich heftig gestörter Triasgesteine, welche bis zur Weser die nördliche Umrandung des Sollings bildet. In die südöstliche Endigung dieser Zone setzt der grosse Grabenbruch Derenthal— Deukiehausen, welcher, wie oben ausgeführt, den ganzen Solling durchquert, fort.

ζ) Weiter nach Norden folgt der grosse Buntsandsteinsattel des Voglers und des Elfas. Dieser besitzt wiederum nordwest-südöstliche Streichrichtung und ist von einer Anzahl streichender und querschlägiger Verwerfungen durchzogen. Insbesondere ist der Südwestflügel sehr stark gestört gelagert. Seine Schichtenstellung ist zudem noch durch eine recht weitgehende Auslaugung des Zechsteinsalzes beeinflusst, welche ansehnliche Absenkungen der Hangendschichten hervorgerufen hat. Als älteste streichen Dolomite und Gipse des Oberen Zechsteins aus. An den Verwerfungen finden sich verschiedentlich eingesunkene Tertiärschollen.

In der südöstlichen Verlängerung der Elfasachse tritt der Muschelkalksattel des Einbecker Stadtwaldes hervor, in welchem verschiedene streichende Keupergräben von ansehnlicher Länge zu beobachten sind. Auch der Buntsandstein von Negenborn-Rittierode-Sievershausen ist noch als weitere südöstliche Verlängerung der ganzen Sattellinie anzusehen, wenn auch seine Lagerung keinen deutlichen Sattelcharakter zeigt und einige Nordsüdbrüche die Schichtenstellung beeinflussen.

η) Im Nordosten grenzt an den Elfassattel die Mulde des Ith und Hils, welche aus Schichten des Oberen Jura und der Kreide aufgebaut ist. Sie besitzt die Form einer langgezogenen Ellipse und ist von zahlreichen Verwerfungen durchsetzt. Unter diesen treten besonders drei streichende Brüche hervor, an welchen teils einfache Verwerfungen, teils Ueberschiebungen der Schichten erfolgt sind. Die ganze Mulde ist erheblich zusammengeschoben, die Ränder sind emporgepresst, die inneren Schichten abgesunken, so dass an manchen Punkten recht verwickelte Lagerungsverhältnisse herrschen.

Vor der Südostendigung der Hilsmulde liegt das Versenkungsbecken von Greene-Kreiensen, welches auch noch ziemlich weit nach Süden in den Nordostflügel des Einbecker Stadtwaldsattels hineingreift. In diesem Becken sind Trias- und Juraschollen an zahlreichen Bruchlinien eingesunken, welche teils angenähert nord-südliche Richtung besitzen, teils vom Harz herkommend noch weiter nach Nordwesten an der Hilsmulde entlang ziehen und hier gleichfalls starke Schichtenverwerfungen erzeugen.

Auf dem rechten Leineufer tritt sodann in der südöstlichen Verlängerung der Hilsmuldenachse die ziemlich stark zerrissene Muschelkalkmulde von Heckenbeck-Gandersheim auf. Im südöstlichen Teile des Muschelkalkzuges ist die Schichtenlagerung durch verschiedene Nordsüdbrüche beeinflusst, welche von anderen, vom Harz heranziehenden Verwerfungen gekreuzt werden. Hier liegt auch zwischen derartigen Brüchen die versenkte Jurascholle von Kalefeld, in der namentlich die mächtig entwickelten Kalke und Dolomite des Oberen Jura sich fremdkörperartig von den Triasschichten ihrer Umgebung abheben.

9) Im Norden der Hilsmulde liegt schliesslich eine Gruppe von Sätteln und Mulden, die sich als Deister-Wesergebirgsgruppe zusammenfassen lässt. In der Gruppe, deren Leitlinien vorwiegend in nordwest-südöstlicher Linie verlaufen, streichen mit Ausnahme des schmalen Flächenstreifens zwischen der nordwestlichen Endigung der Hilsmulde und dem Osterwald, welcher vom Keuper eingenommen wird, ausschliesslich Schichten des Jura und der Unteren Kreide aus, welche hier eine sehr mächtige Entwicklung erfahren und zu grossen Steinbruchbetrieben Veranlassung gegeben haben. Am schärfsten ausgeprägt tritt der Deistersattel hervor. Sein Nordostflügel ist mässig steil aufgerichtet, von streichenden Verwerfungen durchzogen und an den beiden Enden auch von einigen Querbrüchen durchsetzt. Der Gegenflügel ist grösstenteils an der Sattelspalte abgesunken und bildet den Nordostflügel einer Versenkungsmulde, in welcher zwischen Deister und Süntel und im Osterwald Schichten des Oberen Weissen Jura und der Unteren Kreide, namentlich Wealdschichten lagern. In dem breiten Tale zwischen Deister und Süntel sind die abgesunkenen mesozoischen Schichten vielfach vom Diluvium bedeckt, während sie in der Versenkung des kleinen Deisters, des Nesselberges und Osterwaldes unmittelbar zutage gehen. Hier weisen sie zahlreiche streichende, spiesseckige und querschlägige Verwerfungen auf, welche teilweise beträchtliche Sprunghöhen besitzen. Die südwestliche Begrenzung der ganzen Versenkung wird im Nordwesten durch den Süntelabbruch, eine Verwerfung von mässiger Sprunghöhe, gebildet. Dagegen ist der Randbruch im Südosten, also am Osterwald, um so beträchtlicher, denn er legt die Untere Kreide beim Orte Osterwald neben Lias, weiter nach Norden bei Brünighausen sogar neben Keuper.

Der die eben besprochene Muldenversenkung an ihrem Südwestrande begrenzende Sattel tritt weit weniger scharf hervor als der Deister. Seine Achse verläuft im Südosten zwischen Hilsmulde und Osterwald, und hier ist sogar an der Sattelspalte in geringer Tiefe ein in die Höhe gepresster Pfeiler von Zechsteinsalz erbohrt worden. Am Süntel, weiter nach Nordwesten hin, ist die Aufrichtung der aus Juraschichten bestehenden Flügel eine äusserst geringe, und erst an der nördlichen Endigung am Heisterberge tritt der Sattel deutlicher in die Erscheinung. Dabei liegt hier die Endigung der vorhin besprochenen Versenkung zwischen ihm und dem Deistersattel. Ungefähr an diesem Punkte biegen ferner die Schichten des Wealds, welche in die Bückeberge hinein fortsetzen, ziemlich scharf nach Westen ab und legen sich im weiteren Verlauf als Hangendschichten vor den Weissen Jura der Weserkette, welche vom Süntel her aus der südost-nordwestlichen in die west-nordwestliche Richtung abschwenkt. Der Süntel selbst besteht auf der Ostseite aus dem vom Heisterberg herkommenden bereits besprochenen Sattel und der querschlägigen Aufbiegung des Westflügels dieses Sattels in ganz flaches nordöstlich gerichtetes Einfallen. Namentlich im südlichen Teile des Süntels treten eine ganze Anzahl verschieden gerichteter Verwerfungen hervor, welche teilweise ziemlich beträchtliche Sprunghöhen besitzen und die Schichtenlagerung zu einer recht unregelmässigen machen. Die Weserkette stellt einen im allgemeinen einseitig nach Nordosten bzw. Nordnordosten geneigten Zug von Juraschichten dar, welcher gleichfalls von streichenden und querschlägigen Brüchen durchzogen ist.

Endlich sind noch zwei Sattellinien zu erwähnen, von denen je eine der Südost- bzw. Nordwestendigung der vorbesprochenen Gruppe vorgelagert ist, ohne dass ihre Beziehungen zu dieser mit Sicherheit festzustellen sind. Im Südosten tritt der kleine südwest-nordöstlich streichende Sattel von Sorsum-Adensen hervor, welcher unverkennbar den Lauf der Leine stark

beeinflusst. Sein Nordwestflügel besteht aus Buntsandstein, der Südostflügel ist ziemlich stark abgesunken.

Im Nordwesten dagegen hebt sich ungefähr in der Verlängerung des Deisters am Westrande des Steinhuder Meeres der Sattel der Rehburger Berge ziemlich unvermittelt aus der Ebene heraus. Der Kern des Sattels besteht aus Oberem Weissjura, auf den Flügeln legen sich Wealdschichten an. Das Streichen des Sattels verläuft von Südost nach Nordwest; der Südwestflügel fällt recht flach ein, der Nordostflügel ist ganz steil aufgerichtet. Aus dem Diluvium der grossen Niederung zwischen diesem Sattel und den Bürkbergen treten an vielen Stellen die Schiefertone der Unteren Kreide — Valanginien und Hauterivien — hervor, welche hier in einer grossen Mulde über den Wealdschichten lagern. Die aus den beiden soeben beschriebenen nordwestlich streichenden Jurasätteln mit der dazwischenliegenden Muldenversenkung bestehende Gruppe wird im Nordosten durch eine oberflächlich nur wenig aufgeschlossene Mulde des Deister-Vorlandes, in welcher Untere Kreide lagert, im Südwesten durch das Keupergebiet der mittleren Weser begrenzt, in welchem die Schichten flach gelagert sind.

Die Sättel und Mulden östlich vom Leinesattel.

t) Der Grabeneinbruch am Westrand des Harzes, welcher schon die Buntsandsteintafel des Eichsfeldes von Süden nach Norden durchzieht, ohne dort durch Nebeneinanderlagerung von Gesteinen verschiedener Zonen auffällig zu werden, tritt am Harz ganz besonders augenfällig hervor. Das ist namentlich in dem 4 bis 5 km breiten Grabenstück zwischen Badenhausen und Herrhausen der Fall, welcher von den schmäleren, südlich und nördlich anstossenden Grabenteilen durch zwei grosse, aus dem Harz heraus in nordwestlicher Richtung weit ins Vorland hinein verlaufende Störungslinien getrennt wird. In diesem breiten Grabenstück erreicht die Zerstückelung der eingesunkenen Schollen von Perm, Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper das Höchstmass. Nord-südlich und nordwest-südöstlich verlaufende Verwerfungen kreuzen sich, ändern ihre Richtung, gehen ineinander über und lassen manchmal nur kleine Schollenstücke von kaum 100 m Seitenlänge unberührt zwischen sich liegen. Häufig werden die aus dem Harz kommenden nordwestlich verlaufenden Spalten von den Nordsüdbrüchen verworfen. Selbstverständlich sind dabei die Zechsteinsalze am Harzrand ausgelaugt; und der hierdurch verursachte weitere Niederbruch der Hangendschichten hat deren Lagerung noch gestörter gemacht. Infolgedessen ist auch die Gesteinszertrümmerung im Bereich des Grabens eine sehr weitgehende.

z) Die Kreidemulde des Sackwaldes und der Sieben Berge besteht aus Schichten der Unteren und der älteren Oberen Kreide, welche über dem Lias lagern und im Gegensatz zu den Schichten der bereits beschriebenen, westlich vom Leinesattel liegenden Hilsmulde wenig gestört sind. Stärkere Bruchspalten treten erst in den Trialschichten der Ränder der nordwestlich streichenden Mulde auf. An der südlichen Endigung derselben ist bei Dannhausen in ähnlicher Weise wie am Kahleberg Lias und Oberer Jura in Muschelkalk eingesunken.

i) Der Buntsandsteinsattel von Gross-Rhüden besitzt gleichfalls nordwestliches Streichen. Zahlreiche streichende und querschlägige oder spiesseckige Verwerfungen treten in den hangenden Schichten beider Sattelflügel auf, wenn auch die Störungen hier nicht ganz das Mass erreicht haben, welches bei einer Anzahl der bislang beschriebenen Sättel zu beobachten ist. An der südöstlichen Endigung des Sattels macht sich übrigens die Nähe des grossen Grabeneinbruchs vom Westrand des Harzes

dadurch bemerkbar, dass das Zechsteinsalz im Liegenden des Buntsandsteins ausgelaugt ist.

μ) Als letzter bedeutsamer Sattel ist hier endlich noch der Buntsandsteinsattel von Lutter a. Barenberge anzuführen, welcher sich von der Nordwestecke des Harzes nach Norden verschiebt. Seine sämtlichen Schichten bis in die Obere Kreide hinein sind an der nördlichen Sattelwende sehr stark von Verwerfungen aller möglichen Richtungen durchzogen und zerstückelt. Manche Verwerfungen sind an der Oberfläche durch Erdfälle angedeutet, welche auf Auslaugungen von Gips und Salz hinweisen, die von den Spaltenwassern hervorgebracht sind.

ν) Nördlich von den bisher besprochenen setzt die Sattellinie ein, welche den rechts von der Weser belegenen Teil der Provinz Hannover fast in seiner ganzen Ausdehnung von Nordwesten nach Südosten durchquert. Ihre nordwestliche Endigung steht noch nicht fest. Sie ist jedoch im Flachlande bereits auf mehr als 8 km Länge zwischen dem Steinhuder Meere und der Weser durch Tiefbohrungen und Schürfe nachgewiesen. Südöstlich vom Steinhuder Meer tritt sie zunächst im Buntsandstein des Tienberges bei Wunstorf hervor; und ihr Verlauf ist dort durch die Strecken zweier Kaliwerke, welche auf den Zechsteinsalzen des Sattels bauen, gut geklärt. Weiterhin ist derselbe durch ausgedehnte Steinbrüche und alte Kohlenstolln und Schächte am Stemmer Berge erschlossen. Im Sattelkern streicht hier Mittlerer Jura aus, über welchem transgredierend der jüngste Weissjura und die Untere Kreide in Gestalt des Wealds folgen. Der Südwestflügel ist nur mässig, der Gegenflügel steil aufgerichtet, zum Teil senkrecht stehend und von einzelnen flachfallenden Verwerfungen durchzogen, an denen die Schichten um geringe Beträge nach Norden verschoben sind.

Weiterhin nach Südosten treten nach und nach wieder ältere Schichten an der Sattelspalte auf; so zunächst am Limberg, Harberg und Abraham östlich von Eldagsen, wo auf 5 km Länge im Westflügel Muschelkalk ausstreicht, welcher mehrfach gefaltet und bis zur Ueberkippung aufgerichtet stellenweise über den aus Keuperschichten bestehenden und offenbar abgesunkenen Nordostflügel überschoben ist.

Auf der Ostseite des Leinetals beginnt sodann mit dem Hildesheimer Walde der Buntsandstein wieder in seine Rechte als Kernschicht des Sattels einzutreten. An einigen Punkten ist sogar Zechsteingips in der Auswaschung der Sattelspalte sichtbar. Streichende und querschlägige Verwerfungen fehlen nicht und erreichen verschiedentlich ansehnliche Sprunghöhen. Südöstlich von Hildesheim nimmt die Sattelachse immer mehr östliche Richtung an, biegt dann sogar bei Derneburg nach Nordosten und gleich darauf wieder nach Osten um. Im Bereich dieser S-förmigen Krümmung, welche von zahlreichen Bruchspalten begleitet ist, verschwindet der Buntsandstein an der Sattelachse unter dem Muschelkalk und tritt erst wieder an die Oberfläche, nachdem die Sattellinie bei Grasdorf wieder östliche Richtung eingeschlagen hat. Diese behält sie auf etwa 8 km Länge bei, um alsdann bei Lichtenberg letztmalig in südsüdöstliche Richtung abzubiegen.

Mit dieser Richtungsänderung beginnt der letzte Abschnitt der grossen Linie, welcher als Salzgitterer Höhenzug bezeichnet wird. Er endigt wenige Kilometer nördlich vom Harzrande bei Goslar und weist das Höchstmass an Verwerfungen der verschiedensten Richtungen und an Schichtenzertrümmerung auf.

Wenige Kilometer weiter nach Osten wird nochmals ein etwa 8 km langer nordwestlich streichender Höhenzug vor dem Harzrande sichtbar, der Harlyberg, welcher aus einem Triassattel besteht. Im Nordostflügel geht Bunt-

sandstein zutage; der Südwestflügel ist abgesunken und seine Schichtenköpfe sind vom Diluvium bedeckt.

Salzgitterer Höhenzug und Harlyberg werden vom Harz durch den nordwestlichen Abschnitt der subhereynen Kreidemulde geschieden, deren südwestlicher Hügelrand, soweit er den Harz berührt, überkippt und vom Kerngebirge des Harzes durch eine grosse, mit Ueberschiebung des Harzhorstes über den Muldenrand verbundene Verwerfung getrennt ist.

Die Sättel und Mulden im Norden der eben besprochenen grossen Linie besitzen in der Provinz Hannover, soweit das Hügelland reicht, vorwiegend nördliches oder nordnordöstliches Streichen. Da in ihrem Bereich weniger Steinbruchbetrieb als Salzbergbau umgeht, so genügen einige kurze Angaben über ihren Bau.

ξ) Von Westen her eröffnet der angenähert süd-nördlich streichende Sattel von Ronnenberg südlich von Hannover die Reihe. Auf seinem Westflügel ist der Buntsandstein überkippt, die Hangendschichten sind von zahlreichen Störungen durchzogen, welche namentlich den Mittleren und Oberen Jura betroffen und sehr stark verschoben haben. Im Sattelaufbruch ist das Zechsteinsalz sehr erheblich in die Höhe gepresst. Der Ostflügel, in welchem nur am Orte Ronnenberg Buntsandstein ausstreicht, während sonst jüngere Schichten zutage gehen, ist auf den Sattelkern, also das Salz, überschoben. In beiden Flügeln treten verschiedentlich Verwerfungen auf.

ο) Als nächster Sattel ist der Giesen-Schuder Zechsteinsattel aufzuführen, welcher nach Norden hin sehr weit ins Flachland hinein fortsetzt. Er schart sich südlich von Hildesheim vom Sattel des Hildesheimer Waldes ab und nimmt bald eine nördlich bis nordnordöstliche Streichrichtung an. In seinem südlichsten Teile tritt er zunächst als Muschelkalksattel mit Rötausstreichen an der Sattelspalte, dann als Buntsandsteinsattel auf, und ist hier von zahlreichen Verwerfungen aller Art sehr stark zerstückelt und verschoben. Im mittleren Teile stellt er einen bis dicht unter die Erdoberfläche emporgepressten Zechsteinsalzpfeiler dar, neben welchem viel jüngere Schichten bis zur Oberen Kreide hinauf lagern. Im nördlichen Teile endlich zwischen Bledeln und Lehrte tritt er als ein Zechsteinsattel auf, welcher ganz die gleiche Struktur besitzt wie der Ronneberger Sattel. Es ist also auch hier der Buntsandstein des Westflügels stellenweise überkippt, der Ostflügel auf den Sattelkern aufgeschoben. Durch diese starke tangentiale Druckbeanspruchung und zahlreiche streichende und querschlägige Verwerfungen sind die Gesteine der Flügelschichten sehr zerstückelt und verquetscht. Vom Ronneberger ist der Schuder Sattel durch eine Kreidemulde getrennt, welche gleichfalls nicht von Bruchlinien frei ist*).

π) Bei Hoheneggelsen, etwa 17 km ostnordöstlich von Hildesheim, hebt sich ganz unvermittelt ein S-förmig gekrümmter Hügel von Weissjura aus der flachwelligen Kreidelandschaft heraus. Seine Schichten streichen ungefähr ostnordöstlich, fallen nach Süden ein und unterteufen die Schiefertone der Unteren Kreide. An der Ostendigung biegt die ganze Gesteinsfolge scharf nach Norden um, wobei mehrere Verwerfungen auftreten, welche nach Norden hin fortsetzen. Wahrscheinlich ist der Nordflügel stark abgesunken, so dass seine Schichtenköpfe gar nicht mehr sichtbar werden.

*) In einer neueren Arbeit über den Ronnenberger Sattel, welche in der Festschrift der 59. infolge des Krieges ausgefallenen Hauptversammlung der Naturforscher und Aerzte enthalten ist, gruppiert Stille einige der südlich von Hannover belegenen Sättel etwas anders wie vorstehend beschrieben. Er fasst den Limberg-Abraham-Sattel und den Hildesheimer Wald als südliche Fortsetzung des Ronnenberger Sattels, zweitens den Sorsumer als Fortsetzung des Schuder Sattels, drittens den Giessener als selbständigen Sattel, viertens den Deistersattel als Fortsetzung des Leinetalsattels auf. Die technischen und die Lagerungsverhältnisse der hier in Frage kommenden Gesteine werden indes hierdurch in keiner Weise berührt.

φ) Weiter nördlich wird dann bei Gross-Ilsede der Zechsteinsattel des Bolzberges sichtbar, welcher wie der vorige nahezu ostnordöstliches Streichen besitzt. Sein Südflügel, in welchem Röt und Muschelkalk zutage gehen, ist wie beim Ronnenberger und Schuder Sattel auf den Salzpfeiler des Sattelkerns überschoben. Auf dem Nordflügel werden nur Schichten der Oberen Kreide sichtbar.

χ) Endlich ist noch im Norden des vorigen der Zechsteinsalzpfeiler von Oelheim bei Peine zu erwähnen, welcher süd-nördliches Streichen besitzt und auf dessen Westflügel ansehnliche Sandsteinschichten des Wealds am Fissenberge zutage gehen. Durch Bohrungen sind auf beiden Sattelflügeln Gesteine der Unteren Kreide und des Mittleren Jura erschlossen worden.

Flachland. Wie bereits oben erwähnt, setzen einzelne Bruchlinien aus dem Hügelland ins Flachland hinein fort, so beispielsweise die grosse Sattellinie Tienburg—Hildesheimer Wald und der Schuder Sattel. Daneben sind durch Tiefbohrungen und Bergwerksaufschlüsse andere Bruchlinien von teilweise sehr grosser Länge, so z. B. die Sattellinie des unteren Allertals nachgewiesen worden. In der Provinz Hannover gehen indes an diesen Linien nur ganz vereinzelt ältere Schichten zutage, welche sich alsdann inselartig aus der Decke des Diluviums emporheben.

Das ist erstlich bei Lüneburg der Fall, wo über Tage anstehend Gesteine des Zechsteins, Muschelkalkes und Keupers sowie der Oberen Kreide zu beobachten sind. Ihre Lagerung ist teils durch Verwerfungen, teils durch unterirdische Auslaugung von Salz und Gips stark gestört. Zweitens treten bei Stade rote Zechsteinletten an einzelnen Stellen zutage. Drittens werden noch weiter nach Norden bei Warstade-Hannover an der Elbe helle Kalkmergel des Senons in geringer Ausdehnung für die Portland-Cementerzeugung abgebaut.

Die an anderen Punkten auftretenden Tone des Tertiärs, welche in Ziegelei-Tongruben gewonnen werden, brauchen hier nicht näher erwähnt zu werden.

B. Die Schichtenfolge.

In nachfolgender Zusammenstellung sind die in den beiden lippeschen Fürstentümern und in der Provinz Hannover über Tage anstehenden Gebirgsschichten in ihrer Altersfolge aufgeführt.

Formation	Abteilung	Stufe	Zone	Gesteine
				Paläozoikum
Silur	Oberes			Grauwacke, Wetzschiefer, Kieselschiefer mit Quarzit und Diabas. Höhenquarzit mit Ton- und Sandschiefern. Grauwacken mit Schiefern, schwarze Tonschiefer mit Quarzit und Kalkeinlagerungen.
Devon	Unteres			Quarzite mit Grauwacken und Tonschiefern. Sandsteine und Quarzite. Schiefrig-kalkige Sandsteine und dünnbankige Grauwacke.
	Mittleres	Calceolaschichten		Sandstein, Schiefer, Kalkstein.
		Wissenbacher Schichten		Tonschiefer, oben mit Kalkstein, auch Schalstein, darin Diabase.
		Stringocephalenkalk		Kalkschiefer, Massenkalke, darin Porphyre, Porphyrite, Diabase, Melaphyre.

Formation	Abteilung	Stufe	Zone	Gesteine
Devon	Oberes	Iberger Schichten		Korallenkalke oder Tonschiefer mit Sandsteinplatten.
		Adorfer Kalke		Blaugraue dichte Kalke mit schwarzen Plattenkalken und Tonschiefern.
		Clymenienkalke		Plattig-bankige Kalke, Knollenkalke, Kalkschiefer.
		Cypridinenschichten		Tonschiefer, Knotenkalke.
Karbon	Kulm	Unterer		Alaun- und Tonschiefer. Kieselschiefer mit Kalk- und Grauwackenplatten. Tonschiefer mit Kalk- und Sandsteinplatten.
		Oberer		Grauwacken mit Grauwacken- und Tonschiefern. Grobkörnige bis konglomeratische Grauwacken.
	Oberes			Schiefertone und Tonschiefer mit Kohlenflötzen. Kieselige, auch tonige Sandsteine und Konglomerate am Piesberge und Hüggel bei Osnabrück.
Perm	Rotliegendes	Unteres		Konglomerate, tonige, rote und graue Sandsteine, Letten mit Kohlenflötz, Melaphyre, Porphyre und Porphyrite, Tuffe.
		Oberes		Sandstein, feinkörnige Konglomerate, Schieferletten.
	Zechstein	Unterer		Helles Konglomerat = Weissliegendes. Kupferschiefer, Zechsteinkalk.
		Mittlerer		Rauchwacke und Gips, Hauptdolomit mit Brauneisenstein. Bituminöser Schiefer.
		Oberer		Anhydrit und Gips, (Stein- und Kalisalz) Ton und Gips. Bunte Letten und Dolomit.

Mesozoikum

Trias	Buntsandstein	Unterer		Feinkörnige, dünnbankige, rotbraune u. graue Sandsteine mit etwas kalkigem Bindemittel, Letten, unten Dolomitknollen und -Platten seltener Quarzitplatten. Rogensteinbänke.
		Mittlerer		Grobkörniger Sandstein, bunte Letten, feinkörniger und rotbrauner Sandstein mit kalkfreiem Bindemittel.
			Bausandsteinzone	Dickbankiger mittelkörniger, brauner Sandstein mit tonigem Bindemittel.
		Röt		Rote und blaue oder grüne Letten mit Gips (und Salz), darin kieselige Platten, Dolomite und Mergel.
	Muschelkalk	Wellenkalk	Unterer	Eigelbe Kalke, wellige Kalkschiefer. Braune und graue oolithische Kalkbänke. Wellige Kalkschiefer. Bankige, graue Kalke mit Mergel-Werkbänke.
			Oberer	Wellige Kalkschiefer. Schaumige, graue Kalkbänke-Schaumkalkbänke.

Formation	Abteilung	Stufe	Zone	Gesteine
Trias	Muschelkalk	Mittlerer		Ebenflächige Kalkschiefer, Mergel, Zellenkalke mit Dolomiten und Gips (Steinsalz).
		Oberer	Trochiten-Kalke	Dickbankige, oolithische und wulstige Kalke, letztere mit Trochiten (Stielglieder v. Crinoiden).
			Tonplatten	Harte Kalkplatten, wechsellagernd mit tonigen Letten und Tonen.
	Keuper	Kohlenkeuper		Dolomite, Letten, Ton, Mergel, Sandsteine.
		Gipskeuper		Dolomit, bunte Tonmergel mit Gips (u. Salz), Graumergel und Dolomit.
				Graue und gelbe Sandsteine, rote Mergel mit Dolomitplatten.
			Steinmergelkeuper	Graue Sandsteine, Mergel, rote Sandsteine und Mergel, Steinmergel.
		Rhätkeuper		Quarzite und graugelbe Sandsteine, dunkle Schiefertone mit Sandsteinplatten und Sandmergeln, darin Knochenbett.
Inraser	Lias	Unterer		Sandsteine oder bituminöse Tonschiefer mit sandigen Kalkbänken. Kalkige Sandsteine, Schiefertone mit dunklen Kalksteinen. Schiefertone mit Kalkbänken. Schiefertone mit Sandsteinbänken. Toneisensteingeoden.
		Mittlerer		Schiefertone mit Geoden oder Brauneisenstein Tonmergel und Kalkbänke oder Schiefertone Fette Schiefertone mit vielen Toneisengeoden
		Oberer		Bituminöse Mergelschiefer mit Kalkbänken, oder grossen Kalkgeoden und Kalkplatten. Graue Mergel mit Breccien von oolithischen Kalken und Brauneisenstein. Tonmergel mit Kalkgeoden, Ton.
Inra	Mittlerer	Untere		Schiefertone mit Geodenbänken. Schiefertone mit viel Eisenkies.
		Mittlere	Cornbrash	Schiefertone mit Geoden und oolithischer Kalk und Mergel. Fetter Ton mit Geoden. Kalksandstein oder Schieferton mit viel Eisenkies.
		Obere		Schieferton mit Geoden und Kalkbänken. Fetter Ton und Tonmergel (stellenweise Phosphoritgerölle).
	Weisser	Unterer	Hersumer Schichten	Sandige Mergel. Oolithische Kalke und Mergel mit Quarzkörnern: bei Osnabrück kieseliger Dolomit.
			Korallen-oolith	Korallenbänke, oolithische Kalke und Mergel, auch Dolomit. Auch Quarzit und Eisenerz.
		Mittlerer	Kimmeridge: Unterer	Dichte Kalke, Ton und Mergel.
			Kimmeridge: Mittlerer	Dichte und oolithische Kalke, Dolomit.
			Kimmeridge: Oberer	Mergel, dichte und oolithische Kalke, Ton, Kalksandstein.
		Oberer	Gigaskalke	Dickbankige dunkle feinkörnige und oolithische Kalke mit Mergelzwischenlagen. Auch Kalksandstein.

Formation	Abteilung	Stufe	Zone	Gesteine		
Inra	Weisser	Oberer	Eimbeckhäuser Plattenkalke	Plattige Kalke und Mergel mit einzelnen stärkeren Kalkbänken.		
			Münder Mergel	Bunte Mergel mit festeren Kalkplatten und Gips.		
			Serpulit	Wurmröhrenkalke, Kalkkonglomerate, bituminöse plattige und dickbankige Kalke, bunte Tone. Dunkle feinkörnige Süsswasserkalke.		
Kreide	Untere	Weald	Unteres	Sandschiefer mit Sandsteinplatten.		
			Mittleres	Dickbankige Sandsteine mit tonig-mergeligem, selten kieseligem Bindemittel. Zwischenlagen von Letten, Kohlenflötze.		
			Oberes	Fette und magere Tone, Mergelschiefer und Kalksteine.		
		Neokom	Valanginien Hauterivien Baraêmien Aptien	Schiefertone mit Eisenkies, Toneisenstein und Kalkgeoden.	Braunroter Sandstein mit tonigem Bindemittel.	Brauneisenstein (Trümmererz) oder kalkiges Konglomerat.
		Gault	Albien	Fette Schiefertone mit Toneisenstein und Kalkgeoden.	Graugelber Sandstein mit tonigem od. kalkigem Bindemittel, oder hellgelber Sandstein mit tonigem Bindemittel in starken Bänken.	
				Kalkige und tonige, teilweise etwas kieselige Mergel — Flammenmergel.		
	Obere	Cenoman		Glaukonitische Tone. Graue Kalkmergel. Hellere festere Mergelkalke.		
		Turon	Rotpläner	Rote festere Kalke und Kalkmergel.		
			Brongniartipl. Cuvieripl.	Weisse plattige, ziemlich feste Kalke. Graue weichere Kalkmergel.		
		Emscher		Graue wenig feste Tonmergel.		
		Senon	Unteres Quadratensenon	Weisse mittelfeste Mergel und Kalksteine	Graue etwas mergelige Tone	Kalkiges Brauneisenerz (Trümmererz), darüber grauer Kalkmergel.
			Oberes Mucronatensenon	Weisse, teils festere plattige, teils weichere mittelbankige Kalke und Kalkmergel.		

Ueber den voraufgeführten Formationen kommen Schichten des Tertiärs, und zwar des Paleozäns, Eozäns, Oligozäns und Miozäns vor, welche aus Sand, Kies, kalkigen Sandsteinen, Konglomeraten, fetten, mageren auch glaukonitischen Tonen, Quarziten, Mergeln und Braunkohlen bestehen. Steinbruchbetriebe sind in diesen Schichten nicht angelegt worden. Ebensowenig sind solche in den Deckschichten des Diluviums und Alluviums vorhanden, welche zu besondern Bemerkungen keinen Anlass bieten.

C. Zeitfolge und Wirkungsäusserungen der gebirgsbildenden Vorgänge im Gebiet.

Bis jetzt liegen keinerlei Anzeichen dafür vor, dass im deutschen Mittelgebirge bereits vor Ablagerung des Kulms gebirgsbildende Vorgänge stattgefunden haben, wie sie weiter nördlich zur Heraushebung des Caledonischen Gebirges geführt haben. Denn auch die Transgression des Kulms über Obersilur am Acker im Oberharz lässt sich recht wohl ohne Annahme einer solchen älteren Gebirgsbildung erklären. Dagegen ist sicherlich zur Zeit nach Ablagerung des Kulms eine weitgehende Auffaltung des deutschen Mittelgebirges erfolgt, welches sich damals als variskisches Gebirge vom Rhein her über den Harz weit nach Osten hin erstreckt hat. Welche nordsüdliche Ausdehnung die von Nordost nach Südwest streichenden Falten dieses alten Gebirges besessen haben, ist nicht mehr festzustellen. Das alsbald wieder einsetzende Absinken und die Abrasion der alten Schichten sowie ihre Bedeckung durch jüngere Ablagerungen wird erst zu Beginn der Sedimentation des Oberen Jura durch eine abermalige Faltung unterbrochen, welche im Westen am Rheinischen Schiefergebirge teilweise ein beträchtliches Ausmass erreicht, aber auch weiter nach Osten hin am südöstlichen Deister, im Nordwesten der Stadt Hannover und bei Lehrte deutlich hervortritt. Diese erste Phase der hercynischen Faltung ist insofern bedeutsam, als sie die Bildung des bereits oben erwähnten niedersächsichen Uferrandes bewirkt hat. Letzterer stellt die südliche Grenze der mächtigen Ablagerungen des Oberen Jura, der Kreide und eines Teils des Tertiärs im Bereich des niederdeutschen Beckens dar. Er begrenzt anderseits die neugeschaffene Landfeste des Mittelgebirges, welche in der ganzen Zeit bis zum Jungtertiär nur zweimal in beschränktem Umfange, nämlich einmal zur Zeit des Cenomans, dann zur Zeit des Mitteloligozäns vom Meer überflutet wird und welche deshalb der Bedeckung durch den Oberen Jura und die Kreide bis auf die kleinen Cenomanreste im Ohmgebirge gänzlich entbehrt. Weitere Phasen der hercynischen Gebirgsfaltung folgen dann vor Beginn der Ablagerung des Senons, des Oligozäns und zur Zeit des Miozäns und darüber hinaus. Das Ergebnis dieser wiederholten Faltungen und der zwischen ihnen und nach der Miozänzeit eintretenden Absenkungen und der Tätigkeit des Tagewassers ist schliesslich die heutige Oberflächengestalt. Deutlich tritt dabei das verschiedene Verhalten der paläozoischen Horste des Uferrandes und der Sollingbrücke zwischen rheinischem Schiefergebirge und Harz und der Schichten des Beckens gegenüber den faltenden Kräften hervor, welche wohl der Hauptsache nach von Südwest nach Nordost gerichtet gewesen sind. Die alten Horste mit ihren von Nordost nach Südwest streichenden Falten setzen der jüngeren Faltung ein grosses Trägheitsmoment entgegen. Zur Umfaltung in die hercynische Richtung kommt es nur selten. Dagegen werden die alten Falten stellenweise von zahlreichen hercynisch, also von Nordwest nach Südost verlaufenden, tief hinabreichenden Sprüngen durchzogen. Anders die absinkenden Schollen des Beckens. Ihre bis dahin ungefalteten Schichtentafeln folgen willig dem jüngeren Faltenwurf. Dabei ist der Einfluss der Horsträndер des Uferrandes auf die Richtung der jüngeren Schichtenfaltung unverkennbar. Zwischen rheinischem Schiefergebirge und Harz verläuft die Streichrichtung recht häufig der Randrichtung der Horstgrenzen entsprechend süd-nördlich. Im Norden der nördlichen Randbrüche jener alten Horste, aber auch der Nordgrenze des Sollings streichen die Falten des Mesozoikums vorzugsweise von Nordwest nach Südost; sie folgen also hier den Leitlinien des Uferrandes, der in jüngerer Zeit zum Bruchrande geworden ist. Vergl. die Sattellinien der Karte.

D. Die Beeinflussung der Schichtenablagerung durch die gebirgsbildenden Vorgänge.

Als erste Beeinflussung der jüngeren Schichtenablagerung durch die unter C. skizzierten Vorgänge ist das Fehlen der mächtigen und technisch wichtigen Schichten des Oberen Jura und der Kreide auf dem alten Landfeste des Mittelgebirges zu verzeichnen. Die Kalke und Dolomite des Weissjuras, die Sandsteine, Schiefertone, Kalksteine und Mergel der Kreide sind lediglich im Norden des Uferrandes, also im Bereich des niederdeutschen Beckens zur Ablagerung gelangt, wenn man von den winzigen Cenomanschollen des Ohmgebirges absieht. Zweitens ist aber wiederum die Schichtenfolge des Weissjura und der Kreide in ihrer Ausbildungsart durch die Heraushebung des Uferrandes zu Beginn der Zeit des Oberen Juras beeinflusst. In der Nähe des Uferrandes sind den Kalken des Juras klastische Gesteine in Form von Sandsteinen eingeschaltet. Mächtiger entwickelt sind auch längs des Uferrandes die Wealdschichten. Ferner treten zur Zeit der nächstliegenden Unteren Kreide — Neokom und Gault — am Uferrand wiederum mächtigere Sandsteine auf, während an ihrer Stelle weiter ab vom Rande Schiefertone in mächtiger Entwicklung als Meeresablagerungen aus tiefem Wasser zur Ausbildung gelangt sind.

E. Die Beeinflussung der gegenwärtigen Schichtenbeschaffenheit durch die gebirgsbildenden Vorgänge.

Zunächst tritt im Bereich der alten Horste eine sehr starke Zertrümmerung der sämtlichen Schichten hervor, welche als Folge der wiederholten Faltungen die härtesten wie die weichsten Schichten betroffen hat. Nicht minder stark macht sich diese Zertrümmerung in der Nähe der Horsträndер im Gebiet der hier besonders heftig einsetzenden Faltung der Trias-, Jura- und Kreideschichten bemerklich. Die zahllosen, sehr bald wieder aufgegebenen Steinbruchversuche in diesen Gebieten, welche selbst in tieferen Lagen nur kleinstückiges und bald zerfallendes, technisch nicht verwertbares Material geliefert haben, geben hinreichend Zeugnis von der Zerstörung auch der festesten Gesteine durch die Krustenbewegungen, ganz zu schweigen von den Druckerscheinungen, welche in den bergmännischen Aufschlüssen der Kohlen-, Erz- und Salzzechen so häufig da auftreten, wo die Zertrümmerung des Gesteins durch die Faltungsvorgänge hervorgerufen worden ist.

Sodann weisen die Eruptive vielfach eine plattige Absonderung auf, welche unverkennbar durch den Gebirgsdruck bewirkt worden und teilweise erst zur Zeit der jüngeren Krustenbewegungen entstanden ist. Des weiteren ist die Ausbildung der Dachschiefer im Bereich des oberharzer Mitteldevons auf den fallenden Druck, und zwar im besonderen auf den der variskischen Gebirgsbildung zurückzuführen. Vielfach haben dann die späteren, annähernd rechtwinklig zum variskischen gerichteten Drucke die Schieferpakete in kleinstückige, rhombisch oder unsymmetrisch sechseckig geformte Teile zerlegt, wodurch die Brauchbarkeit des Materials sehr ungünstig beeinflusst ist. Endlich ist aber auch im Bereich der mesozoischen Formationen des niederdeutschen Beckens die schiefernde und die Bildung geringmächtiger Platten hervorrufende Wirkung des Gebirgsdruckes deutlich und vielfach erkennbar. Gute Beispiele derartiger, nachträglich entstandener, plattiger Absonderung bieten manche ältere Steinbrüche im Bereich des Buntsandsteins in Südhannover, des Wealdsandsteins am Deister und Osterwald und der Weissjurakalke verschiedener Sattelflügel. Die Bruchanlagen sind zumeist nur deshalb wieder aufgegeben worden, weil sie kein Material von genügender Bankstärke enthielten.

Dass die im Gefolge vielfacher Faltung und Absinkung auftretende Zertrümmerung und Lockerung der Gesteine die Verwitterung derselben in hohem Mase begünstigt hat, ist selbstverständlich. Die ausgedel'nten Abraumhalden der Steinbrüche sowohl des Harzes wie auch des niederdeutschen Beckens, welche vielfach an Flächenausdehnung die Steinbrüche selbst übertreffen, lassen dieses deutlich erkennen. Es mag aber noch besonders hervorgehoben werden, dass die vorgeschilderten Einwirkungen von Gebirgsdruck und Verwitterung auf die Nutzgesteine häufig ganz unvermittelt auftreten, dass ferner gar nicht selten die Lockerung des Gesteinsverbandes, die Veränderung des Bindemittels der Sandsteine usw. äusserlich nur schwer erkennbar ist. So kann es kommen, dass man in ein und demselben Aufschluss festes und wetterbeständiges unmittelbar neben völlig unbrauchbarem Material bricht, und deshalb haben gerade im Bereich des niederdeutschen Beckens die Ermittelungen der Druckfestigkeit und Frostbeständigkeit von Probekörpern oft nur begrenzten Wert; sie sollten namentlich dann, wenn es sich um Material handelt, welches im Bauwerk starken Beanspruchungen durch Erddruck bzw. durch Auflagerdrucke, z. B. bei grossen Brückenträgern oder Hallenkonstruktionen, beansprucht werden wird, stets durch eine sorgfältige Untersuchung der geologischen Verhältnisse des Entnahmeortes ergänzt werden.

III. Nutzgesteine des Gebietes.

Als Nutzgesteine kommen hier in Betracht:

A. Eruptivgesteine. Granit, Gabbro, Quarzporphyr, Augitporphyrit, Diabas, Melaphyr, Basalt; dazu tritt noch der Schalstein des Diabases.

B. Sedimentgesteine. Konglomerate, Grauwacken, Sandsteine, Dachschiefer; Quarzite, Kieselschiefer, Kalkstein, Dolomit, Mergel, Gips.

Ausser den voraufgeführten kommen noch eine ganze Anzahl anderer Eruptive und Sedimente vor, welche jedoch mit Rücksicht darauf, dass sie entweder nur in zu vernachlässigenden Mengen anstehen oder nicht als Nutzgesteine angesehen werden können, nachfolgend nicht besprochen sind.

A. Eruptivgesteine.

a) Granit. Der hier in Betracht kommende Granit gehört dem Brockenmassiv an. Im wesentlichen lassen sich drei Arten unterscheiden, welche jedoch keineswegs scharf voneinander geschieden, sondern überall durch allmähliche Uebergänge verbunden sind.

α) Der Kerngranit des Massivs ist mittelkörnig, von grauer bis rötlich grauer Farbe. Er führt als Hauptgemengteile hellen Quarz, weissen, seltener graurötlichen Orthoklas, grünlichen Oligoklas und braunschwarzen Biotit, als Nebengemengteile Apatit und Erze, bisweilen etwas Turmalin u. a. m.

β) Im Nordwesten tritt neben dem vorbeschriebenen eine Zone von mikropegmatitischem Granit auf, welcher kleines Korn besitzt und weitverbreitete Verwachsung von Quarz und Orthoklas aufweist. Neben den übrigen Nebengemengteilen zeigt sich nicht selten Augit, der bisweilen in Form kleiner Schlieren sichtbar wird.

γ) Zwischen den Randsedimenten und dem vorigen lässt sich auch im Nordwesten des Massivs ein Band von mikropegmatitischem porphyrischen Granit unterscheiden, welcher stellenweise eine rötlichere Färbung hat und öfter von Drusen mit Einzelkristallausscheidungen durchsetzt ist. In seiner

Masse treten grössere, ziemlich gut ausgebildete Kristalle von Quarz und Orthoklas hervor.

Ausser den drei vorgenannten wird im Süden oberhalb der Stadt Andreasberg noch ein porphyrischer Granit in ziemlicher Ausdehnung sichtbar, der jedoch zu besonderen Bemerkungen keine Veranlassung gibt.

Sämtliche Arten des Granits sind sehr stark zerklüftet. Besonders häufig zeigt sich ein System von angenähert wagerecht liegenden Klüften, welche den manchmal recht ausgedehnten Granitklippen ein mauerartiges Aussehen verleihen. Ferner tritt ein System von nordöstlich streichenden Klüften hervor, welche vorwiegend steil nach Nordwesten einfallen. Endlich sind noch westnordwestlich verlaufende Klüfte mit seigerem Einfallen zu beobachten.

An der Oberfläche und, soweit die Aufschlüsse es erkennen lassen, bis auf ziemliche Tiefe hinab hat eine starke Abrundung der ursprünglich eckigen Blöcke, welche durch die Klüftungen entstanden sind, stattgefunden. Wasser und Frost haben die Blöcke häufig sehr stark angegriffen und die Klüfte erweitert. Bei weiterem Fortschreiten der Verwitterung ist dann manchmal auf grossen Flächen das Gestein in losen Grus verwandelt, in welchem die Feldspate eine weitgehende Vertonung erlitten haben, die Glimmer örtlich ganz zerstört oder weggeführt sein können.

Die grossen Blöcke sind recht wohl zu Pflastersteinen und Schotter zu verarbeiten. Da, wo die Zerklüftung eine gleichgerichtete ist und wo die Kluftsysteme sich nicht zu eng durchkreuzen, lassen sich sämtliche Granite auch recht wohl zu Werkstücken spalten. Doch ergibt sich überall ein sehr bedeutender Arbeits- und Materialverlust.

Kleinere Steinbrüche sind in grosser Zahl gelegentlich der Anlage von neuen Wegen eröffnet worden. Gegenwärtig sind indes grössere Bruchbetriebe nicht im Gange.

b) Gabbro. Auf hannoverschem Gebiet steht im Nordwesten des Brockenmassivs der Gabbro in verschiedenartiger Ausbildung an. Er bildet hier die Ausläufer des in braunschweigischem Gebiet bei Harzburg recht ausgedehnte Flächen einnehmenden Gabbromassivs.

Neben typischen Gabbro und Olivingabbro kommen Augit- und Olivinnorite, seltener Peridotitverwandte in Gestalt von Harzburgiten vor. Eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Arten kann mit Rücksicht auf die geringe Ausdehnung des Vorkommens um so eher unterbleiben, als sie im braunschweigischen Gebiet, wo die Gabbrofamilie in technischer und geologischer Beziehung eine wichtigere Rolle spielt, gegeben ist. Ueberall ist die Zerklüftung des Gabbros eine sehr geringe. Infolgedessen und bei der ganzen Zusammensetzung dieser Gesteinsgruppe ist auch die Verwitterung derselben nur unbedeutend. Anderseits erschwert aber das Fehlen der Klüftung die Nutzbarmachung des Gabbros vielfach in hohem Masse. Auf hannoverschem Gebiet sind deshalb nur an verhältnismässig wenigen Punkten Anbrüche vorhanden, und zwar solche, welche bei der Anlage neuer Wege angelegt worden sind. Doch würde namentlich der eigentliche Gabbro überall als Schotter und allenfalls auch als Pflasterstein vermöge seiner Härte, Rauhigkeit und Wetterbeständigkeit sehr wohl zu verwerten sein, wenngleich auch hier wie beim Granit ein grosser Arbeitsverlust unvermeidlich sein würde.

c) Quarzporphyr. Quarzporphyre sind erstlich vom Königsberge südöstlich vom Acker, von Lauterberg und von Steina am Südrande des Harzes, zweitens aus der Gegend von Elbingerode aufzuführen. Am Königsberg und bei Lauterberg tritt das Gestein in schmalen Gängen auf, welche

nordwestliches Streichen besitzen. Es besteht aus einer hellfarbigen, rötlichen oder braunen Grundmasse mit nicht sehr grossen Einsprenglingen von Quarz und Feldspat. Obwohl diese Quarzporphyre recht wohl technisch verwertbar sein würden, ist der Abbau doch mit Rücksicht auf die zumeist nur geringe Mächtigkeit der Gänge kaum als lohnend anzusehen. Etwas vorteilhafter würde er sich bei den plattig abgesonderten Decken des Knollens und Scheffeltalskopfs nordwestlich von Lauterberg und des Wartebergs bei Steina gestalten.

Grössere Bedeutung besitzt insbesondere in technischer Beziehung das System süd-nördlich streichender Gänge von Quarzporphyr bei Elbingerode. Die Gänge sind fast überall steilgestellt, besitzen 5 bis 15 m Mächtigkeit und sind vorwiegend im Kalk des Oberen Mitteldevons erschlossen. Das Ganggestein besteht der Hauptsache nach aus hellem Quarz, graugrünem Orthoklas und dunklem Biotit; es führt stellenweise zahlreiche grössere und kleinere Einschlüsse von Graphitschiefer. Bei einzelnen Gruppen zeigt sich eine dunkler gefärbte basische Randfacies des Porphyrs mit ziemlich häufigem Augit. In den höchsten Lagen nimmt der an und für sich hellgraublaue Quarzporphyr eine viel hellere Farbe an, wobei die Feldspate fleischrot gefärbt erscheinen. Zumeist ist das Gestein plattig abgesondert, leicht zu gewinnen und zu spalten. Es wird vielfach zur Herstellung trefflicher Pflastersteine und guten Schlagschotters gewonnen.

d) Augitporphyrit. Auch dieses Gestein bricht auf nord-südlich streichenden Gängen in der Umgebung von Elbingerode. Es besteht im wesentlichen aus Oligoklas und Augit und führt als Nebenbestandteile Eisenkies, bisweilen Biotit und seltenere Mineralien. Das dunkle, ebenfalls recht oft plattig abgesonderte, sehr feste und wetterbeständige Material der stellenweise bis zu 25 m mächtig werdenden Gänge wird vor allem zur Pflastersteinherstellung gewonnen und ist in der Nähe von Elbingerode bereits stark abgebaut. Die obersten Teile der Steinbrüche zeigen jedoch nicht selten eine beträchtliche Zermürbung und Verwitterung des Gesteins, welche in der Hauptsache durch die Zersetzung des Eisenkieses, manchmal auch durch Vertonung der Feldspate hervorgerufen ist.

Nur nebenbei sei hier erwähnt, dass bei Elbingerode noch zwei andere Ganggesteine, der Kersantit und der Keratophyr, auftreten, welche jedoch technisch, wenigstens was die Steinbruchindustrie angeht, keine Bedeutung besitzen.

e) Diabas. Der Diabas bildet das weitaus häufigste Oberflächeneruptiv im Kerngebirge des Harzes. Er tritt ganz allgemein als Deckeneinschaltung im Silur, im Mittel- und Oberdevon auf. Grössere Steinbruchbetriebe sind im hannoverschen Anteil des Harzes gegenwärtig nicht vorhanden, was wohl hauptsächlich in der Lage der meisten grösseren Vorkommen weiter ab von Bahnlinien und Hauptchausseen, daneben in einigen weiter unten zu besprechenden Eigenschaften des Gesteins begründet ist. Dagegen finden sich im Bereich der Strassen des hannoverschen Harzes zahlreiche kleinere Anbrüche, in welchen das Gestein gelegentlich des Wegebaues für die Beschotterung der Fahrbahn, auch wohl einmal zur Herstellung von Pflastersteinen gewonnen worden ist. Im Gelände bildet der Diabas überaus charakteristische Terrainkanten und Klippen.

α) Diabas des Silurs. Im Obersilur treten am Acker- und Bruchbergzuge, und zwar im Liegenden des Höhenquarzits, auf sehr grosse Erstreckung Diabasdecken auf, deren Gesteine an und für sich recht wohl technisch verwertbar sein würden, die jedoch bei den gegenwärtig herrschenden Transportverhältnissen noch nicht in grösserem Massstabe ab-

gebaut werden. Erstlich kommen normale, ziemlich feinkörnige, graue bis schwarzgraue Diabase vor, welche im allgemeinen aus Plagioklas und Augit bestehen und daneben Apatit und Erze usw. führen. Nicht selten gehen sie in Variolithe oder Diabasporphyrite über. Mit diesen sind Olivindiabase zu beobachten, welche ausser den vorgenannten Mineralien häufig Olivin enthalten. Da, wo sie in Diabasporphyrite übergehen, führen sie ziemlich grosse Einsprenglinge von Augit und Olivin. Zweitens kommen Proterobase vor, welche sich von den vorgenannten durch einen beträchtlichen Gehalt an Hornblende unterscheiden. Drittens finden sich nicht selten sehr grobkörnige Analcimdiabase, welche als Hauptgemengteile grosse Listen von Plagioklas und lange Augitprismen, daneben Apatit, ferner Analcim und andere Zeolithe führen. Sie sind häufig ziemlich starker Zersetzung unterworfen.

β) Diabase des Mitteldevons. Die mitteldevonischen Schichten, namentlich die Wissenbacher Schiefer, enthalten sowohl im ganzen hannoverschen Oberharz, wie auch in den hannoverschen Teilen des Unterharzes bei Elbingerode und bei Ilfeld eine grosse Anzahl von vielfach recht ausgedehnten Diabasdecken, welche grossenteils einen hohen technischen Wert besitzen. Letzterer wird freilich nicht selten dadurch etwas herabgemindert, dass die Gesteine durch den Gebirgsdruck stark zerklüftet und von den Klüften wie auch von der Oberfläche her in Verwitterung geraten sind.

Im allgemeinen sind feinkörnige bis dichte und grobkörnige Diabase zu unterscheiden, daneben kommen seltener Diabasmandelsteine und Diabasporphyrite in geringerer Häufigkeit vor. Die Hauptbestandteile bilden Plagioklas von zumeist leistenförmiger Gestalt und monokliner Augit, Nebenbestandteile Apatit, Erze, auch wohl Glimmer. Der Plagioklas ist häufig in Kalkspat oder Glimmer umgewandelt, der Augit in Chlorit oder Kalkspat. Bei starker Verwitterung geht das ganze Gestein in braunschalige, schlackenartige weiche und erdige Massen über. Auf die Eisenerzbildungen braucht hier nicht näher eingegangen zu werden.

Das graue oder grünschwarze Gestein besitzt sehr oft plattige, auch säulenförmige Absonderung, ist aber ebenso oft, namentlich an der Hangend-, seltener an der Liegendgrenze, geschiefert, wie denn überhaupt ein beträchtlicher Teil des grünen „Schiefers“ des Harzes ursprünglich Diabas gewesen ist. Im frischen Zustande ist der Diabas des Mitteldevons ein sehr hartes, festes und zähes Gestein, welches sich vortrefflich zur Herstellung von Wege- und Eisenbahnschotter sowie von Pflastersteinen eignet und im Schotterbett wie auch in der Pflasterbahn lange Zeit scharfkantig und rauhflächig bleibt. Zurzeit sind jedoch im hannoverschen Anteil des Harzes keine grösseren Steinbrüche, sowie im braunschweigischen bei Lanzelsheim und Rübeland im Betriebe, vielmehr wird der Diabas lediglich in kleineren Aufschlüssen für den Bedarf der näheren Umgebung abgebaut. Neue Bahn- und Chausseeanlagen dürften hierin alsbald Wandel schaffen, da der Abbau und die Verarbeitung des Gesteins an vielen Fundorten sich sehr leicht und billig gestalten würde.

γ) Diabas des Oberdevons. Aus dem Oberharz sind einige Lager von Diabas im Oberdevon bekannt, welche dem grossen Oberharzer Diabaszuge angehören und hier nur der Vollständigkeit halber Erwähnung finden mögen, obgleich sie technisch nicht ganz die Bedeutung der mitteldevonischen Diabase besitzen. Sie weisen teils feinkörnige, teils variolithische Struktur auf, sind in frischem Zustande von zufriedenstellender Härte und Festigkeit, haben jedoch recht oft starke Zersetzungen erlitten.

i) Melaphyr. Der Melaphyr kommt einmal als Ganggestein in den Kernschichten des Harzes, und zwar bei Elbingerode vor. Er besitzt hier jedoch infolge der geringen Mächtigkeit der Gänge keine technische Bedeutung. Auch ist er lediglich mit seinem Nebengestein zusammen abgebaut, ausgeschieden und alsdann zur Wegebesserung verwendet worden. Sodann tritt er in der hannoverschen Enklave von Ilfeld als weitverbreitete Deckeneinlagerung im Rotliegenden auf, und zwar als dichter feinkörniger Melaphyr und Melaphyrmandelstein. Der dichte Melaphyr ist von dunkler blauschwarzer Farbe, besteht der Hauptsache nach aus Oligoklas und Augit und führt daneben spärliche Olivine und Erze. Vielfach zeigen sich kleinere und grössere Kristalldrusen mit Quarz, Amethyst, Achat u. a. Das frische Gestein ist klingend hart, sehr zäh und lässt sich sehr gut zu Strassen und Eisenbahnschotter, dagegen nur schwer zu Pflastersteinen verarbeiten. Grössere Steinbrüche liegen namentlich in der Nähe der Station Netzkater an der Harzquerbahn. Der Diabasmandelstein besitzt im allgemeinen die gleiche mineralische Zusammensetzung. Seine Mandeln wechseln von Hirsekorn bis Kopfgrösse und führen neben anderen Mineralien am Netzberg und bei Wiegersdorf häufig schöne Amethyste. Der Mandelstein verwittert ziemlich stark zu basischen, grusigen Massen von brauner Farbe. Das Gestein besitzt im allgemeinen weit geringere technische Verwertbarkeit als der dichte Melaphyr.

Ausser den voraufgeführten kommen im hannoverschen Harz noch einige andere Eruptivgesteine vor, welche indes ohne technische Bedeutung sind und deshalb übergangen werden können. Dagegen mögen hier kurz die Tuffe sowie die kontaktmetamorphen Abänderungen einiger Sedimentgesteine aus den Umrandungen der Harzeruptive Erwähnung finden, welche schon jetzt nicht selten technische Verwendung als Baugestein oder als Schottermaterial finden.

Tuffe. Als Begleiter der Diabase, insbesondere des Mitteldevons, treten am Oberharzer Diabaszug und bei Elbingerode, viel spärlicher in den übrigen Bezirken des hannoverschen Harzes Schalsteinlager auf, welche als gut bearbeitbares und vielfach hinreichend wetterfestes Material für die Zwecke des Hochbaues mehr Beachtung verdienen, als sie in den letzten Jahren gefunden haben. Es sind dies fein- bis grobkörnige Tuffe mit wechselndem Kalk- und Chloritgehalt und flaserigem bis dichtem Gefüge, in plattiger oder bankiger Absenkung und von grüner, grauer oder brauner Farbe. Die obersten Lagen der namentlich bei Elbingerode und Rotehütte mehrfach recht mächtigen Vorkommen sind gewöhnlich etwas verwittert. Aber schon in geringer Tiefe stellt sich recht oft das frische festere Gestein ein. Grössere Steinbrüche sind gegenwärtig nicht im Betriebe, dagegen finden sich neben den Wegen häufig kleinere Aufschlüsse, in denen das Material je nach Bedarf gewonnen wird. Am Diabaszug, wie bei Elbingerode und Rotehütte, sind die Schalsteine stellenweise in Magnet-, Rot- und Brauneisensteine umgewandelt, welche früher verhüttet wurden, gegenwärtig hin und wieder zur Strassenbefestigung verwendet werden.

Weniger Bedeutung besitzen die zumeist recht lockeren Tuffe der dem Rotliegenden bei Ilfeld eingelagerten Porphyre und Porphyrite, welche denn auch nur hin und wieder zur Herstellung von Trockenmauerwerk für Stütz- und Futtermauern und Wegebefestigungen gewonnen werden.

Kontaktgesteine. Die Kontaktgesteine besitzen auch im hannoverschen Harz schon jetzt als trefflichstes Material für die Wegebefestigung erhebliche Bedeutung, welche noch eine sehr grosse Steigerung erfahren wird, sobald der Bau der Eisenbahnlinie Altenau-Andreasberg, Siebertalbahn

usw. zur Ausführung gelangt ist, weil alsdann vor allem der Hornfels als bestes Eisenbahnbettungsmaterial auf grössere Entfernungen verfrachtet werden kann.

Granitkontakt. Im Granitkontakt ist erstlich der aus Kulm- und vielleicht teilweise aus Silur-Grauwacken und Schiefern hervorgegangene sogen. Eckergneis zu nennen, welcher im hannoverschen Gebiet am Kolför auf der Nordwestseite des Brockens in bedeutender Ausdehnung ansteht. Er stellt ein kristallin-schieferiges, äusserlich dem Gneis ähnelndes Gestein dar, welches in der Hauptsache aus Feldspaten, Quarz und Biotit zusammengesetzt ist und bisweilen Lagen von dichtem, feinkörnigem Hornfelsen einschliesst. Das Gestein ist sehr hart, verschieden gefärbt, wobei hellgraue mit dunkelbraungrauen Bändern wechsellagern. Häufig zeigen sich Einlagerungen von feldspatführenden Quarzflasern.

Zweitens treten im hannoverschen Harz am West- und Südrand des Brockengranits ausgedehnte Umwandlungen silurischer, devonischer und kulmischer Grauwacken und Tonschiefer in massige, ungemein feste und zähe dunkle Hornfelse von feinem Korn auf, welche in der inneren Kontaktzone keine Schichtung besitzen. Neben zahlreichen, bei jedem Strassenbau und zur Unterhaltung der bestehenden Strassenzüge angelegten Gelegenheitsaufschlüssen sind einige grössere Anbrüche auf der Nordseite von St. Andreasberg, darunter der ziemlich stark ausgebaute Bruch am „Stumpfen Stein" zu erwähnen, welcher einen fast unverwüstlichen Strassenschotter liefert.

Die Kieselschiefer der paläozoischen Formationen sind im Kontakthofe des öfteren in reinem Quarzit, die Kalkeinlagerungen, namentlich des Mitteldevons, in Kalksilikathornfelse umgewandelt, welche zwar auch recht fest und zäh sind, aber bei ihrer zumeist geringen Ausdehnung nur gelegentlich mit den ihnen benachbarten echten Hornfelsen für die Schottergewinnung abgebaut werden.

Quarzporphyrkontakt. Bei Elbingerode ist der Stringocephalenkalk des Mitteldevons im Kontakt der süd-nördlich verlaufenden Quarzporphyrgänge einige Male in festen, weissen oder hellgrauen Marmor umgewandelt, welcher schöne, gleichmässige Struktur besitzt. Ein eigentlicher Abbau des Materials hat bislang noch nicht stattgefunden.

Diabaskontakt. Sowohl am Oberharzer Diabaszug und am Acker und Bruchberg wie auch bei Goslar, nicht so häufig auf der Südseite des Brockens treten im Bereich des Mitteldevons dunkelgraue, ziemlich kurzklüftige Hornfelse im Kontakt mit Diabasdecken auf, welche an Härte und Zähigkeit den Hornfelsen des Granitkontaktes nicht nachstehen und wie diese ein sehr brauchbares Schottermaterial liefern. Ihre Ausbeutung ist bislang jedoch noch keine regelmässige, obgleich die Gewinnung des Materials bei dessen zumeist recht weitgehender Zerklüftung eine verhältnismässig bequeme und billige ist.

g) Die Basalte im Hügellande des niederdeutschen Beckens. Diese Vorkommen liegen sämtlich in Südhannover, und zwar im Bereich des Sollings, des Bram- und Kaufunger Waldes. Von Norden nach Süden hin sind folgende Grupen zu unterscheiden:

α) die Basalte der Grabenversenkung des Reiherbachs nördlich von Bodenfelde bei Amelith, Polier und am Hasenbeutel;

β) die Basalte in der Nähe von Adelebsen an der Bramburg, der Grefischen Burg und dem Backenberg;

γ) die Vorkommen bei Drausfeld vom Ochsenberge, Sesebühl, Drausberg, Bremsberg, Hoher Hagen, Steinberg bei Meensen;

δ) das Gestein des Teich- und Lohberges bei Bühren am Bramwald;

ε) die Basalte des Hessenberges nordöstlich, der Steinberge südwestlich von Hedemünden.

Das Gestein der Gruppe a ist ein Feldspatbasalt, welcher fast gar keinen Olivin führt. Er befindet sich grossenteils in sehr starker Zersetzung und ist zur technischen Verwertung wohl am wenigsten geeignet.

Die Basalte der übrigen Gruppen sind durchweg als olivinführende Feldspatbasalte anzusprechen, welche zwar bezüglich der Feldspat- und Augitausbildung sowie in der Beimengung anderer für die technische Verwertung unwichtiger Mineralien teilweise erhebliche Unterschiede zeigen, im übrigen aber sehr gleichartige petrographische Ausbildung besitzen. Der Olivin kann bei allen Vorkommen hin und wieder in zahlreichen grösseren Knollen auftreten, wodurch dann örtlich, aber fast immer nur auf geringe Erstreckung, die Verwertung des Gesteins für Pflaster und Schotter eingeschränkt wird. Sehr häufig wechseln in den Aufschlüssen fein- und grobkörnige Basalte miteinander ab. Härte und Wetterbeständigkeit sind im allgemeinen befriedigend, soweit es sich um die Partien im Innern der Gesteinsmassen handelt, welche ganz vorwiegend die Reste früher wahrscheinlich viel ausgedehnterer Decken darstellen. Eine Ausnahme hiervon scheint vor allem das langgestreckte Vorkommen des Backenberges bei Güntersen — Gruppe b zu machen, welches ganz den Eindruck eines mächtigen Basaltganges hervoruft. Säulige Absonderung tritt teilweise in ziemlich ausgedehntem Umfange auf, so an der Bramburg und an der Grefischen Burg — hier Säulen von mehr als 15 m Länge —, ferner am Hohen Hagen und am Steinberg bei Meensen. Am letzteren sind die Säulen teilweise noch quergegliedert. Verschiedentlich werden die Basalte von senkrechtstehenden Zersetzungszonen durchquert, in welchen das Gestein fast ganz vertont ist. Ferner sind die zutage gehenden Partien der Decken fast immer verwittert, und stellenweise sind auch einzelne Zonen der Säulen in tieferen Lagen recht bedeutend von Zersetzung betroffen worden, so dass jede einzelne Säule nur noch einen geringmächtigen Kern von frischem Gestein besitzt. Infolgedessen sind denn auch fast bei jedem Basaltbruche recht ansehnliche Halden von unbrauchbarem Material zu beobachten. Nichtsdestoweniger liefern die Brüche an der Bramburg, am Hohen Hagen, am Steinberg bei Meensen, aber auch einige der südlichen Vorkommen noch immer beträchtliche Mengen sehr guten Strassen- und Eisenbahnschotters sowie recht brauchbare Pflastersteine. In den Brüchen am Steinberge bei Meensen werden neuerdings Steine für Kleinpflaster in grösseren Mengen gewonnen, welche sich gleichfalls als sehr brauchbar erweisen. Die Verfrachtung erfolgt teils auf Landfuhrwerk, teils mittels Schmalspurbahn — z. B. an der Bramburg — bis zur nächsten Vollbahnstation.

B. Sedimentgesteine.

Nachfolgend sind die Sedimente derartig getrennt, dass zunächst die Gesteine der paläozoischen Horste, dann diejenigen des niederdeutschen Beckens besprochen werden. In beiden Gruppen sind jedoch die petrographisch zusammengehörenden Gesteine auch zusammengefasst behandelt.

Paläozoische Gesteine.

Trümmersedimente.

Grauwacken. Das Vorkommen der Grauwacken ist auf den Harz beschränkt, in welchem sie sowohl im Silur und Devon, wie auch im Kulm auftreten.

a) Silur. Als technisch verwertbare Grauwacken kommen nur die sehr mächtig ausgebildeten im Liegenden des Bruchberg-Acker-Quarzits in Betracht, welche auf der Südostseite des Ackers zwischen Lauterberg und Andreasberg in grosser Ausdehnung anstehen, während sie im hannoverschen Gebiet südlich von Elbingerode nur auf einem schmalen Streifen an der Grenze zutage gehen.

Das Gestein besteht aus mittel- bis feinkörnigem Quarz, seltener bisweilen etwas vertonten Feldspaten, Glimmer und Bröckchen von Ton- und Kieselschiefer in dunklem, tonig-kieseligem Bindemittel. Es besitzt im frischen Zustande bedeutende Festigkeit — bis zu 1500 At. Druckfestigkeit — und zumeist blaugraue Farbe. Verwittert nimmt es rotbraune bis gelbe Farbe an und wird sandig tonig. Es bricht in starken Bänken, wird allerorten gelegentlich der Wegeanlagen und in grossen Brüchen im oberen Okertal und zwischen Lauterberg und Zoll gewonnen. Die letztgenannten Brüche liefern vorzugsweise Schotter- und Pflastermaterial.

b) Devon. Es kommen sowohl im Unter- wie auch im Mitteldevon Einlagerungen von Grauwackenbänken vor, welche an und für sich wohl verwertbar und auch hier und da gelegentlich abgebaut sind. Ihre Mächtigkeit ist jedoch für die Errichtung grösserer Abbauverträge zu gering.

c) Kulm. Die der oberen Abteilung des Kulms angehörenden Grauwacken treten auf beiden Flanken des Ackers, auf der Clausthaler Hochebene, auf den Flügeln des grossen Goslarer Sattels und bei Elbingerode in ausgedehnten Flächen zutage; sie fehlen aber auch nicht am südlichen Gebirgsrand bei Ilfeld. Die Zusammensetzung des Gesteins stimmt im allgemeinen mit derjenigen der silurischen Grauwacke überein, doch kommt bisweilen ein kalkiges Bindemittel vor, nämlich ein mikroskopisch feines Kalkspatcement, welches die Quarzkörnchen verkittet und der Grauwacke grosse Festigkeit und Zähigkeit verleiht. In den höheren Zonen treten Konglomerate auf, welche neben Kieselschiefer-, Quarzit und Quarzkörnern noch gerundete Stücke von Granit und Quarzporphyr führen, die eigentümlicherweise ganz anderen als den jetzt im Harz anstehenden Eruptiven entstammen. Die kulmische Grauwacke bricht in 1 bis 4 m mächtigen Bänken, wechsellagert nicht selten mit Ton- und Grauwackenschiefer-Packen und besitzt wie diese im frischen Zustande eine sehr gleichmässige graublaue Farbe. An Druckfestigkeit steht sie der silurischen nicht nach. Die Verwitterung erzeugt zunächst hellgraue, dann graugrüne und zuletzt gelbbraune Farben, wobei das Gestein sich in wenig feste, sandig-tonige Massen verwandelt. An Verwerfungsspalten und auf Klüften färben sich die Gesteinsflächen rost- bis rotbraun.

Neben zahllosen kleineren sind im Innerstetale zwischen Clausthal und Langelsheim sehr ausgedehnte Steinbrüche in Betrieb, welche vortrefflichen Schotter für Strassenbefestigung, Eisenbahnbettung und Beton, Pflastersteine für Wege und Landstrassen sowie Bruch- und Werksteine für Bauten aller Art liefern.

Im allgemeinen finden die Grauwacken des Harzes noch lange nicht eine so weitgehende Verwendung, wie sie sie insbesondere als fester, wetterbeständiger, schöngefärbter und leicht zu bearbeitender Baustein verdienen. Dies findet vorzugsweise darin seine Erklärung, dass man vielfach bei der Anlage der Steinbrüche nicht mit der genügenden Sorgfalt vorgegangen ist. Alle Grauwacken erleiden nämlich vermöge ihrer Härte in der Nähe der Verwerfungen und in den Sattel- und Muldenwölbungen und Aufbrüchen eine starke Zertrümmerung, so dass an derartigen Stellen vielfach keine grösseren Werkstücke zu gewinnen sind. Vermeidet man aber bei der Steinbruch-

anlage die Nähe der Bruchlinien, so lassen sich mühelos Stücke jeder Abmessung in unverletztem Zustande brechen. Als Beispiele hervorragender Grauwackenbauten seien hier nur die neue Bergakademie zu Clausthal und die grossen Viadukte der soeben fertiggestellten Bahnlinie Clausthal—Altenau angeführt.

Wenn hiernach die Grauwacken im Hoch- und Ingenieurbau insbesondere im Bereich des ziemlich kalten und nassen norddeutschen Klimas als vorzügliches Baumaterial anzusehen sind, so ist anderseits hervorzuheben, dass ihre Verwendung als Pflastersteine auf städtischen und Landstrassen mit allzustarkem Verkehr von Fuhrwerken sehr grosser Achsdrücke sich nicht immer bewährt hat. Für derartige Strassenanlagen reicht zwar ihre Festigkeit, aber nicht ihre Härte aus. Vielmehr erleiden sie auf ihnen eine ziemlich rasche Abnutzung, so dass die Unterhaltungs- und Erneuerungskosten zu hoch werden.

Sandsteine. Paläozoische Sandsteine sind aus dem Obersilur und dem Devon des Harzes, aus dem Unteren Karbon des Piesberges und Hüggels bei Osnabrück und aus dem Rotliegenden des Südharzes und des Hüggels aufzuführen.

a) Silur. Am Acker und Bruchberg kommen im Obersilur geringmächtige Grauwackensandsteine vor, welche hin und wieder bei Wegebauten erschlossen sind, aber für Grossbetriebe von Steinbrüchen nicht in Betracht zu ziehen sind.

b) Devon. Im Devon, und zwar im Unterdevon, treten im grossen Kahlebergsattel bei Goslar sehr mächtige Sandsteine auf, welche dem Alter nach den Koblenzschichten des Rheinischen Schiefergebirges entsprechen.

Das Gestein besteht aus kleinen bis mittelgrossen Quarzkörnern, welche in den liegenden Partien ein kieseliges, weiter nach dem Hangenden zu des öfteren auch ein mergeliges und kalkiges Bindemittel besitzen. Dazu treten limonitische und tonige Bindesubstanzen; auch zeigen sich vielfach lagenartig oder verstreut kleine Schüppchen von Muskovit, Eisenkieskristallen und Tongallen. Die kieseligen Sandsteine sind weiss bis hellgelb oder hellgrau gefärbt und verwittern gelbbraun, die mergelig kalkigen Sandsteine besitzen im frischen Zustande graublaue, im verwitterten braune Farbe. Ueberall zeigen sich auf den Klüften Ueberzüge von Quarzkristallen. Sämtliche Sandsteine treten plattig bis dickbankig auf, werden von Tonschieferlagen unterbrochen, welche nach oben hin an Häufigkeit zunehmen und schliesslich an der Hangendgrenze sogar überwiegen. Die kieseligen Sandsteine besitzen ziemliche Festigkeit und werden zur Wegebeschotterung wie zur Herstellung von Packlagen für härtere Schotterdecken vielfach in kleinen Anbrüchen neben den Wegen gewonnen. Grössere Steinbrüche für derartige Zwecke und zur Gewinnung von Bruchsteinen liegen bei Goslar am Herzberger Teiche und am Nordhange des Rammelsberges. Ferner ist der Sandstein am Westhange desselben als Versatzmaterial für die Grubenbaue des Rammelsberger Erzlagers in grossen Brüchen abgebaut worden. Die im Mittel- und Oberdevon vorkommenden geringmächtigen Einlagerungen von Sandsteinen sind gleicherweise wie diejenigen des Obersilurs lediglich gelegentlich für Wegebefestigungen untergeordneter Art gewonnen worden.

c) Oberes Karbon. Am Piesberge bei Osnabrück stehen mächtige Sandsteine des Oberen Karbons, und zwar der Saarbrücker Stufe an, in welchen Steinbruchbetriebe umgehen, die zu den grössten Norddeutschlands gehören. Das Gestein besteht in der Hauptsache aus Quarzkörnern mit tonig-kieseligem Bindemittel, welches häufig zahlreiche Glimmerschüppchen und kohlige Substanz, nicht selten auch etwas Limonit enthält. Stellenweise

geht das Gestein in ein sehr festes kieseliges Konglomerat über. Plattig abgesonderte Lagen wechseln mit starken Bänken ab. Der Sandstein besitzt grossenteils bedeutende Festigkeit und Wetterbeständigkeit und wird teils zur Herstellung von Eisenbahn-, Wege- und Betonschotter, zu Packlage und Pflastersteinen, teils zu Bruch- und Werksteinen aller Art verarbeitet und vielfach auf weite Entfernungen versandt.

Am Hüggel im Süden von Osnabrück lagern über den vorbeschriebenen noch etwas jüngere rotgefärbte Sandsteine, welche jedoch nur untergeordnete Bedeutung für technische Verwendung besitzen.

d) Rotliegendes. Die tonigen, mürben, zumeist geringmächtigen Sandsteine des Rotliegenden am Südrande des Harzes, z. B. bei Ilfeld-Neustadt werden an Ort und Stelle als Packlagen und als Waldwegbefestigung, bisweilen auch zur Herstellung von Trockenmauerwerk verwendet. Eigentliche Steinbruchbetriebe gehen in ihnen nicht um.

Tonschiefer. Silur, Devon und Kulm führen im Harz in vielfacher Wiederholung manchmal sehr mächtig werdende Tonschiefer, welche im Silur und Kulm des öfteren in Grauwackenschiefer übergehen. Die härteren und festeren Lagen derselben werden örtlich zur Wegebefestigung, seltener als Bruchsteine ausgenutzt, ohne dass jedoch regelmässig betriebene Steinbrüche in denselben angelegt sind.

Sodann werden bei Goslar die Wissenbacher Schiefer des Mitteldevons als Dachschiefer, Wandbekleidung, seltener als Tisch- und Abdeckplatten verwandt. Der dunkelblaugraue Schiefer ist zum Teil klingend hart und gut ausgebildet, zum Teil aber erdig und mit sehr viel Eisenkies und Kalkspat durchsetzt. Die reineren festen Lagen ohne diese Beimengungen sind sehr wetterbeständig, wie verschiedene mehrere Jahrhunderte alte Dachdeckungen und Mauerverkleidungen in Goslar und Umgegend beweisen. Sehr beeinträchtigt wird der Abbau des Materials durch die insbesondere an streichenden Verwerfungen erfolgte Zerquetschung und Zerreissung der Schiefer, welche häufig das Mengenverhältnis von Abraum und Abbauverlust zu brauchbarem Material allzu ungünstig gestaltet. Grössere Schieferbrüche liegen am Steinberge und weiter südlich zwischen Gose- und Grauetal bei Goslar.

Ausscheidungssedimente.

Quarzite. Technisch wertvolle Quarzite liegen im Obersilur und Unterdevon.

Im Obersilur ist es der sehr mächtige Höhenquarzit des Ackers und Bruchbergs, welcher vom südwestlichen Gebirgsfuss her in 20 km Länge bis zum Brocken streichend den Bergscheider zwischen Ober- und Unterharz bildet. Das Gestein ist ein feinkörniger Quarzit, welcher stellenweise etwas konglomeratische Struktur annimmt und bisweilen etwas Eisen- und Tonbeimengungen besitzt. Im frischen Zustande ist er weiss oder hellgraugelb gefärbt, die obersten Lagen sind durch die Bodensäuren dunkler grau oder braun geworden. Verwitterung erzeugt rötliche Farben. Die Festigkeit ist sehr gross, ebenso die Wetterbeständigkeit. Der Quarzit wird gegenwärtig nur in kleineren Brüchen zur Schotter- und Pflastersteingewinnung abgebaut, da keine Bahnverbindung vorhanden ist, welche seinen Transport auf grössere Entfernungen vermitteln könnte. Falls die weiter oben erwähnten Bahnlinien zur Verbindung der Oberharzstädte ausgebaut werden, würden auf die Erzeugung von Pflastersteinen und Eisenbahnschotter gerichtete Grossbetriebe am Acker den ungemein festen und gut spaltbaren Quarzit befähigen, auch in den weiter ab vom Harz belegenen Bezirken den Wettbewerb mit jedem anderen festen Material aufzunehmen.

Im Unterdevon treten auf der Südostseite des Ackers einige schmale, steilgestellte Züge des sogenannten Hauptquarzits auf, welche dunkel gefärbt und glimmer- und kalkhaltig sind. Auch dieses Gestein ist zur Wegebefestigung verwendbar, tritt aber an Bedeutung gegenüber dem Silurqarzit sehr stark zurück.

Kieselschiefer. Schon im Obersilur des Bruchbergs und Ackers zeigen sich sowohl im Liegenden des Hauptquarzits, wie auch als Einlagerungen in diesem hellere Kieselschiefer von geringer Mächtigkeit, welche zur Strassenbeschotterung brauchbar sind. Das mächtigste Vorkommen dieses Gesteins bilden jedoch die Kieselschiefer des Unteren Kulms, welche in grosser Verbreitung auftreten. Sie flankieren den Acker-Bruchberg auf beiden Seiten, stehen ferner auf der Clausthaler Hochebene und auf den Flügeln des Goslarer Sattels, endlich auch bei Elbingerode, überall in genügender Mächtigkeit, welche teilweise sogar 60 m überschreitet, an. Das schwarze, vielfach von zahllosen Quarzadern durchtrümerte Gestein wechsellagert öfter mit Tonschiefern und schwachen Konglomeratlagen, ist stahlhart, zumeist sehr stark gefaltet und parallelepipedisch zerklüftet. Im verwitterten Zustande nimmt es rote und graue Farbe an. Vermöge seiner Festigkeit, Härte und Beständigkeit bildet es überall in der Nähe seines Vorkommens das zweckmässigste und gesuchteste Schottermaterial für die Wege- und Strassenanlagen. Grössere Steinbrüche werden zurzeit im Gebiet nicht auf Kieselschiefergewinnung betrieben.

Kalkstein. Im Kerngebirge des Harzes sind Kalksteinablagerungen aus dem Obersilur und dem Mittel- und Oberdevon aufzuführen.

Die ältesten Kalke, also diejenigen des Obersilur, welche als platten- oder linsenförmige Einlagerungen in anderen Gesteinen ziemlich häufig vorkommen, werden nur gelegentlich einmal neben neuen oder bereits bestehenden Wegen zu deren Beschotterung gewonnen. Sie sind hart und zäh, von grauer bis schwarzer Farbe und für den erwähnten Zweck wohl geeignet.

Devon. Im Devon besitzen die Stringocephalenkalke, also die hangendsten Schichten des Mitteldevons, die grösste Bedeutung. Auf dem Oberharz sind sie in 8 bis 15 m Mächtigkeit auf beiden Flügeln des Goslarer Sattels sowie im Oberharzer Diabaszug erschlossen, und zwar als dunkel- bis hellgraue Kalksteine von unten etwas flaseriger, oben bankiger Absonderung, die bisweilen ins schiefrige übergehen kann. Sie sind sehr hart und fest, zerfrieren und verwittern sehr wenig und eignen sich recht gut zur Befestigung von Waldwegen jeder Art. Für Chausseebeschotterung sind sie nicht geeignet, ebensowenig für die Herstellung von Mörtelkalk, da sie neben einigem Ton- und Eisengehalt gewöhnlich auch Kieselsäure enthalten. Zahlreich sind die Anbrüche neben den Wegen, in denen sie abgebaut und direkt durch Handarbeit zu Wegeschotter zerschlagen werden. Am Diabaszug gehen sie häufig in Eisenerz über. Dieselbe Erscheinung zeigt sich in grossem Massstabe am Büchen- und Hartenbergsattel nördlich von Elbingerode. Und hier treten sie in der östlichen Sattelwendung auf hannoverschem Gebiet am Hartenberge als blaue, rote, grüne und lichtgraue Marmorgesteine auf, welche sich besonders in poliertem Zustande durch ausgezeichnetes Farbenspiel auszeichnen. In früherer Zeit sind sie denn auch in grösseren Brüchen als Werkstücke für Innen- und Aussendekoration gewonnen und vielfach, so z. B. auch nach Berlin, versandt worden. Das gut bearbeitbare feste Gestein steht noch in ziemlichen Mengen an und könnte recht wohl mit bedeutendem Gewinn nutzbar gemacht werden, wobei nur einzelne schwache Lager, welche hin und wieder Eisenkieseinsprengungen enthalten, auszuscheiden sein würden.

Eine ganz andere Entwicklung hat der Stringocephalenkalk weiter südlich unmittelbar bei Elbingerode erfahren. Hier steht er in ausserordentlich grosser Mächtigkeit, welche noch nicht genau ermittelt ist, als Massenkalk an, welcher nach Westen bis nach Rotehütte hinstreicht. Er ist hier von grosser Reinheit, besitzt häufig einen Gehalt an $CaCO_3$ (reinem kohlensauren Kalk) von 97 % und darüber und gibt das Rohmaterial für eine in grösstem Massstabe betriebene Mörtelkalkindustrie ab, welche zeitweise allein die Hälfte des in Berlin benötigten Mörtelkalks geliefert hat. Das dickbankige, feste, blaugraue Gestein wird ausserdem zu Bruch- und Werkstücken verwendet, während die Abfälle der Kalkbrennerei als Staubkalk für Düngezwecke abgegeben werden. Die Elbingeroder Kalkindustrie besitzt sieben grosse Ringöfen, welche teilweise täglich je elf Doppellader Mörtelkalk abliefern können, ausserdem noch einige Schachtöfen mit je zwei bis vier Doppellader Tageserzeugung.

Aus dem Oberdevon ist zunächst der Iberger Massenkalk zu nennen, welcher einesteils am Iberg bei Grund am Oberharz, sodann bei Elbingerode im Hangenden des Stringocephalenkalks gleichfalls in bedeutender Mächtigkeit ansteht. Er ist häufig etwas heller gefärbt, nicht immer so dickbankig wie der erstere, aber auch von recht befriedigender Reinheit. Grössere regelmässig betriebene Anbrüche sind zurzeit nicht im Betriebe.

Aus dem Oberdevon sind endlich noch der Adorfer und der Clymenienkalk vom Oberharz zu nennen. Der erstere besitzt 8 bis 9 m Mächtigkeit, helle Farbe, dichte Struktur und wurde früher als Eisenhüttenzuschlag in Altenau verwendet. Der Clymenienkalk, welcher durchschnittlich 8 bis 10 m mächtig sein mag, zeigt schieferig-flaseriges bis knotiges Gefüge, bedeutende Festigkeit und etwas Ton- und Eisengehalt. Beide stehen vielfach in den Hangendschichten der Flügel des Goslarer Sattels im Oberharz an, werden wegen ihrer Festigkeit und Wetterbeständigkeit gegenwärtig vielfach zur Wegebefestigung verwertet, aber an keinem Punkte in grösseren, ständig umgehenden Betrieben gewonnen.

Zechstein. Nur beiläufig möge hier des dunkelblaugrauen, oft etwas bituminösen und plattigen Kalksteins des Unteren Zechsteins Erwähnung getan werden, welcher von Osterode her am Südrande der hannoverschen Harzgebiete ansteht und in kleinen Steinbrüchen für Bauzwecke gewonnen wird, ohne dass seine Verwendung jemals grösseren Umfang angenommen hätte.

Dolomit. In dem obenerwähnten Gebiet am Südharz lagert im Mittleren Zechstein ein 30 bis 60 m mächtiger massiger Dolomit, welcher zu den schönsten Werksteinen des Harzes zählt. Seine Tagesflächen sind häufig etwas sandig-löcherig verwittert. Das frische Gestein ist von graugelber gleichförmiger Farbe, festem Gefüge und zeichnet sich durch leichte Bearbeitbarkeit und hohe Wetterfestigkeit aus. Zahlreiche ältere und neue Kirchen- und Profanbauten, Ruinen des Klosters Walkenried usw., aber auch Brückenbauten der Gegend mit fehlerlos erhaltenen Werkkanten und Skulpturen zeugen von den trefflichen Eigenschaften des Materials, welches in vielen, allerdings gegenwärtig nicht sehr grossen Bruchbetrieben, z. B. bei Scharzfeld, Osterhagen usw. gewonnen und bearbeitet wird. Der hohe Wert des Dolomits und seine wirtschaftlich günstige Lage an der Bahnlinie Northeim—Nordhausen sicherten ihm eigentlich eine stärkere Ausnutzung, als er zurzeit erfährt.

Auch am Piesberge und am Hüggel bei Osnabrück stehen Dolomite des Mittleren Zechsteins an, welche im beschränkten Umfange für Bauzwecke gewonnen werden.

Gips. Von Badenhausen im Norden von Osterode bis nach Sangerhausen und darüber hinaus zieht sich um den südlichen Harzrand ein an der Oberfläche auf mehr als 85 km Länge scharf hervortretendes Band von Zechsteingips, welches zumeist aus zwei nebeneinander her verlaufenden Streifen besteht. Der liegende, welches oft bis zu 90 m Mächtigkeit erreicht, ist der sogenannte Aeltere Gips des Mittleren Zechsteins, welcher den vorbesprochenen Dolomit unterteuft und grösstenteils einen mächtigen Anhydritkern birgt. Aus diesem ist er durch Wasseraufnahme als Oberflächenbildung hervorgegangen (Anhydrit = schwefelsaurer Kalk = $CaSO_4$, Gips = $CaSO_4 + 2H_2O$). Der hangende Gips gehört dem Oberen Zechstein an und umschliesst nur sehr selten Reste von Anhydrit. Beide Lager enthalten Verunreinigungen von Ton, bisweilen auch von mergeligem Dolomit, ohne dass diese Beimengungen jedoch in grösserem, den Abbau allzusehr beeinträchtigendem Masse auftreten. An der Oberfläche sind überall die bekannten Karrenfeld- und Orgelbildungen zu beobachten, deren oft sehr tief hinabreichende Höhlungen manchmal mit eingeschwemmten eisen- und manganhaltigen Lehmmassen ausgefüllt sind. Auf hannoverschem Gebiet sind bei Osterode, bei Lauterberg und im Norden von Nordhausen ausgedehnte Flächen vorhanden, in welchen beide Gipslager ausstreichen. Hier wie überall am Südharz wird aber ganz vorwiegend der ältere Gips gewonnen, da er infolge der grösseren Nähe der Bahnlinie Northeim—Nordhausen bzw. Osterode—Herzberg besser verfrachtet werden kann. Neuerdings sind allerdings die Gipslager selbst stark abgebaut, und überall sieht man den Anhydritkern zutage treten. Grössere Abbaubetriebe liegen im hannoverschen Gebiet nur in der Umgebung von Osterode.

Das Rohmaterial wird zur Herstellung von Stuck, von Gipsdielen, Gussmasse für Skulpturen — „Marmalith" — und als Düngemittel verwendet. An Ort und Stelle wird ferner der gebrannte Gips als Mörtel gebraucht, dessen hohe Festigkeit und Wetterbeständigkeit an alten und jüngeren Bauwerken zu beobachten ist.

Niederdeutsches Becken und dessen mesozoische Randschichten.

Auch nachfolgend sind lediglich diejenigen technisch wichtigen Gesteine aufgeführt, welche nicht nur gelegentlich für örtliche Zwecke, sondern dauernd und in grösserem Umfange abgebaut werden.

Sandsteine. Diese bilden weitaus den grössten Teil des in Hannover und Lippe gewonnenen Bau- und Strassenmaterials des Mesozoikums.

a) Buntsandstein. Erstlich werden in Südhannover und der Umgebung des Harzes die festeren Bänke des Unteren Buntsandsteins, welche teils kieseliges Bindemittel besitzen, teils nach den neuesten Untersuchungen von Grupe aus einem Gemenge von Quarzkörnern und Kalkooiden bestehen, nicht selten als Bruchsteine und hin und wieder auch als Strassenbaumaterial gewonnen. Hierher mögen auch die Rogensteine gerechnet werden, obgleich sie ihrer mineralogischen Beschaffenheit nach auch recht wohl den Kalksteinen zugezählt werden können. Sie bilden bankige Einlagerungen des Unteren Buntsandsteins und treten im Sattel des mittleren Leinetals bei Freden erstmalig deutlich hervor, um an Mächtigkeit der Ausbildung und an Korngrösse nach Nordosten und Osten hin bis an den Harz hinan erheblich anzuwachsen. Die Rogensteine werden als Bruchsteine für Bauzwecke, als Belagplatten für Strassenfusssteige, seltener als Pflastersteine verwendet, z. B. bei Vienenburg am Harlyberg usw.

Sodann werden gleicherweise die härteren kieseligen Sandsteinbänke der unteren Abteilung des Mittleren Buntsandsteins recht oft in Steinbrüchen

mittleren Umfanges gewonnen, und zwar besonders im Solling und in anderen Teilen Südhannovers.

Weitaus den grössten Teil des Sandsteins liefert jedoch die obere Abteilung des Mittleren Buntsandsteins, die sogenannte Bausandsteinzone. Sie ist als selbständige Zone in ganz Südhannover von der vorerwähnten unteren Abteilung des Mittleren Buntsandsteins abzutrennen, verschwindet als solche jedoch weiter nach Norden etwa in der Breite des Hildesheimer Waldes, auf welchem sie nur noch unvollkommen entwickelt ist. Ihre Mächtigkeit wechselt von 10 bis 150 m. Letztere erreicht sie am Westrande des Sollings an der Weser. Vorwiegend tritt sie etwa 50 bis 60 m mächtig auf und macht sich überall da, wo ihre Schichten aufgerichtet sind, ganz besonders als Geländekante, oft auch als Klippenreihe bemerklich. Sie besteht der Hauptsache nach aus sehr starken Bänken — oft sind geschlossene Bänke von 5 bis 7 m Mächtigkeit zu beobachten —, welche nicht selten durch tonige Zwischenmittel getrennt sind. An der Hangendgrenze tritt eine 10 bis 15 m starke Schiefertonlage mit festen Sandsteineinlagerungen auf, und im Solling ist eine solche in teilweise weit grösserer Mächtigkeit auch an der Sohle des ganzen Komplexes zu beobachten, und zwar im besonderen am Nordostrande der Sollingplatte, während sie nach Westen hin wieder verschwindet und dem regelmässig ausgebildeten Bausandstein Platz macht. Das Gestein besteht aus feinen bis mittelgrossen, seltener groben Quarzkörnern mit vielen kleinen Kaolintrümmern, enthält viel Glimmer, welcher nicht selten lagenweise auftritt, und besitzt vorwiegend braunrote Farbe, die jedoch durch Auslaugung der Eisenbeimengungen örtlich, so z. B. bei Münden in grösserem Umfange in ein helles Grau oder Gelbweiss übergeht. Die Einlagerungen in den Grenzschichten bestehen aus kieseligem harten Sandstein im Gegensatz zu der Hauptmasse, welche im allgemeinen keine grosse Festigkeit besitzt und in dieser Beziehung auch hinter manchen harten Bänken der tieferen Buntsandsteinzonen zurücksteht. Nur an einzelnen Stellen, so z. B. bei Münden, sind auch mächtigere Lagen des eigentlichen Bausandsteins kieselig ausgebildet. Die Schiefertonmittel sind grau, grün oder rotbraun gefärbt, können örtlich auch einmal etwa in der Mitte der Zone 4 bis 6 m Mächtigkeit erreichen.

Der Bausandstein lässt sich sehr gut zu Werkstücken aller Art verarbeiten und da, wo der Glimmer lagenweise auftritt zu Dach-, Flurbelag- und Fusssteigplatten spalten, und wird daher vielfach in ganz Nordwestdeutschlands zur Ausführung von Hochbauten, Brücken, Stütz- und Futtermauern verwendet. Leider nimmt er infolge des Kaolingehalts die Feuchtigkeit sehr stark auf und trocknet nur sehr langsam wieder aus. Auch ist seine Wetterbeständigkeit keineswegs sehr gross. Namentlich wird er des öfteren durch Rauchgase der Lokomotiven und der Feuerungen in den Städten angegriffen. Er blättert dann schalig ab. Ferner ist auch ein starkes Absanden des Materials infolge der Frostwirkung zu beobachten, namentlich dann, wenn das Material aus Steinbrüchen stammt, welche in der Nähe grösserer Störungslinien angelegt sind, wie denn überhaupt die Festigkeit des Bausandsteins durch die Einwirkung des Gebirgsdrucks ganz besonders stark beeinflusst ist.

Da, wo das Gestein kieseliges Bindemittel besitzt, wird es, wie z. B. bei Münden, zu Mühlsteinen und Pflastersteinen verarbeitet. Letztere werden auch aus den harten Sandsteinen, die den Grenztonen eingeschaltet sind, hergestellt. Ausgedehnte Steinbrüche im Bausandstein sind in grosser Zahl in der Umgebung von Münden, im oberen Leinetal und im Solling, aber auch in den nordwärts vom letzteren belegenen Bezirken im Betriebe.

b) Keuper. Aus dem Lettenkohlenkeuper werden bei Osnabrück, hier und da in Lippe-Detmold und vereinzelt in der Nähe von Hildesheim graugrüne, tonige, nicht sehr feste Sandsteine, welche nur einige plattige, kieselige Lagen enthalten, und etwa 5 bis 6 m Mächtigkeit erreichen können, abgebaut und zumeist als Bruchsteine verwendet.

Ferner ist im Gipskeuper der Schilfsandstein nahezu im ganzen Gebiet entwickelt. Er hat sein Lager in der oberen Partie der unteren Hälfte des Gipskeupers, erreicht eine Mächtigkeit bis zu 20 m und tritt überall deutlich aus den angrenzenden Mergeln hervor. Seine Hauptentwicklung besitzt er an der Weser, Köterberg, Hameln usw.; doch ist er auch bei Osnabrück, Borgloh und Umgebung und im lippeschen Teile des Teutoburger Waldes, endlich bei Einbeck wohl ausgebildet zu beobachten. An diesen Fundorten besteht das graugrüne, rötlich geflammte Gestein aus Quarzkörnern, zumeist geringer Grösse mit tonig kieseligem Bindemittel. Die untersten Lagen enthalten viel Glimmer und sind nicht selten plattig abgesondert, während in der Mitte und oben stärkere Bänke von teilweise, namentlich in der Nähe des Hangenden, recht beträchtlicher Festigkeit auftreten. Der Schilfsandstein wird besonders an der Weser, aber auch bei Einbeck in grossen Brüchen gewonnen und seiner guten Bearbeitbarkeit wegen gern als Werkstein, sonst vielfach als Bruchstein verwendet. Seine Wetterbeständigkeit und sein Verhalten gegen die Luftfeuchtigkeit sind vielfach etwas zufriedenstellender als die des Bausandsteins. Andererseits ist aber der Schilfsandstein auch vielfach an anderen Fundorten, so namentlich weiter nach Osten bei Hildesheim und am Heinberge, östlich von Bokenem, nur als ganz mürbes Sandgestein ausgebildet, welches höchstens zwecks Verwendung als Streusand gewonnen wird.

Auch im Rhätkeuper besitzt der Sandstein recht verschiedene Entwicklung. Abbauwürdige geschlossene Bänke kommen hier durchweg an der Liegendgrenze vor. Einmal sind solche bei Osnabrück, und von da ab nach Südosten, insbesondere im lippeschen Berglande, ferner bei Hameln, Aerzen, Hämelschenburg usw. als harte gelbgraue Kieselsandsteine entwickelt, welche im lippeschen Lande und bei Hameln sogar in echte Quarzite von sehr hoher Festigkeit übergehen. Sodann treten sie bei Göttingen, vor allem bei Hildesheim und von da in langen Zügen auf dem Nordflügel des Hildesheimer Wald-Sattels, auf beiden Flügeln des Salzgittern-Sattels und am Heinberge, ferner östlich von Hannover bei Fallersleben und im Hasenwinkel als tonig kieselige, feinkörnige, gelbbraune Sandsteine von bis zu 15 m Mächtigkeit auf. Sie sind im Dach und in der Sohle plattig, im mittleren Teile dickbankig abgesondert und enthalten einige Einlagerungen von schwarzen Schiefertonen. Die Festigkeit ist nicht bedeutend, reicht jedoch für die Verwendung des Materials zu Bauzwecken aus. Ihre Wetterbeständigkeit ist zufriedenstellend, das Absanden unter Einwirkung des Frostes gering. Kirchenbauten in Hildesheim und Umgegend über 900 Jahre alt.

Was die Verwendung des Rhätgesteins anbetrifft, so gibt der Quarzit von Lippe und Hameln usw. trefflichen Eisenbahn-, Strassen- und Betonschotter und sehr gute Pflastersteine, deren Verwendung eine weitgehendere zu sein verdiente, als sie es gegenwärtig ist. Die Sandsteine werden gern als Bruch- und Werksteine verwendet und sind verhältnismässig billig zu gewinnen und gut zu bearbeiten. Grössere Quarzitbrüche liegen im lippeschen Lande bei Schötmar usw., Sandsteinbrüche bei Hildesheim und bei Fallersleben.

c) Jura. Erstlich treten im Mitteljura, und zwar im Westen der Leine, Schichtenkomplexe auf, welche nach den darin vorkommenden Versteine-

rungen als Zone der Parkinsonia Wuertembergica, des Perisphinctes arbustigerus und der Oppelia aspidoides bezeichnet werden und teilweise als Kalksandsteine ausgebildet sind. Sie bestehen aus manchmal ziemlich groben Quarzkörnern mit eisenschüssig-kalkigem, seltener tonigem Bindemittel und besitzen verschieden starke Zwischenlagen von sandigen Mergeln oder Schiefertonen. Im allgemeinen nimmt die Mächtigkeit der Sandsteine von Osten nach Westen dergestalt zu, dass in Hannover nur die untere Zone, im Teutoburger Wald und im Wiehengebirge immer höhere Zonen, zuletzt sogar bis an die Liegensgrenze der Ornatentone hinan in sandige Ausbildung erscheinen. Das vielfach ziemlich dickbankige Gestein besitzt im frischen Zustande graugrüne Farbe und eine Druckfestigkeit bis zu 450 Atm. Es verwittert zu rotbraunen lockeren Sandmassen. Die Mächtigkeit der geschlossenen Bänke beträgt bei Hannover etwa 18 m; weiter nach Westen schwankt sie zwischen 7 und 15 m, geht jedoch teilweise noch weiter hinab. Im Westen wird dieser Kalksandstein gegenwärtig vorwiegend als Packlage für den Strassenbau gebraucht, wozu er sich im frischen Zustande recht wohl eignet. Bei Osnabrück, wo seine Wetterbeständigkeit eine höhere ist, wird er auch als Bruchstein für Hochbauten verwendet.

Zweitens sind im Oberjura am Teutoburger Wald und am Wiehengebirge, also im wesentlichen in der weiteren Umgebung von Osnabrück die Schichten des Oxford und des Kimmeridge gleichfalls als Ablagerungen aus der Seichtsee ausgebildet. Dabei ist die untere Partie, namentlich im Norden, als recht kieseliger Dolomitsandstein von teilweise sehr hoher Druckfestigkeit abgelagert, während im Süden und in den hangenden Lagen etwas tonige Kalksandsteine auftreten. Die Gesteine sind zum Teil in sehr derben, bankigen Massen, dazwischen auch einmal plattig abgesondert, zeigen dunkelgraue (die kieseligen), graugrüne und gelbbraune (die kalkigen) Farben und werden je nach ihrer Härte und Festigkeit in teilweise sehr ausgedehnten Brüchen, so bei Hüsede, Engter usw. als Pflastersteine, Schotter und Packlage oder als Bruchsteine, seltener als Werksteine gewonnen, sind zumeist bequem abzubauen und gut zu bearbeiten.

d) Kreide. Von den nur in der Unteren Kreide vorkommenden Sandsteinen sind in erster Linie diejenigen des mittleren Wealds aufzuführen, welche im Gebiet wohl ebenso häufig wie die Bausandsteine des Buntsandsteins Verwendung finden, die aber auch schon seit langer Zeit bis in die Rheinlande, bis nach Holstein und nach Pommern in beträchtlichen Mengen zum Versand gelangen. Sie sind ebenso gut zu bearbeiten wie die bisher aufgezählten, und besitzen zum grossen Teile diesen gegenüber den Vorteil grösserer Trockenheit im Bau, andererseits verfärben sie namentlich unter dem Einfluss der Rauchgase schnell und stark dergestalt, dass die anfänglich vorwiegend lichten, schönen Farben bald in unscheinbare graue übergehen. Nachstehende Tabelle enthält das Wissenswerte über die Ausbildung der Wealdsandsteine.

Des weiteren kommen im Gebiet aber auch noch höhere Horizonte der Unteren Kreide in Sandsteinausbildung vor.

Im Nordwesten des Gebiets gehören hierher die Bentheimer und Gildehäuser dickbankigen Sandsteine. Erstere bilden den langen west-östlich verlaufenden Höhenrücken, auf welchem Bentheim liegt, und treten auf dem Gegenflügel des Bentheimer Sattels im Isterberge wieder zutage. Sie bestehen aus grauem, nicht sehr festem, tonigem, mittelkörnigem Material und enthalten im oberen Drittel Zwischenlagen von dunklem Schieferton. Der zweitgenannte Sandstein bildet den weiter südlich belegenen Höhenzug von Gildehaus, besitzt graugrünes, mergelig kalkiges Bindemittel, in welchem

Vorkommen	Mächtigkeit m	Farbe	Korn	Bindemittel	Zwischenmittel	Festigkeit, Druck, at	Verwitterung	Verwendung
Osterwald, Holeberg, Nesselberg	50	vorwiegend weiss, bis gelbweiss	Quarz, meist feinkörnig	meist kieselig	Letten und plattige Sandmergel	bis 700	weisser, auch gelber Sand	Werkstücke, Bruchsteine
Deister	insgesamt 120 in 18 Lagen	gelblich, weiss und grau	Quarz, wie vor, seltener Kieselschiefer und Milchquarz von gröberem Korn	häufig tonig, seltener kieselig, oder kalkig-eisenschüssig, „Blausteine". Auch kohlige Bestandteile	wie vor, auch Ton mit Toneisensteingeoden	bis 680	lehmiger Sand, auch roter magerer Sand	Werkstücke, Bruchsteine, der Blaustein als Strassenbefestigung, Schleifsteine
Süntel	etwa 100	gelblich-grau	wie vor	oft recht mürbe, tonig-kieselig, seltener kalkig	wie vor	?	lehmiger Sand	Werkstücke, Bruchsteine
Rehburg	7	hellgrau, gelblich	Quarz, feinkörnig	tonig bis kieselig	—	?	Sand	Werkstücke, Bruchsteine
Stemmer Berg	etwa 50	gelbbraun	Quarz, mittelkörnig	kieselig, kalkig, teils recht spärlich	Tonlagen, Kohlenschnitze	?	lehmiger Sand	Bruchsteine
Fissenberg bei Peine	?	weissgrau	wie vor	kieselig, tonig, kohlig	—	?	Sand	Bruchsteine
Bückeberge Harl	20	weiss bis hellgrau	Quarz, feinkörnig	kieselig, selten kalkig	—	bis 770	Sand	sehr geschätzte Werkstücke
Wichengebirge südöstl. Osnabrück	bis 20	hellgelbgrau	Quarz	kieselig, tonig, selten kalkig	—	?	lehmiger Sand	Bruchsteine, Werkstücke
Teutoburger Wald	50	hellgelb	Quarz, fein und grobkörnig, konglomeratisch	kieselig, tonig	Tonlagen und Sandmergel	?	lehmiger Sand	Bruchsteine, Werkstücke, Packlagen

mittelgrosse bis grobe Quarzkörner liegen. Beide Sandsteine haben sehr wechselnde Mächtigkeit, die bis zu 150 m erreicht, und im Streichen sehr rasch bis auf wenige Meter abnimmt. In bezug auf Wetterbeständigkeit und Druckfestigkeit genügen sie mittleren Ansprüchen und sind sehr häufig auch in der weiteren Umgegend als Werkstücke für Kirchen- und grössere Profanbauten sowie als Bruchsteine verwendet. Weiter nach Südosten treten sodann im Teutoburger Wald, auch in dessen hannoverschem und lippe-detmoldschen Teile über 200 m mächtige Sandsteinkomplexe (Schichten vom oberen Valanginien bis zum oberen Aptien, wahrscheinlich sogar noch bis zum unteren Albien einschliesslich), die Teutoburger-Wald-Sandsteine mit schöner Ausbildung der Höhenzüge — Externsteine usw. — auf. Sie besitzen alle möglichen Farben, unter denen gelbbraun vorwiegt, bestehen aus fein- bis grobkörnigen Quarzstückchen in sehr wechselndem Bindemittel, welches kalkig, tonig, kieselig, glaukonitisch sein kann und beim Verwittern Brauneisenstein ausscheidet. Nicht selten ist das Bindemittel ausgelaugt, wodurch das Gestein sehr locker und porös wird. Im frischen Zustande ist es wenig fest, es erhärtet aber häufig nicht unerheblich beim Austrocknen. An streichenden und querschlägigen Verwerfungen tritt fast stets eine recht hochgradige Zertrümmerung des Sandsteins auf, worauf bei Anlage der Steinbrüche besonders Rücksicht zu nehmen ist. Das Gestein wird als Werk- und Bruchstein sowie als Strassenbefestigung vielfach abgebaut; doch ist zumeist der Wealdsandstein als der festere bevorzugt.

Endlich sind noch die Sandsteine des Albiens zu nennen, welche in Hannover in der Hilsmulde, am Sackwalde und den Siebenbergen in 60 m, im Salzgitterer Sattel und am Heinberge in fast 200 m Mächtigkeit anstehen. Sie sind vorwiegend dickbankig abgesondert, bestehen aus feinen bis mittelgrossen Quarzkörnern in wechselndem, kalkig-tonig oder kieseligem Bindemittel von gelber, brauner oder grauer Farbe. Steile Höhen und Klippenzüge bezeichnen zumeist die Lage des Sandsteins, welcher grossenteils befriedigende Wetterbeständigkeit und Festigkeit besitzt; letztere nimmt sogar häufig beim Austrocknen im Bau ganz bedeutend zu. Das sehr gut bearbeitbare Gestein wird als Werkstein geschätzt. Weit bekannt ist die in den anstehenden Sandsteinfels auf dem Heinberg am Jägerhause eingehauene Hubertuskapelle, ausserdem viele Kirchen und Profanbauten der Umgegend.

Kalksteine. a) Muschelkalk. Im allgemeinen sind die sämtlichen Kalksteine des Muschelkalkes im Gebiet den gleichaltrigen Gesteinen Mittel- und Süddeutschlands in technischer Beziehung keineswegs gleichwertig, obgleich sie in Hunderten von Steinbrüchen gewonnen werden. Einesteils ist ihre geringere Wertigkeit in der petrographischen Ausbildung, anderenteils in der tiefgehenden Zerstörung des Materials durch den Gebirgsdruck begründet, dessen Wirkung ja bereits im ersten Teile eingehender geschildert werden musste.

Der Wellenkalk liefert wie in Mitteldeutschland, so auch in hannoverschen und lippe-detmoldschen Landen ziemlich harte, manchmal lagerhafte Bruchsteine aus den Zonen der Oolith-, Werk- oder Terebratel- und Schaumkalkbänke, welche stets nur wenige Meter Mächtigkeit und vorwiegend plattige bis mittelbankige Absonderung besitzen, gegenwärtig aber vorwiegend nur für die Gewinnung von geringwertigem Strassenbefestigungsmaterial ausgebeutet werden.

Auch im Oberen Muschelkalk werden noch vielfach die 8 bis 12 m mächtigen Trochitenbänke abgebaut und als Bruchsteine, seltener als Werksteine verwendet. Gerade diese Trochitenkalke, welche nur zum geringeren Teile im unteren und mittleren Drittel aus gleichmässig ausgebildetem oolithischen

Kalk, in der Hauptsache aber aus spätigem, von Mergelschnüren durchzogenen Stielgliedkalk, bestehen und leicht verwittern, stehen in bezug auf technische Brauchbarkeit bedeutend hinter den gleichaltrigen, südlicheren Trachitenkalken, beispielsweise den thüringern, zurück.

Im Hangenden der Trochitenkalke setzen die Ceratitenschichten in Gestalt sehr fester, blaugrauer Kalkplatten von 15 bis 40 cm Plattenstärke auf, welche mit Mergeltonschichten wechsellagern. Diese plattigen Kalke sind nicht selten als gute Moellons für Hochbauten verwendet, und hierfür auch ihren physkalischen Eigenschaften nach — hohe Festigkeit, schöne Farbe usw. — recht geeignet. Es tritt jedoch bei ihrer Gewinnung das sehr ungünstige Massenverhältnis von Baustein zu Tonzwischenlagen mit 6 : 5 sehr ungünstig in die Erscheinung.

Vereinzelt werden die Kalkschiefer des Wellenkalks sowie Lagen des Oberen Muschelkalks auch zur Zementfabrikation und zum Mörtelkalkbrennen verwendet.

b) Jura. Der Oberjura liefert im Gebiet weitaus die grössten Mengen der als Bruch- und Werksteine sowie zur Mörtelkalkbereitung gewonnenen Kalksteine. In nachstehender Tabelle sind die einzelnen Vorkommen, soweit sie in technischer Beziehung Bedeutung besitzen, zusammengestellt.

Besonders schöne Werkstücke und trefflichen Mörtelkalk liefern die oolithischen Korallenoolithkalke am Ith und Selter, grosse Kalkwerke bei Freden, Marienhagen und Salzhemmendorf.

c) Kreide. Im ganzen Gebiet liefern die festeren Kalke des Pläners, namentlich des Turons, Strassenbaumaterial, welches als Packlage ausreichende Festigkeit besitzt, dagegen als Decklage in bezug auf Haltbarkeit und Härte nur sehr geringen Ansprüchen genügt. Die Plänerkalke werden auch hin und wieder als Bruchsteine verwendet, und in einigen Fällen am Teutoburger Wald und am Salzgitterer Höhenzug zu Mörtelkalk gebrannt.

Ferner werden Pläner- und Senon-Kreidekalke und deren Mergel bei Misburg im Osten Hannovers, bei Lüneburg und bei Warstade-Hemmoor an der Unterelbe in grossem Massstabe als Rohmaterial für die Zementfabrikation abgebaut. Der aus diesem Material hergestellte Portland-Zement stellt sich den besten an die Seite und weist recht oft schon nach 28 tägiger Erhärtung Mörtelfestigkeiten von mehr als 400 Atm. Druckbeanspruchung und bis zu 80 Atm. bei Zugbeanspruchung auf.

Dolomit. Die hier in Betracht kommenden Dolomite gehören ausschliesslich dem Oberjura an.

Erstlich stehen am Kaleberge bei Echte in Südhannover im Korallenoolith 30 m mächtige Dolomite von grauer Farbe und zufriedenstellender Festigkeit an, welche sich gut bearbeiten lassen. Ebendaselbst liefert auch der obere Kimmeridge 6 m oolithische dunkle Dolomite, die als Strassenbaumaterial verwertet werden. Zweitens treten im Korallenoolith der Deistergruppe und des Iths und Selters sehr schöne, feste dickbankige Dolomite von grauer und graugelblicher Farbe auf. Am Deister usw. werden sie nur als Bruch- und Strassensteine verwendet. Am Ith und Selter dagegen, wo sie entweder mit den Kalken wechsellagern oder auch insbesondere in der Nähe der Bruchlinie sich aus den Kalken heraus allmählich entwickeln, werden sie vielfach zu vortrefflichen grossen Werkstücken jeder Art verarbeitet, welche sich durch schöne Farbe, Festigkeit sowie Wetterbeständigkeit auszeichnen und den Wettbewerb mit den besten Sandsteinen aufzunehmen vermögen.

Mergel. Die kieselig tonigen, in frischem Zustande ziemlich festen Gesteine des Flammenmergels an der Hangendgrenze der Unteren Kreide

Perarmatenzone	Korallenoolith	Kimmeridge			Portlandschichten		Serpulit und Purbeck
		unterer	mittlerer	oberer	Gigaskalke	Eimbeckhäuser Plattenkalke	
			Fallersleben — Ehmen				
	10 m mächtige grob-oolithische gelbgraue ziemlich feste Kalke, Bruchsteine	8 m mächtige, dichte und fein-oolithische graue Kalke, Bruchsteine	10 m Kalk u. Mergel, davon etwa 5 m dichte graue Kalke, Bruchsteine				
			Goslar, Petersberg — Knickmauer				
	etwa 17 m, davon 6 m braungelbe oolithische und dichte Kalke, Bruchsteine	17 m, davon 5 m helle dichte Kalke, Bruchsteine	22 m, davon 16,5 m helle dichte Kalke, Bruchsteine				
			Kaleberg bei Echte, Südhannover				
graue Mergel und Kalke	55 m Mergel, Kalke und Dolomite, davon 10 m feste graue oolithische Kalke, zu unterst kieselig, Werkstücke und Bruchsteine	15—20 m Kalke u. Mergel, davon 8 m feste braungraue dichte oder oolithische Kalke	40 m Kalke u. Mergel, untere Hälfte schiefrig, obere vorwiegend graubraune oolithische feste, auch dichte spröde Kalke mit 5 m Mergel, Bruchsteine, Strassenbaumaterial	unten 30 m plattige weisse Kalke, darüber etwa 15m gelbliche, feste, oolithische Kalke mit Mergellagern, Bruchsteine			
			Hildesheim (Galgenberg — Spitzhut, Knebel — Vorholz — Langenberg)				
17 m Kalke und Mergel, etwas sandig, sehr harte blaugraue, verwittert braune u. hellgelbe, bankige Kalke, oben oolithisch, darüber 12 m plattige Mergelkalke	etwa 30 m oolithische Mergel und Kalke, davon 22 m Kalk, vorwiegend oolithisch, grau verwittert, hellgelb-weiss, unt. Hornsteineinlagerungen, zur Mörtelkalkbereitung wohlgeeignet	8 m graue und weisse mürbe oft plattige Kalke	über 10 m plattige, ziemlich dichte graue Kalke				
		(Sämtlich als Bruchsteine und Strassenmaterial vielfach abgebaut.)					
			Hoheneggelsen, nordöstlich von Hildesheim				
	etwa 20 m gelbgraue bankige dichte bis oolithische mittelfeste Kalke, dazwischen Mergellagen, Bruchsteine						

Perarmatenzone	Korallenoolith	Kimmeridge			Portlandschichten		Serpulit und Purbeck
		unterer	mittlerer	oberer	Gigaskalke	Eimbeckhäuser Plattenkalke	
Hannover							
7 m, unten dunkle, etwas sandige, oben graue, oolithische Kalke mit Mergeleinlagen	6—11 m, unten dichte weniger feste, oben oolithische festere graue, verwitterte gelbbraune Kalke mit Mergeleinlagerungen	etwa 8 m, unten plattig-mergelige, oben bankige, dichte, weissgelbe und graue Kalke, Mergel u. -Toneinlagerungen	10—20 m, unten mit Mergeln und Tonen wechsellagernde weisse und graue mittelfeste, oben graue oolithische Kalke, Mörtelkalk b. Ahlem	3—4 m mergelige Kalke auf festeren Platten	bis 8 m, unten mergelige, oben dichte bis oolithische graue Kalke	3—6 m Plattenkalke	3 m teils dichte, teils oolithische graue Kalke
		(Sämtlich bei Ahlem auf engem Raum als Asphaltkalke entwickelt.)					
Deister, Saupark, Nesselberg, Osterwald, Süntel							
15—20 m, dunkelgraue, sandigmergelige, unten mürbe, ob. festere Kalke	30—50 m ziemlich feste, teils reine, teils dolomitische, teils völlig in Dolomit verwandelte feste dickbankige vorwiegend oolithische dunkle Kalke m. Mergellagen, Mörtelkalk, Bruchsteine, Werksteine	7—20 m graue Mergel mit glaukonitischen und reineren nicht sehr festen Kalklagen	12—50 m graue und hellgelbe oolithische und dichte mittelfeste Kalke, bankig oder plattig mit grauen Mergeln und Tonen, Bruchsteine und Strassenmaterial	25—90 m graue, plattige u. bankige dichte u. oolithische Kalke mit mehrfachen Ton- und Mergellagern. Letztere am Süntel vorwiegend. Strassenmaterial	5—50 m sehr dickbankige blaugraue feste dichte u. oolithische Kalke mit Mergelzwischenlagen, guter Mörtelkalk — Rohmaterial teilweise 97% $CaCO_3$ — Bruchsteine, Wegebaumaterial	bis 90 m graue plattige Kalke u. Mergelschiefer, darin einige dickere Bänke	bis 20 m konglomeratische, dichte und oolithische graue, feste Kalke, auch Mergellagen, Mörtelkalk, Bruchsteine, Werkstücke, Strassenmaterial
Ith und Selter							
Mergeltone mit sandigen Kalken	bis 55 m hellere und dunklere graue oolithische dickbankige z. T. sehr reine Kalke, teilweise jedoch in Dolomit übergehend, und mit Dolomit wechsellagernd, ausgezeichneter Mörtelkalk, Bruchsteine, schöne Werkstücke	15 m leicht zerfallende dunkle oolithische mergelige Kalke	40 m Mergel und Kalke, darin 3 feste Lagen von zusammen 15 m grauer oolithischer u. dichter Kalke, Bruchsteine, Strassenmaterial	bis 50 m mürbe Mergel, Tone und Kalke	bis 80 m Mergel und feste dichte, seltener oolithische Kalke, namentlich unten und oben 2 mächtige Zonen, Bruchsteine, Strassenmaterial	bis 100 m ähnlich dem Vorkommen am Deister	bis 30 m plattige, zuweilen konglomeratische, sonst dichtere dunkle Kalke, oben Mergel bei Thüste u. Wenzen, weitbekannte, bräunliche Werkstein-Kalke, 15 m mächtig, Bruchsteine
Teutoburger Wald — Wichengebirge							
		etwa 10 m graue plattige und auch bankige feste Kalke zwischen Mergeln und Tonen			etwa 16 m graue bankige ziemlich reine und feste Kalke, mit Tonlagern, Mörtelkalk, Bruchsteine	ziemlich verbreitete, plattige Kalke wie am Deister	

werden sehr häufig als Packlage, in seltenen Fällen auch als Schotter beim Strassenbau benutzt, und im ganzen Gebiet in grösseren und kleineren Brüchen abgebaut.

Sodann ist noch das mergelig kalkige, sehr feste und wetterbeständige Konglomeratgestein des Sudmer Berges bei Goslar zu erwähnen, welches an der Grenze zwischen Emscher und Senon liegt, in grossen Steinbrüchen gewonnen und als gelblich grauer, gut bearbeitbarer, wetterbeständiger Werkstein jeder Grösse sehr geschätzt wird. — Alte und neue Kirchen und grosse Profanbauten, Brücken usw. im östlichen Hannover und in Braunschweig.

Gips. Der Gips des Oberen Zechsteins, des Röts, seltener des Mittleren Muschelkalkes und des Münder Mergels wird im Gebiet hin und wieder abgebaut und entweder als Gartenschmuck oder zur Herstellung von Stuckmaterial verwendet. Die Betriebe erreichen in keinem Falle den Umfang derjenigen der früher erwähnten grossen Gipswerke am Harz.

Betriebs- und Versandverhältnisse.

Arbeitspersonal und Bruchbetrieb. Ein beträchtlicher Teil der Steinbrüche selbst grösseren Umfanges wird mit einheimischen Kräften betrieben. Dabei kommt es recht häufig vor, dass der Abbau zur Zeit der Ackerbestellung und Ernte ruht, in den Zwischenzeiten aber derartig beschleunigt wird, dass Vorräte an versandbereitem Material hereingewonnen werden. In den ganz grossen Betrieben werden anderseits auch ausländische Arbeiter, vorwiegend Polen, Norditaliener und Kroaten beschäftigt. In dieser Beziehung wird sich jedoch am Oberharz und dessen näherer Umgebung voraussichtlich in nicht ferner Zeit ein Wandel insofern vollziehen, als mit der allmählichen Einstellung der Bergwerksbetriebe immer mehr Bergleute für den Steinbruchbetrieb frei werden.

Der Abbau des Materials erfolgt je nach den Lagerungsverhältnissen des Gesteins im Stoss- oder Strossenbau, während der Wandbruch nur in wenigen Fällen, z. B. bei grossen Kalksteinbrüchen, zur Ausführung gelangt. Der Herstellung der Bohrlöcher wird selbst in sehr grossen Betrieben noch sehr häufig durch Handarbeit bewirkt, was wohl seinen Grund darin findet, dass im Gebiet verhältnismässig wenig nutzbar gemachte Wasserkräfte für den Maschinenbetrieb zur Verfügung stehen. Neuerdings beginnen sich jedoch die Luftbohrhämmer, wie im Tunnel- und Bergbau, so auch im Steinbruchbetriebe mehr und mehr einzuführen; und hierin werden mit der stetigen Vermehrung der elektrischen Kraftzentralen und der dadurch ermöglichten Verbilligung des Kompressorantriebes voraussichtlich rasche Fortschritte zu verzeichnen sein.

Transportanlagen. Alle grösseren Brüche sind neuerdings mit leistungsfähigen Bremsbergen, Schuttaufzügen für den Haldensturz und Schmalspurgleisen für den Verkehr zwischen Bruch- und Werkplatz ausgerüstet. Der Transport des Fertigmaterials erfolgt entweder mittels Schmalspurbahn zur nächsten Eisenbahnstation — Basaltbrüche an der Bramburg—Bahnhof Volpriehausen über 7 km lang, Anschlussbahn der Kalkstein- und Mörtelkalkwerke Marienhagen—Bahnhof Bauteln über 8 km lang — auch wohl mittels Drahtseilbahn oder aber in der Weise, dass die Werkanlagen direkt mit den Stationen der nächsten Eisenbahnlinie durch Anschlussgleise verbunden sind, auf denen die Eisenbahnwagen dem Werke zur Verladung zugeführt werden — Piesberg bei Osnabrück; Harzer Kalkindustrie in Elbingerode mit eigenen Bahnhofsanlagen.

Für den eigentlichen Versand im Nah- und Fernverkehr stehen im Gebiet eine grosse Anzahl von Eisenbahnen zur Verfügung. Es sind für den Nordsüdverkehr die Hauptlinie Hamburg—Hannover—Frankfurt, für den Ostwestverkehr die Hauptlinien Berlin—Hannover—Cöln, Berlin—Braunschweig—Hildesheim—Hameln—Soest—Cöln und Leipzig—Halle—Hildesheim—Hameln—Löhne—Osnabrück—Rheine—Holland, welche das Gebiet in dessen voller Ausdehnung durchqueren. Zwischen diesen spannt sich schon jetzt ein recht engmaschiges Netz trefflich ausgebauter Verbindungsstrecken, welches stetig erweitert wird, so dass in nicht ferner Zeit auch die jetzt noch der Eisenbahn entbehrenden Teile des norddeutschen Hügellandes und selbst des Oberharzes mit Bahnstrecken versehen sein werden, welche die Nutzbarmachung grosser Mengen sehr wertvoller Baugesteine ermöglichen werden.

Provinz Sachsen, Anhalt und Braunschweig.

Von Dr. Hans Menzel und Dr. Erich Meyer.

I. Orographische und geologische Uebersicht.

Das in diesem Kapitel zusammengefasste Gebiet besitzt geographisch eine bedeutende Ausdehnung und Mannigfaltigkeit; es erstreckt sich aus der Gegend von Wittenberge an der unteren Elbe südwärts bis zum Kreise Schleusingen am SW-Hang des Thüringer Waldes und von der Weser bei Holzminden nach Osten zu bis jenseits der Elbe bei Torgau. Es umfasst mithin landschaftlich Teile vom Thüringer Wald und vom Harz, fast das gesamte Thüringer Land sowie teilweise das nördliche, nordwestliche und westliche Harzvorland. Vom norddeutschen Flachland begreift es Teile, die sich aus der Gegend um Halle einmal an der Elbe entlang bis nach Torgau, sodann nach Norden zu über die Magdeburger Börde zur Altmark und zur Gegend um Braunschweig erstrecken.

Dieses Gebiet wird von zwei grossen schiffbaren Wasserstrassen berührt und teilweise durchflossen. Im Westen ist es die Weser, die besonders für Teile des Braunschweiger Landes (Kreis Holzminden) in Betracht kommt, im Osten die Elbe, die Teile der Provinz Sachsen und Anhalt durchfliesst. Von Bedeutung ist ferner noch ein Nebenfluss der Elbe, die Saale, die aus der Gegend von Naumburg ab als Wasserstrasse dient. Der übrige Teil des Gebietes wird von schiffbaren Wasserstrassen nicht berührt. Dagegen durchschneiden Bahnlinien dieses im Zentrum von Deutschland gelegene Land nach allen Richtungen und gewähren vielerlei Verkehrsmöglichkeiten, die auch dem Steinbruchsbetrieb von grossem Nutzen sind.

Die geologischen Verhältnisse dieses orographisch so wechselvollen Gebietes sind naturgemäss ebenfalls sehr mannigfach; sie umfassen so ziemlich alle Formationsglieder Deutschlands. Im Harz, im Thüringer Wald, in der Gegend von Halle und an einigen anderen Stellen treten Schichten des Paläozoikums auf.

Mesozoische Schichten wieder finden sich vielfach vertreten zwischen Thüringer Wald und Harz, sowie im Harzvorlande. Tertiär und Diluvium erfüllen besonders im Norden weite Teile der Provinz Sachsen, Anhalts und Braunschweigs.

A. Die Gebiete der Paläozoischen Gebirgsglieder.

1. Der Harz.

Der Harz ist ein paläozoischer Horst inmitten mesozoischer Schichtenglieder, die auf allen Seiten gegen ihn abgesunken sind, am Nordrande so steil, dass sie teilweise überkippt sind und das Harzmassiv auf sie überschoben ist.

Die ihn zusammensetzenden Schichtenfolgen des Silur, Devon und Kulm sind in variskischem (SW—NO) Sinne gefaltet und werden von zahlreichen Eruptivgesteinen durchsetzt.

a) Silur. Das Silur beginnt mit den Schichten der Tanner Grauwacke, die besonders bei Lauterberg, Mägdesprung und Gernerode entwickelt sind, enthält ausserdem zwischen Andreasberg und Wernigerode Kieselschiefer und Plattenkalke, sowie Graptolithenschiefer und den Zug der Quarzite am Acker- und Bruchberge.

Das Granitmassiv des Brockens scheidet einen südwestlichen Komplex von Silur-Schichten von dem nordöstlich dem Brocken vorgelagerten Teile.

b) Devon. Zum Unterdevon rechnet man die Wieder Schiefer sowie den Spiriferensandstein. In den Wieder Schiefern finden sich bei Mägdesprung und Zorge Einlagerungen von Kalkstein.

Zum Mitteldevon rechnet man die Hasselfelder Kalke, die Wissenbacher Schiefer, im Oberharz Gosslarer Schiefer genannt, die Tentakulitenschiefer, Calceolaschiefer und Stringocephalen-Kalke.

Das Oberdevon umfasst die Goniatitenkalke, zu denen die Riffkalke von Rübeland mit den Höhlen und der Harzer Korallenkalkstock gehören, Clymenienkalke und Cypridinenschiefer. Verschiedenen Horizonten des Devons, besonders der mittleren und oberen Abteilung sind reichlich Diabase und Schalsteine (Diabastuffe) eingelagert.

c) Kulm. Die Schichten des Kulm setzen sich zusammen aus Grauwacken, Grauwackenschiefern und Tonschiefern sowie Kieselschiefern und dem Horizont der Posidonienschiefer mit eingelagerten Knollenkalken.

Kohlenkalk findet sich nur an einer Stelle, am Iberg in der Provinz Hannover.

Granite, sehr wahrscheinlich aus der Karbonzeit stammend, finden sich einmal am Brocken und zum anderen am Ramberg; von dem einen zum anderen Vorkommen verläuft der vorwiegend aus Granitporphyr bestehende Bodegang Lossens.

Die Granite haben zur Bildung ausgedehnter Kontakthöfe Veranlassung gegeben, indem sie die von ihnen durchbrochenen Schichtenfolgen des Silur, des Devon und Kulm kontaktmetamorphisch verändert haben.

Nach NW zu schliesst sich an den Brockengranit in der Gegend von Harzburg ein Gabbrovorkommen an, das von gleichem Alter, wie der Granit ist. Schichten des Produktiven Karbons finden sich im eigentlichen Harzgebiet nicht, sie treten erst am Nord- und Ostfuss desselben auf; letztere gehören zur Mansfelder Mulde.

Rotliegendes. Nach der ersten Faltung der paläozoischen Schichten des Harzes zur jüngeren Karbonzeit lagerten sich diskordant die Glieder des Rotliegenden ab, vor allem in dem hannoverschen Anteil bei Ilfeld, aber auch im Norden, in der Gegend von Ballenstedt. Sie bestehen aus Konglomeraten, Sandsteinen und Schiefertonen, denen Decken von Porphyren, Porphyriten und Melaphyren eingelagert sind. Ausserdem durchsetzen Gänge der genannten Rotliegenden Eruptivgesteine sowohl diese Schichten selbst, als auch ausserhalb ihres Vorkommens die älteren Harzgesteine, insbesondere im südöstlichen Teile, in grosser Fülle. Diese Gänge zeigen vorwiegend süd-nördliches Streichen mit geringer Abweichung nach Osten.

Zechstein. Fast um den ganzen Harz zieht sich nun als jüngstes paläozoisches Gebilde der Zechstein, der mit dem Zechsteinkonglomerat beginnt, über dem der Kupferschiefer und die Zechsteinkalke folgen.

Im mittleren Zechstein treten dann die älteren Gipse mit Rauchwacken, Dolomiten und Stinkschiefern auf. Darüber folgen die jüngeren Gipse (mit den Steinsalz- und Kalisalzlagern, die aber nicht mehr zutage treten).

2. Der Kyffhäuser.

Südlich vom Harz taucht aus den jüngeren mesozoischen Schichten noch einmal paläozoisches Gestein im Kyffhäuser empor und besteht im Norden aus Granit, der mannigfaltige Abänderungen nach Diorit zeigt und vielfach zu gneisähnlichem Gestein metamorphosiert ist. Ueberlagert wird dasselbe von Konglomeraten und Sandsteinen, die man früher dem Rotliegenden zurechnete, die aber nach neueren Untersuchungen (von Beyschlag und v. Fritsch) die grösste Aehnlichkeit mit den Mansfelder Schichten des Ober-Karbons haben. Darüber folgen dann nach Süden zu Schichten des Zechsteins, in denen die bekannte Barbarossahöhle liegt.

3. Der Magdeburger Uferrand.

Nordöstlich vom Harz kommt nochmals an einer Reihe von Stellen, die im Untergrunde miteinander in Zusammenhang stehen, Paläozoikum zutage. Es ist das der sog. Magdeburger Uferrand (Flechtinger Höhenzug), der von Magdeburg aus in nordwestlicher Richtung auf Oebisfelde zu streicht. Die tiefsten in ihm auftretenden Schichten bilden Grauwacken und Tonschiefer des Kulm, die im Neustädter Hafen bei Magdeburg eine reiche Fauna geliefert haben. Von höheren Schichten finden sich weiter nach NW zu Glieder des Rotliegenden, bestehend aus Quarzporphyren und Augit-

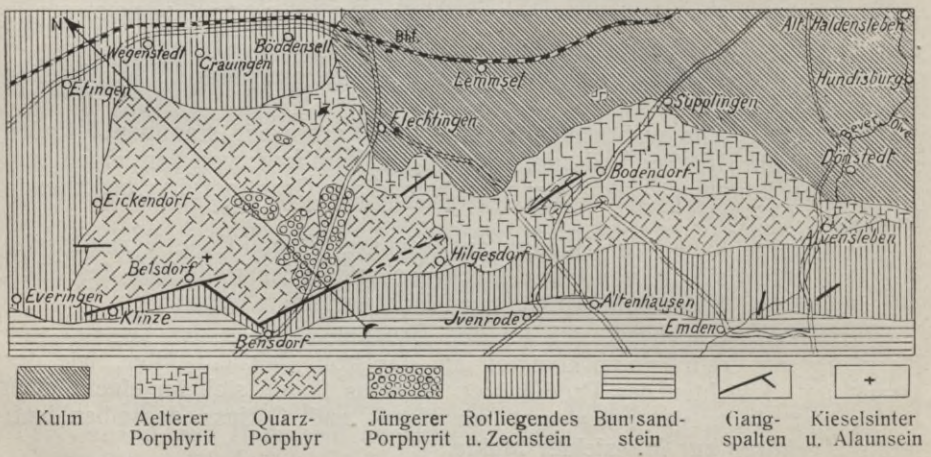


Abb. 1 Uebersichtskarte über den Aufbau des Flechtinger Höhenzuges mit abgedecktem Diluvium, nach Klockmann, Jahrb. der geol. Landesanstalt f. 1890, S. 119.

porphyriten sowie aus Sandsteinen und schiefrigen Sandsteinen. Darauf legt sich im SW Zechstein, der ähnlich entwickelt ist wie am Harz, und im SW und NO Unterer Buntsandstein. Nach SO zu setzt das Paläozoikum, von Tertiär und Diluvium grösstenteils umhüllt, weiter fort und nur hie und da tauchen paläozoische Gesteinsglieder noch einmal empor. So z. B. südöstlich von Magdeburg, bei Gommern, in Gestalt von Quarziten, Konglomeraten und Grauwacken, die dem Bruchbergquarzit des Harzes gleichaltrig, also silurisch sind. Desgleichen kommen Kieselschiefer und Grauwacken, die ebenfalls dem Silur angehören, bei Rothstein in der Nähe von Liebenwerda zutage.

Der Flechtinger Höhenzug bildet den Gegenflügel einer Mulde, deren südwestliche Begrenzung durch den Harz gebildet wird, und deren Inneres mit mesozoischen Schichten ausgefüllt ist.

4. Die Hallesche Mulde.

Paläozoische Schichten finden sich weiterhin im SO des Harzes, vielfach durch mesozoische und känozoische Schichten überlagert, in der Gegend von Mansfeld und Halle wieder. Sie bilden hier zwei Mulden, von denen die eine, die Hallesche Mulde, in SW—NO-Richtung streicht, die Mansfelder dagegen senkrecht dazu in SO—NW-Richtung verläuft. Die letztere liegt quer über der ersteren und besitzt demnach ein jüngeres Alter.

Die ältesten Schichtenglieder der Halleschen Mulde treten im Norden derselben, in der Gegend von Hettstedt und Rothenburg auf und bilden hier die Hettstedt-Rothenburger Gebirgsbrücke. Sie bestehen aus roten Schiefertonen mit Sandsteinen und Konglomeraten der Mansfelder Schichten des

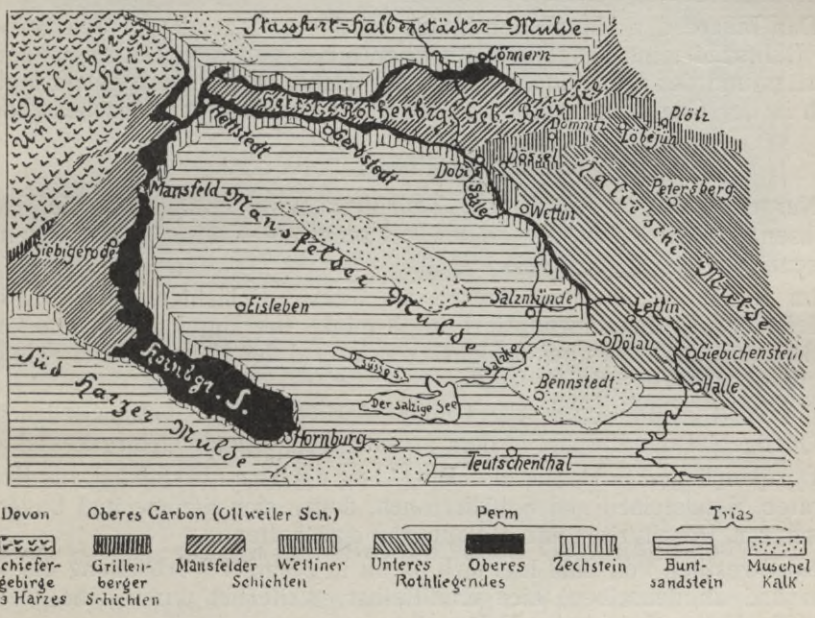


Abb. 2 Die Mansfelder und Hallesche Mulde nach Beyschlag und Fritsch. (Abt. d. Kgl. pr. geol. Landesanstalt, N. F. Heft 10, 1899.)

Oberkarbon, tauchen nach SW zu unter die Mansfelder Mulde unter und an der SO-Ecke des Harzes bei Blankenheim, Annarode und Vatterode wieder auf. Es sind das hier die früher als Rotliegendes aufgefassten und auf den geolog. Karten (auch auf der Lossenschen) dargestellten Bildungen, die aber nach den Arbeiten von Beyschlag und v. Fritsch zum Oberkarbon (Ottweiler Schichten) gehören. Im SO werden die älteren Oberkarbonschichten von dem obersten Karbon, den Wettiner Schichten und weiterhin, östlich der Saale, bis in die Gegend von Halle, vom Unteren Rotliegenden überlagert, das aus Tonen, Porphyrtuffen und mächtigen Porphyrdecken, dem Unteren und dem Oberen Hallenser Porphyr, besteht.

Die Hallesche Mulde ist nach Ablagerungen des Unteren Rotliegenden in Niederländischer (variskischer) Richtung gefaltet und über sie legt sich nun diskordant das Obere Rotliegende, das aus Porphyr und Porphyrkonglomeraten besteht und die älteren Gebirgsglieder als schmales Band umgiebt. Ihm ist gleichförmig der Zechstein aufgelagert. Er beginnt im Unteren Zechstein mit dem Weissliegenden Konglomerat, dem überall das vielfach abgebaute Kupferschieferflöz aufgelagert, das wiederum von dem Zechsteinkalk

bedeckt wird. Im Mittleren Zechstein treten auch die älteren Gipse, Rauchwacken, Dolomite und Stinkschiefer auf. Vom Oberen Zechstein werden Gipse und Letten sichtbar, während die Salze wie überall in der Tiefe verborgen bleiben.

5. Die Mansfelder Mulde.

Die Mansfelder Mulde legt sich nun, wie oben schon gesagt wurde, quer über die Hallesche. Das schmale Band von Oberem Rotliegenden und Zechstein an der Saale, das sich aus der Gegend nördlich von Halle über Wettin nach Gerbstedt hinzieht, gehört eigentlich schon als Ostflügel zu ihr; es setzt bei Hettstedt am Ostrand des Harzes wieder ein und zieht sich von da über Mansfeld südwärts bis Blankenheim und von da in südöstlicher Richtung als Hornburger Sattel weiter.

Das Innere der Mansfelder Mulde wird vorwiegend von den Schichten des Buntsandsteins ausgefüllt, der aber meist von jüngeren Bildungen des Tertiärs und des Diluviums verhüllt ist. Ueber den Buntsandstein legt sich noch in der Gegend von Hedersleben und Bennstedt der Muschelkalk.

6. Der Thüringer Wald.

Nur ein geringer Anteil vom Thüringer Wald entfällt auf die Provinz Sachsen; es sind das die beiden preussischen Kreise Schleusingen und Ziegenrück.

Im Kreise Schleusingen treten als älteste Schichten Kambrische Schiefer, z. T. metamorphosiert im Kontakt mit durchstossenden Granitstöcken auf, besonders bei Schleusingen im Tal der Nahe und bei Schmiedefeld im oberen Vessertal.

Granit karbonischen Alters findet sich an den genannten Stellen sowie im Quellgebiet der Ilm und in dem grossen Suhl-Zellaer Gebirgskessel.

Darüber liegen Schichten des Rotliegenden, bestehend aus Konglomeraten, Sandsteinen und Schiefertonen, denen sich Ströme und Lager von Porphyren, Porphyriten und Melaphyren einschalten.

Nordwestlich von Suhl legt sich daran in geringer Verbreitung der Zechstein und an denselben, hier unmittelbar, weiterhin durch eine weitaushaltende Verwerfung vom Paläozoikum getrennt, die Trias, insbesondere der Buntsandstein und auch der Muschelkalk.

An einer Stelle im preussischen Gebiet am Grossen Dollmar bricht durch die Triasschichten auch ein mächtiger Basaltstock hindurch. Er besteht aus Nephelinbasalt, liegt über Keuper und bildet ein kleines Plateau auf der Höhe des Berges. Aufgeschlossen ist er in einem fiskalischen Steinbruch an der Ostseite des Berges.

Bei Schleusingen schliesslich taucht aus der Trias noch einmal paläozoisches Gebirge in dem sog. Kleinen Thüringer Walde auf, der eine ganz auffällige Wiederholung des grossen im Gebirgsbau und in der Gesteinsbeschaffenheit aufweist.

Es finden sich hier metamorphe kambrische Schiefer, Granit, etwas Rotliegendes und in grösserer Ausdehnung der Zechstein.

Im Kreise Ziegenrück treten im südöstlichen Teile Schiefer und Grauwacken des Unteren und Oberen Kulms auf, am Limberg werden sie von einer Melaphyrkuppe durchbrochen. Nordwestlich davon überlagert die variskisch gefalteten Kulmschichten der Zechstein, der in der Gegend von Pössneck in dem unteren Teile als mächtiger Riffdolomit ausgebildet ist.

Darüber folgen hier mehrfach Gipse und weiter nach Nordwesten zu Unterer und Mittlerer Buntsandstein.

Kristallines Grundgebirge (Granit, Gneis, Glimmerschiefer), Kambrium, Silur, Devon, Karbon (vorwiegend Kulm), Rotliegendes, Zechstein, Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, tertiäre Eruptivgesteine (meist Basalte).

Abb. 3 Geologische Skizze von Thüringen nach R. Reinisch: Entstehung und Bau der deutschen Mittelgebirge. Dietrich, Leipzig 1910.

B. Das Gebiet der Mesozoischen Gebirgsglieder.

Mesozoische Schichtenglieder treten in dem zu beschreibenden Gebiet an drei voneinander getrennten Stellen auf, einmal zwischen dem Harz und dem Thüringer Wald in der „Thüringer Mulde", an die sich als nordöstlicher Teil die „Mansfelder Mulde" angliedert, sodann zwischen Harz und Flechtinger Höhenzug in der „Magdeburg-Halberstädter Mulde" und schliesslich westlich vom Harz, in den braunschweigischen Kreisen Holzminden und Gandersheim, Teilen des Niedersächsischen Gebirgslandes.

1. Die Thüringer Mulde

umfasst ausschliesslich Schichtenglieder der **Triasformation,** die nur gelegentlich von Tertiär und Diluvium überlagert werden.

Buntsandstein. Ueber dem Zechstein folgt die unterste Abteilung der Trias, der Buntsandstein, der mit den Bröckelschiefern beginnt und in feinkörnige Sande mit Tonzwischenlagen übergeht. Ueber diese als Unterer Buntsandstein bezeichneten Schichten legen sich etwas grobkörnigere, öfter kaolinhaltige Sandsteine der Mittleren Abteilung, ebenfalls mit Toneinlagerungen und hellere, festere Sandsteinbänke, die nach den in ihnen gefundenen fossilen Fährten Chirotheriensandsteine genannt werden. Im Nordosten des Gebietes, nach dem Harzrande zu, treten im Unteren Buntsandstein vielfach die Rogensteine, d. h. aus

Kalkkonkretionen von wechselnder Grösse (Kirschkern bis Hirsekorngrösse) bestehende Gesteinsbänke auf. Die petrographische Beschaffenheit der Sandsteine des Buntsandsteins ist wechselnd, Quarz- und Orthoklas-Körner machen das Hauptmaterial aus, Glimmerblättchen fehlen selten. Das Bindemittel der Sandsteine ist häufig tonig, seltener, wie z. B. im Rogenstein, kalkig, hie und da auch quarzitisch.

Durch Verwitterung des beigemengten Feldspates findet häufig, vor allem in der Gegend von Halle sowie nördlich vom Thüringer Wald, eine Kaolinisierung der Sandsteine statt.

Als oberste Abteilung des Buntsandsteines (Röt) treten bunte Tone, die z. T. kalkhaltig sind, auf mit Einlagerungen quarzitischer oder dolomitischer Bänke und nicht selten auch Gipse.

Muschelkalk. Auf die vorwiegend sandig-tonige Schichtenfolge des Buntsandsteins legt sich der Muschelkalk, ein meist kalkig-toniges Gebilde, der sich ebenfalls in drei Stufen gliedert.

Der Untere Muschelkalk besteht hauptsächlich aus unebenplattigen, dünnbankigen Kalken, den Wellenkalken, in die in mehreren Horizonten dickere, festere und reinere Kalkbänke eingelagert sind.

Es sind das von unten nach oben fortschreitend die sog. Oolith-Bänke, die Terebratel- und die Schaumkalk-Bänke. Ihre Zahl, Mächtigkeit und Zusammensetzung ist lokal etwas verschieden; doch halten sie durch das ganze Gebiet hindurch aus und sind an sehr zahlreichen Orten Gegenstand der Gewinnung in kleinem, grösserem und grösstem Massstab.

Der Mittlere Muschelkalk besteht vorwiegend aus hellen und gelblichen, z. T. dolomitischen Mergeln mit Einlagerung von Kalk- und Dolomit-Bänkchen sowie von Gipsen oder deren Auslaugungsprodukten, den Zellenkalken.

Der Obere Muschelkalk gliedert sich in zwei Hauptstufen, von denen die untere den Trochitenkalk umfasst und dickbankige feste Kalkbänke führt, die häufig abgebaut werden. Die obere Abteilung trägt die Bezeichnung „Tonplatten“ wegen ihrer Zusammensetzung aus festen, ebenen Kalkplatten mit Tonzwischenlagen, oder „Ceratitenschichten“ wegen der Fülle der in ihr auftretenden Formen von Ceratites nodosus und Verwandten.

Keuper. Die oberste Abteilung der Trias besteht wieder aus vorwiegend sandig-tonigen Bildungen. Im Unteren oder Kohlenkeuper treffen wir Dolomite, Sandsteine und graue, grünliche und rote Tone und Mergel, im Mittleren oder Gips-Keuper vorwiegend roten und grünen Mergel mit Einlagerung von Sandsteinen (Schilfsandstein, Semionotus-Sandstein) und Steinmergeln sowie Gipsen.

Der Obere oder Rhät-Keuper beginnt mit dickbankigen Quarzsandsteinen, die von tonig-sandigen dunklen Schichten überlagert werden. Gewonnen wird aus der ganzen Schichtenfolge des Keupers hauptsächlich der Rhätsandstein.

Die Verteilung der einzelnen Formationsglieder an der Oberfläche wird nun durch den geologischen Bau der Thüringer Mulde bedingt, die in der Hauptsache von Südosten nach Nordwesten gerichtet und im Nordwesten offen ist. Im einzelnen erfährt sie noch durch in derselben Richtung verlaufende, oft weit aushaltende Störungszonen mannigfache Modifikationen. Im Nordosten gliedert sich, von dem Rotliegenden und Zechstein des Hornburger Sattels abgegrenzt, die Mansfelder Mulde ab, die im Innern von Teutschental über Eisleben bis in die Gegend von Hettstedt und wiederum an der Saale von Salzmünde bis Gerbstedt Buntsandstein aufweist.

Ganz im Innern, in der Gegend von Hedersleben tritt dann als jüngstes mesozoisches Gestein der Muschelkalk an einigen Stellen zutage, der in der südöstlichen Fortsetzung noch einmal um Bennstedt, Lieskau und Nietleben bei Halle aus Tertiär und Diluvium auftaucht. Zwischen Harz im Norden, Kyffhäuser und dem aus permischem Gestein bestehenden Bottendorfer Höhenzuge im Süden schiebt sich dann die sog. Querfurter Spezialmulde ein, in der fast ausschliesslich Buntsandsteingesteine zutage treten.

Die eigentliche Thüringer Mulde beginnt am südlichen Harzrande mit einem nach Süden flach geneigten, breiten Buntsandsteinvorlande, das nach Westen zu in das Hannoversche Untere Eichsfeld sich fortsetzt. Ebenso umsäumt den Thüringer Wald und seine Fortsetzung nach Osten, den Frankenwald, ein Streifen von Buntsandstein, der indessen schmaler und weniger regelmässig ist als der vom südlichen Harzvorlande; denn hier am Südrand der Thüringer Mulde fallen die Schichten von dem Paläozoischen Horst des Thüringer Waldes ab viel steiler ein und sind durch eine Reihe von Gräben zerstückelt. Es folgt nach dem Innern zu der Muschelkalk, der im Oberen Eichsfeld, dem Dün, der Hainleite, der Schmücke und deren südlicher Fortsetzung an der Finne die nördliche Umrandung der Mulde bildet, während sie im Hainich, dem südwärts vorspringenden Ringgau, dem Zuge der Hörselberge bei Eisenach, den Höhen zwischen Langensalza und Erfurt im Norden und Gotha und Arnstadt bis Weimar im Süden ihre Fortsetzung hat.

Den südöstlichen Abschluss der Muschelkalkmulde bilden dann die in der Gegend von Jena, Apolda, Kamburg, Naumburg, Weissenfels, Merseburg und Freiburg, also längs der Saale, auftretenden Muschelkalkglieder.

Das Innere der Gegend zwischen Erfurt, Mühlhausen, Sachsenhausen und Apolda füllen die Schichtenglieder des Keupers aus, die das jüngste Gebilde der Thüringer Mulde auf dem Boden der Provinz Sachsen darstellen.

2. Der Braunschweigische Anteil am Niedersächsischen Bergland.

Die Thüringer Mulde geht nach Nordwest ohne besondere Grenze in das Niedersächsische Bergland über, das im Süden hauptsächlich von den Buntsandsteinplateaus des Unteren Eichsfeldes, des Sollings und Reinhardswaldes gebildet wird. Nördlich davon gliedern sich nun eine Reihe von Mulden und langgestreckten Faltenzügen an, die zum grossen Teil auf Braunschweiger Gebiet liegen. So legt sich dem Solling, dessen nordöstlicher Teil in den Kreis Holzminden hineinragt, im Norden der Höhenzug des Vogler und der Stadtoldendorfer Berge vor, in denen Zechsteinschichten, insbesondere Gipse und darüber der Buntsandstein mit nordöstlichem Einfallen zutage kommen. Ihm schliessen sich die Muschelkalkrücken von Halle in Braunschweig, von Eschershausen sowie das Bergland bei Ottenstein an.

Den Uebergang zu der nördlich folgenden grossen Hilsmulde bilden die in dem Tal von Eschershausen nach Börry auftretenden Keuperschichten, die nur im Norden, ausserhalb des Braunschweigischen Gebietes bauwürdige Sandsteinhorizonte enthalten.

Die südwestliche Begrenzung der nun folgenden Hilsmulde bilden die Juraschichten des Ith, die aus der Gegend von Greene bis in die Nähe von Koppenbrügge im braunschweigischen Gebiete verlaufen; auch ein Teil der östlichen Juraumwallung der Hilsmulde von Greene bis etwa nach Delligsen, und dann wieder die Gegend um Brunkensen gehört zu Braunschweig.

Zu Braunschweig gehört schliesslich auch der allergrösste Teil der inneren Kreideausfüllung der Hilsmulde.

Durch das Tal der Leine von der Hilsmulde getrennt schliesst sich die ebenfalls aus Trias, Jura und Kreide bestehende Gronauer Mulde an. Von ihr gehört die südliche Triasumrandung in der Gegend von Gandersheim mit Buntsandstein- und Muschelkalkschichten sowie der Höhenzug des Heber (Muschelkalk) zu Braunschweig.

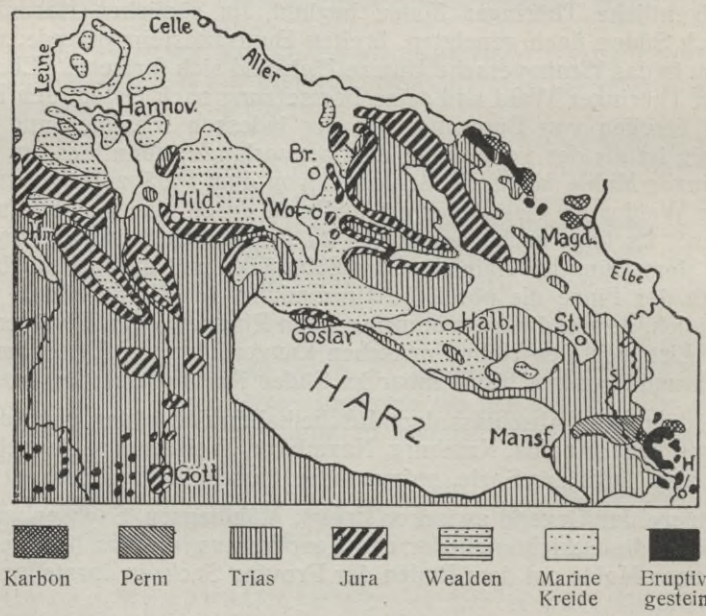


Abb. 4 Das Sedimentärgebirge westlich und nördlich vom Harz nach R. Reinisch: Entstehung und Bau der deutschen Mittelgebirge. Dietrich, Leipzig 1910.

Die Ausbildung der Zechstein- und Triasschichten im Braunschweigischen Westharzgebiet weicht von der in Thüringen nicht wesentlich ab. Vom Zechstein sind es nur die Gipse, Bröckelschiefer und Plattendolomite, die zutage treten.

Der Untere Buntsandstein enthält, in rote Schiefertone eingelagert, feinkörnige Sandstein- und Kalksandsteinbänke, der Mittlere beginnt mit gröberen Sandsteinbänken und endigt mit dem Bausandsteinhorizont, der in der Gegend von Holzminden und Stadtoldendorf a. d. Weser eine eigenartige plattige Ausbildung besitzt, nach der diese Lagen als Sollingplatten bezeichnet werden.

Im Oberen Buntsandstein, dem Röt, treten bunte Tone und Mergel auf, und auch hier finden sich eingelagert Gipse.

Der Muschelkalk enthält in seiner Unteren Abteilung zwischen den Wellenkalken die drei Horizonte der festen Bänke (Oolith-, Terebratel- und Schaumkalkzone), die vielfältig Steinbruchsbetrieb bedingen.

Im Mittleren Muschelkalk treten in den Mergeln Gipse auf.

Der Obere Muschelkalk erfährt die übliche Zweiteilung in Trochitenkalk und Tonplatten.

Dem Unteren Keuper fehlen mächtigere Einlagerungen fester Bänke, nur mürbe Sandsteine und spärliche Dolomite liegen eingeschaltet zwischen dunklen und bunten Tonen.

Im Mittleren Keuper schiebt sich zwischen die bunten Mergel stellenweise ein mächtiger, rot gefärbter Sandsteinhorizont ein, der insbesondere auf hannoverschem Gebiet in der Gegend von Hameln Bedeutung gewinnt.

Darüber werden im Steinmergelkeuper die verhärteten Bänke häufiger ausgebeutet.

In der Juraformation, die mit allen ihren Gliedern ausgebildet ist, weist der Lias, der vorwiegend aus Tonen besteht, kaum für den Steinbruchsbetrieb verwertbare Schichten auf, nur in den Posidonienschiefern sieht man hie und da einen kleinen Bruch, aus dem das Material zum Mergeln der Felder gewonnen wird.

Auch der Braune Jura ist für den Steinbruchsbetrieb ohne Bedeutung, da er fast nur aus Tonen mit einigen Eisensteineinlagerungen besteht.

Um so wichtiger ist der Obere oder Weisse Jura. Die untersten, Heersumer Schichten genannten Lagen, die aus tonig-sandigen Bänken bestehen, sind hier meist nicht aufgeschlossen. Sie werden überlagert von dem Korallenoolith, mächtigen, dickbankigen Kalkablagerungen, die steile, hohe Bergrücken (Ith, Selter) bilden und häufig als kahle, nackte Klippen aufragen.

Die Schichten des Kimmeridge beginnen mit weicheren, mergeligen Lagen, umschliessen an den Pterocerasschichten mehrere harte, mächtige Kalkbänke und gehen nach oben wiederum in mürbere Bildungen über, denen noch einige feste Kalkbänke eingelagert sind.

In den Gigasschichten treten wieder dickbankige, feste Bänke auf, die nach oben hin von den Eimbeckhäuser Plattenkalken überlagert werden.

Auf sie folgen die Münder Mergel, vorwiegend rote, kalkige Tone, die stellenweise Gips führen. Den Abschluss des Juras nach oben hin bilden die Serpulite, stellenweise dickbankige, oolithische Kalke.

Die Kreideformation beginnt in der Hilsmulde mit den Süsswasserkalken des Purbeck, über denen die Wealdenschichten folgen. Diese bestehen hier vorwiegend aus hellen und dunklen Tonen und Tonschiefern mit mehreren geringmächtigen Steinkohlenflözen. Die Wealdensandsteine, die anderwärts (Bückeburg) eine grosse Bedeutung gewinnen, sind in der Hilsmulde wenig mächtig und mürbe.

Durch marine, tonige Schichten des Oberen Neocoms getrennt, folgen über ihnen die Hilssandsteine und über diesen wiederum, durch geringmächtige Gaulttone (Minimustone) geschieden, die tonig-sandigen, ziemlich festen Bänke des Flammenmergels. Die Obersten Gaultschichten, Ultimustone, sind wiederum tonig und werden überlagert von den Plänerbildungen der Oberen Kreide, die mit dem Cenoman beginnen und das Turon bis zu den Cuvierischichten umfassen.

Höhere Kreideschichten fehlen in dieser Gegend.

Zu Braunschweig gehört ferner noch ein Teil des Harzrandes aus der Gegend von Badenhausen über Seesen bis nach Neuekrug und Langelsheim und ein Streifen, der etwa von Lutter a. B. über Gandersheim und Kreiensen sich in westlicher Richtung bis zur Hilsmulde hinzieht. In diesem Gebiet treten vorwiegend die Zechsteingipse des Harzrandes sowie Anteile des Grossrüdener Buntsandsteinsattels, die Triasschichten um Gandersheim und die Jura- und Kreidebildungen des Südausläufers der Gronauer Kreidemulde auf.

Zu Braunschweig gehören sodann auch noch die Höhenzüge von Lutter a. B., Hahausen und des Hainbergs, die aus Trias, Jura und Kreide bestehen.

3. Die Magdeburg-Halberstädter Mulde

wird eingeschlossen durch den Harz im Südwesten und den Flechtinger Höhenzug im Nordosten, durch die Hettstedter Gebirgsbrücke im Süden, von der aus sich der Paschleber Grauwackenvorsprung weit in die Mulde hinein vorschiebt.

An Schichtengliedern tritt in dieser Mulde zunächst die gesamte Trias auf, und zwar der Buntsandstein, in seinem unteren Teile reichlich mit Rogensteinbänken durchsetzt. Der Muschelkalk weist keine wesentlichen Unterschiede zu dem der Thüringer Mulde auf, im Keuper treten als besonders erwähnenswert, weil vielfach abgebaut, die Rhätquarzite auf.

Gegenüber der Thüringer Mulde kommen nun in der Magdeburg-Halberstädter Mulde auch Schichten des Jura und der Kreide vor. Vom Jura finden wir besonders im Westen sämtliche Schichtenglieder entwickelt. Die tonigen Bildungen des unteren Juras (Lias) mit den reichen Eisensteinflözen von Harzburg und von Rottdorf am Klei. Den Braunen Jura, der fast ganz aus tonigen Schichten besteht, und den Oberen (Weissen Jura), der sich wieder in die kalkigen Schichten des Oxford (Heersumer Schichten) und Korallenoolith, die Mergel des Unteren Kimmeridge, die Kalkbänke des Mittleren Kimmeridge sowie die wieder mehr mergeligen Bänke des Oberen Kimmeridge gliedert.

Höhere Schichten des Weissen Juras fehlen nördlich vom Harz.

Die Schichten der Kreideformation zeichnen sich durch starken Wechsel der Gesteinsbeschaffenheit aus. Die Schichten der Unteren Kreide beginnen teils mit Konglomeraten (Hilskonglomerat) oder Eisensteinen (bei Dörnten), teils mit Tonen und enthalten mehrere Sandsteinhorizonte. So gehören die Sandsteine vom Kanonenberge bei Quedlinburg, am Seeberge bei Börnicke, und bei Badeborn der Unteren Kreide an.

Ebenfalls zur Unteren Kreide gehören in der Goslarer Gegend Sandsteinschichten, die dem Hilssandstein (Aptien) entsprechen. Sandige Ausbildung besitzen auch die sogenannten Flammenmergel (Oberes Gault).

Die oberen Kreideschichten beginnen mit den kalkigen Plänerschichten des Cenoman und des Turon. Es folgen dann die mächtigen, meist mergeligen Schichten des Emscher, die indessen in der Goslarer Gegend an der Basis Konglomerate einschliessen können, bei Quedlinburg und Halberstadt aber mürbe Sandsteine enthalten.

Die Schichten des Senon beginnen wiederum mit mergeligen Gesteinen, enthalten in der Quedlinburger Gegend die Senonquader und bei Harzburg und Goslar Konglomeratbänke (Sudmerberg-Konglomerate). Die Jüngsten Kreideschichten, das Obersenon, bestehen wieder aus kalkig-mergeligen Bildungen.

Die Lagerungsverhältnisse und das Auftreten der einzelnen Schichtenglieder in der Magdeburg-Halberstädter Mulde wird nun durch den geologischen Bau derselben bedingt, der verhältnismässig kompliziert ist. Zwischen den steil und stellenweise überkippt einfallenden Triasschichten am Harzrande und den flacher ausstreichenden, entsprechenden Bildungen am Flechtinger Höhenzuge schieben sich noch eine Reihe herzynisch gerichteter Sättel und Mulden ein.

Die Sättel haben in der Regel die Eigentümlichkeit, dass sie nach kürzerem oder längerem Verlauf sich wieder verflachen und in eine verhältnismässig wenig gestörte Lagerung übergehen.

Als solche Aufsattelungen sind zu nennen der Stassfurt-Egelner Rogensteinsattel, in dem Zechsteingipse und Unterer

Buntsandstein in die Höhe kommen, der aber im übrigen durch Tertiär-Schichten vielfach verdeckt wird.

Begleitet wird derselbe im Süden von dem Ascherslebener Sattel und im Norden von dem in der Fortsetzung des Paschlebener Grauwackenvorsprungs liegenden Sattel von Kalbe.

Der Stassfurt-Egelner Sattel taucht in der Gegend von Oschersleben unter und in seiner Fortsetzung erhebt sich bei Schöningen der mächtige Muschelkalksattel des Elm, in dessen Zentrum noch der Röt zum Vorschein kommt.

Im Norden wird dieser Sattel begleitet von zwei kleineren, aus dem Tertiär von Helmstedt auftauchenden Sätteln, dem von Offleben-Barneburg und dem Dorm bei Beienrode, die beide derselben Erhebungslinie angehören. Nordöstlich derselben schliessen sich die Schichten des Jura und bei Weferlingen und Velpke auch die der Trias, insbesondere des Keupers, und stellenweise des Muschelkalks und Buntsandsteins an.

Südwestlich des mächtigen Elmsattels in der Fortsetzung des untergetauchten Stassfurt-Egelner Hauptsattels erhebt sich nach Westnordwest zu der Sattel der Asse, der mit der Erhebung der Heeseberge bei Gersheim beginnt. Dieser Sattel wird aus den Schichten des Buntsandsteins, Muschelkalks und stellenweise auch des Keupers zusammengesetzt, und zwischen ihm und dem Elmsattel schieben sich in der Mulde auch noch Liasschichten und Bildungen der Unteren und Oberen Kreide ein. In letzterer sind besonders erwähnenswert die Plänerbildungen.

In der Richtung des Ascherslebener Sattels erhebt sich dann südwestlich der Asse die mächtige Aufwölbung des aus Muschelkalk bestehenden Hackels und seiner Fortsetzung des Huys und des Grossen Fallsteins.

Zwischen diesem letzten grossen Triassattel und dem Harz liegt nun die Grosse subherzynische Kreidemulde, die noch einmal durch eine Aufsattelung bei Quedlinburg, in der die Trias, bis hinab zum Röt, zutage tritt, in zwei Spezialmulden gegliedert wird.

In dieser subherzynen Kreidemulde treffen wir nun ausser Schichten des Lias und des Untersten Doggers Ablagerungen der Unteren und Oberen Kreide in grosser Mannigfaltigkeit. Als besonders wichtig mögen die Sandsteine der Unteren und Oberen Kreide, sowie die Plänerkalke hervorgehoben werden.

Die Magdeburg-Halberstädter Mulde wird nun nach Nordwest zu in der Nähe von Braunschweig-Wolfenbüttel begrenzt von Nordnordost streichenden Gebirgsgliedern, die schon in dem Zechstein-Buntsandstein-Sattel der Rieseberge ihren Anfang nehmen, weiterhin durch die Jura- und Kreideschichten der Braunschweiger Gegend bezeichnet werden, nordwestlich davon aber bald unter die Tertiär- und Diluvialdecke des Norddeutschen Flachlandes untertauchen.

Weiter südlich, nach dem Harz zu, endigt die eigentliche subherzyne Kreidemulde an der Oker, und hier erheben sich nach Westen zu in der Verlängerung des Quedlinburger Spezialsattels der Vinenburger Triassattel, der in dem Salzgitterer Höhenzuge seine Fortsetzung findet und der nach Westen umgebogene Baddekenstätter Höhenzug. Diese Sättel sind wiederum aus Triasschichten aufgebaut und stellen den Gegenflügel der unmittelbar am Harzrande in steiler und teilweise überkippter Stellung auftauchenden Triasglieder dar. Der Raum zwischen den Triasschichten wird durchweg von Schichten der Juraformation,

in der sich nach Westen hin, bei Harzburg und Goslar, auch der Obere Jura einstellt, sowie von mächtigen Kreidebildungen eingenommen. Für die Steingewinnung sind in der letzteren Formation insbesondere wieder die Plänerkalke, sowie gewisse Konglomerate der Senonschichten von besonderer Bedeutung. Vielfach werden alle diese Schichtenglieder wieder vom Diluvium verhüllt.

Die weiter westlich auftretenden Höhenzüge gehören zum Gebiet der Provinz Hannover.

4. Das Vorkommen von Altmersleben.

Ganz isoliert tritt inmitten der ausgedehnten diluvialen Schichtenglieder der nördlichen Provinz Sachsen bei Altmersleben in der Altmark noch einmal älteres Gebirge zutage. Es ist das eine Muschelkalkscholle, die sämtliche Stufen des Muschelkalkes umfasst, und in mehreren Steinbrüchen aufgeschlossen ist.

II. Besprechung der für den Steinbruchsbetrieb wichtigsten Gesteine.

Im folgenden sollen die für die Steinbruchsgewinnung wichtigsten Gesteine kurz nach Beschaffenheit, Vorkommen und Verwendung besprochen werden und es soll auf die hauptsächlichsten Oertlichkeiten ihrer Gewinnung hingewiesen werden. Bei der ausserordentlichen Verschiedenheit der Gesteine in dem behandelten Gebiet und der überreichen Fülle von Aufschlüssen in ihnen ist es nicht möglich, eine einigermassen vollständige Aufzählung der Brüche zu geben; dazu würde eine langjährige ausschliessliche Beschäftigung mit dem Stoff gehören und ein viel grösserer Raum zur Darstellung.

Wir verweisen im einzelnen auf die Ergebnisse der geologisch-agronomischen Aufnahmen der Preussischen Landesanstalt, die in den Geologischen Spezialkarten und ihren Erläuterungen niedergelegt sind.

(Siehe umstehende Tabelle!)

A. Metamorphe Gesteine.

1. Gneis.

Gneisähnliche Gesteine finden sich nur im Harz zwischen dem Harzburger Gabbrovorkommen und dem Granitmassiv des Brockens. Es sind das die von Lossen als Eckergneis bezeichneten, im Kontakt mit dem Brockengranit umgewandelten silurischen und kulmischen Grauwacken, Quarzite und Tonschiefer. Von den sonst im Kontakt der Brockengranite auftretenden Hornfelsen unterscheiden sie sich nur dadurch, dass die einzelnen Mineralien in einer Richtung angeordnet erscheinen und das Gestein dadurch eine schiefrige und flasrige Struktur erhält; ausserdem ist im allgemeinen das Korn der Eckergneise etwas grösser als bei den Hornfelsen.

Die Eckergneise sind vielfach durchtrümert von Granit- und Gabbrogängen und gehen in normale Hornfelse über.

2. Die Hornfelse.

Im Kontakt der Granitstöcke des Harzes treten vielfältig metamorphosierte Gesteine auf, die den Charakter der Hornfelse angenommen haben.

Hervorgegangen sind sie aus silurischen Grauwacken und Tonschiefern, teilweise auch aus Spiriferensandstein, ferner aus Tonschiefern des Devons wie Wissenbacher Schiefer, Calceola-Schichten und Cypridinenschiefer und hauptsächlich aus den Grauwacken und den Schiefertonen des Kulm.

Infolge ihrer grossen Härte werden sie vielfältig in Steinbrüchen gewonnen, insbesondere die Kulmhornfelse, und eignen sich gut als Schottermaterial.

Im Thüringer Wald finden sich Hornschiefer und Glimmerfelse im Kontakt des Vessergranites, die aus kambrischen Schiefern hervorgegangen sind. Aehnliche Gesteine treten auch in geringer Menge am Kleinen Thüringer Wald auf.

B. Eruptivgesteine.

1. Granit.

Granit findet sich im Harz an einer Reihe von Stellen, so in den beiden grossen Vorkommen des Brocken- und Ramberg-Granites.

Der Brocken-Granit. Der Granit des Brockengebietes gliedert sich nach Erdmannsdörfer in die Kerngranitregion, die Gabbrogranitzone auf der Ost- und Nordseite und den Ilsensteingranit.

Der Kerngranit ist ein Biotitgranit von mittlerer Korngrösse und meist hellgrauer Farbe, zusammengesetzt aus weissen bis hellrötlichen Orthoklasen, weissen bis grünlichen Oligoklasen, Quarz und dunkelbraunem bis schwarzem Biotit.

Er nimmt den Brocken und seine nächste Umgebung ein; umgeben wird er von der Granit-Diorit-Zone, in der normale Granite untergeordnet auftreten, drusige, grobkörnige und mikropegmatitische Granite sich finden sowie Augit- und Hornblendegranite den Uebergang zu den Dioriten bilden.

Im Norden legt sich mit südost-nordwestlichem Streichen die Zone des Ilsenstein-Granits vor, der aus einem hellrötlich-mittelkörnigen Granit ohne Beimengung von Hornblende und Augit besteht. Seine Hauptbestandteile sind Orthoklas, sehr spärlich Plagioklas, Quarz und Biotit.

Untergeordnet finden sich drusige und kleinkörnige, sowie aplitähnliche Granitabarten.

Die Granite des Brockengebietes zeigen eine regelmässige, durchgehende Klüftung, an der die Verwitterung seit langem eingesetzt und die kompakten Massen in Blöcke aufgelöst hat. Dieser Erscheinung verdanken die eigenartigen Oberflächenformen der Granitgegend ihre Entstehung und diese Kluftbildung ist auch für den Abbau der Gesteine von hoher Bedeutung.

Gewonnen wird der Granit des Brockens vielfältig in grossen Steinbrüchen und zu Mühlsteinen, Schwellen, Bord- und Prellsteinen, zu Strassenpflaster und Wegeschotter, der stark verwitterte Granitgrus auch zu Wegebestreuung und Gartenkies verwandt. Am besten geeignet sind die normalen Granite des Kerngebietes mit den parallelen Ablösungen etwa in NW—SO-Richtung.

Weniger regelmässig und oft wellig gebogen ist die Klüftung in der Granit-Diorit-Zone.

Der Granit im Okertale. Im Okertal, unterhalb von Romkerhall, setzt ein Granitvorkommen durch, dessen Gesteinsausbildung mit dem Brockengranit nahe übereinstimmt. Eigentümlich ist das Vorkommen von primärem Kalkspat im Okergranit. Die Gewinnung dieses Granits findet nur in geringem Masse statt, und das Vorkommen liegt auch zum grossen Teil ausserhalb des Gebietes.

Der Ramberg-Granit führt im Gegensatz zu dem Brockengranit neben Biotit auch Muskovit und gehört demnach zu den eigentlichen oder „Zweiglimmergraniten“.

Uebersicht über die Verteilung der für den Steinbruchsbetrieb wichtigen Gesteine.

	Gesteine	(Kambrium und) Silur	Devon	Karbon	Rotliegendes	Zechstein	Buntsandstein	Muschelkalk	Keuper	Jura	Kreide	Tertiär	Quartär
A. Kristalline Schiefer u. kontaktmetamorph veränderte Gesteine	1. Gneis	Eckergneis am Brocken		Kulmischer Eckergneis am Brocken									
	2. Hornfelse	Granitkontakt des Brockens		Im Kontakt mit d. Brockengranit									
B. Eruptiv-Gesteine	1. Granit			Biotitgranit m. Dioriten a. Brocken u. im Okertale; der Ramberggranit; der Granit am Kyffhäuser; Hauptgranit d. Thür Waldes, Granitporphyr des Bodeganges									
	2. Kersantit			Gänge v. Michaelstein bei Blankenburg i. H. und Teile des Bodegangs									
	3. Gabbro			am Radautal									
	4. Diabas und Schalsteine		Gänge in d. Wieder u. Wisenb. Schief. b. Goslar; Decken und Schalsteine im Oberharzer Grünsteinzug u. bei Elbingerode										
	5. Porphyr Porphyrit Melaphyr Tuffe				Im Harz bei Ilfeld; ältere und jüngere Porphyre d Halleschen Mulde; Augitporphyrite und Quarzporphyre d. Flechtinger Höhenzuges; Porphyre u. Melaph. i. Thüring.								
	6. Basalt											Nephelinbasalt am gr. Dolmar bei Meiningen	
C. Sediment-Gesteine	1. Konglomerate	In d. Gommernschen Quarziten u. b. Liebenwerda		In den Kulmgrauwacken d. Harzes Quarzitkonglomer. der Mansfelder Schichten	In d. Mansfelder Mulde, a. Kyffhäus., bei Rossleben, im Thüringer Wald						Hilskonglomerate in Braunschweig; im Emscher am Sudmerberg		
	2. Grauwacken	Ortberg und Tanner Grauwacke i. Harz		I. Harz verbreitet, im Flechtinger Höhenzug und bei Magdeburg-Neustadt, bei Cöthen									
	3. Quarzit	Am Brocken, b. Gommern, bei Liebenwerda										eocäne u. oligocäne Knollensteine nördl., östl. u. südöstl. v. Harz	
	4. Kieselschiefer	Am NW-Rande des Brocken-Massivs, b. Liebenwerda		Im Kulm d. Harzes									
	5. Sandstein		Spiriferensandsteine d. Harzes	Mühlsteinsandsteine d. Mansfeld. Schicht (Siebigeroder Sandstein	Im Flechtinger Höhenzug, b. Mansfeld, Halle und im Thüringer Wald		Bausandstein (Chirotherien-Schicht.) d. mittl. Buntsandsteins		Schilfsandstein und namentlich Rhätsandstein	Im Lias bei Helmstedt	Hilssandstein i. Hils im Neocom, Gault, Emscher u. Senon a. nördl. Harzrande		
	6. Kalkstein u. Dolomit		Hasselfelder Kalk, Stringocephalen-Kalk, Iberger Kalk, Rübeländer Kalk } i. Harz	Kulmkalk a. Iberg		Kalk u. Dolomit im Unteren Zechstein weit verbreitet	} Rogensteine d. Unt. Buntsandstein a. Harz	Wellenkalk mit den Oolithbänken, Trochitenkalk und Tonplatten überall i. Mesozoisch. Geb.		Im Korallenoolith Kimmeridge, Gigas-Schichten, Eimbeckh. Platten-K., Serpulit	Pläner d. Cenoman u. Turon, Senone Kalke		Kalktufflager im Diluvium u. Alluvium
	7. Asphaltkalk									Horizonte des Ob. Jura bei Holzen			
	8 Gips					Aeltere und jüngere Zechsteingipse, besonders am Harzrande	Rötgips	Gipse des Mittl. Muschelkalk	Gips im Mittl. oder Gipskeuper	In den Münder-Mergeln			
	9. Bacillarienerde u. Eisenocker												Interglacial von Klieken i. Anh.
D. Mineralien	1. Kaolin				In d. Unterrotliegd. Porphyren b. Halle und Bitterfeld		Im Mittlern Buntsandstein Thüringens						

Granit am Kyffhäuser. Ein weiteres Granitvorkommen, das in manchen Teilen dem Ramberggranit sehr ähnlich ist, tritt am Kyffhäuser auf. Er ist hier indessen vielfach metamorphosiert und wurde früher als Gneis, der von Granitgängen durchsetzt ist, beschrieben. E. Dathe unterscheidet einen flaserigen und schiefrigen Gneis, Hornblendefels und Hornblendegneis und porphyrartigen Gneis sowie echten Granit. Namentlich die Granitgänge und die Hornblendegneise werden in zahlreichen Steinbrüchen ausgebeutet und vorwiegend zu Strassenbaumaterial benutzt. Zum grössten Teil ist der Granit des Kyffhäusers stark zerklüftet, oberflächlich in Grus verwandelt und zeigt Quetschzonen.

Der Granit im Kreise Schleusingen (Thüringen). Im Kreise Schleusingen treten an mehreren Stellen Granite auf, so einmal bei Zella und Suhl. Dieser Granit, Scheibes „Hauptgranit" des Mittleren Thüringer Waldes, erstreckt sich östlich bis Schmiedefeld und Vesser und von da auf Ilmenau zu und durchsetzt in Stöcken und Gängen die Kambrischen Gesteine, die er kontaktmetamorphisch intensiv umgewandelt hat. Er ist ein mittel- bis grobkörniger, Hornblende führender Biotit-Granit von grauer und rötlichgrauer Färbung, der stark verwittert und vergrust ist.

An einzelnen Stellen geht er in hornblendereiche Dioritische Gesteine oder in gneisartig gebänderte Varietäten über und ist von Aplitgängen durchsetzt. Infolge seiner tiefgründigen Vergrusung bildet er Senken und flache Täler.

Ein weiteres Vorkommen von Granit liegt im Oberen Schleuse-Tal, Es ist das Scheibes „Schleusetal-Granit".

Auch dieser tritt stock- und gang-förmig in den umgebenden kambrischen Schiefern auf und hat dieselben stark metamorphosiert.

Er kommt an vielen Stellen der Umgegend von Schleusingen vor, vor allem in der Gegend von Silbach als mittelkörniger, rötlicher Biotitgranit und im Vessertal in ähnlicher Ausbildung.

Sodann kommt noch einmal ein mit dem Vessertalgranit ganz übereinstimmendes Vorkommen am sogenannten Kleinen Thüringer Wald zutage.

Diese Granitvorkommen des Thüringer Waldes sind selten frisch und fest, sondern meist in hohem Grade durch die Atmosphärilien aufgelockert, daher können sie auch nur in wenigen Fällen als Baustein gewonnen werden. Es dienen dazu die festen Kerne der Gesteinsmassen, während die verwitterten Partien zur Strassenbeschotterung und die völlig vergrusten Lagen zu Mauersand benutzt werden.

2. Der Granitporphyr des Bodegangs.

In dem langen Gang, der den Brocken- mit dem Ramberg-Granit verbindet, ist die Ausbildung des ausfüllenden Gesteins durch die raschere Abkühlung meistens eine porphyrische geworden, und es treten uns demnach hier Granitporphyre und aplitische Gesteine entgegen, in denen neben Quarz und Feldspaten Muskowit auftritt. Für den Steinbruchsbetrieb ist dieser Bodegang nur von geringer Bedeutung.

3. Der Kersantit.

Der Kersantit ist ein körniges oder porphyrisches Ganggestein, das in der Gefolgschaft der Granite und Diorite auftritt und durch die Mineralkombination Plagioklas und Biotit charakterisiert wird.

Zu ihm gehören im Harz die Gänge von Kloster Michaelstein bei Blankenburg, die ausserdem Kordierit und Bronzit führen, und gewisse Steine aus dem Bodegange bei Treseburg und Altenbraak.

4. Gabbro.

Gabbro findet sich im Harz westlich vom Brocken in der Umgebung des Radautales südlich von Harzburg, zum grossen Teil allerdings schon auf hannoverschem Gebiet. Er ist ein granitisch-körniges Eruptivgestein von jung-karbonischem Alter. Er tritt entweder als normaler Gabbro auf oder zeigt mancherlei Uebergänge zu den Noriten, nimmt gern Olivin auf, bildet Uebergänge zum Diorit und lässt noch eine Reihe von weiteren Abarten wie den Harzburgit (Schillerfels), Bronzitfels und Glimmerperidotit usw. erkennen.

Der Gabbro ist teilweise kugelig abgesondert, verwittert konzentrisch-schalig und ist weniger regelmässig geklüftet als der Granit.

In ausgedehnten Steinbrüchen im Radautal wird der Gabbro zu Pflastersteinen, zur Chausseebeschotterung und zur Gleisfüllung gebrochen.

5. Diabas.

Der Diabas ist ein dunkel gefärbtes (früher auch Grünstein genanntes) Gestein, das in der Hauptsache aus einem Kalknatronfeldspat und Augit besteht. Er tritt entweder in Gängen auf und zeigt dort eine körnige Struktur; oder er bildet Decken, die meist in Verbindung mit Schalsteinen vorkommen, und besitzt dann eine dichte sogenannte aphanitische Struktur.

In Gangform tritt der Diabas im Unterharz in den Wieder Schiefern und in den Wissenbacher Schiefern bei Goslar auf. In den Diabasgängen sind die durchbrochenen Gesteine, in der Hauptsache Schiefer, von einer schmalen Kontaktzone begleitet, die aus Bandschiefern (Desmosit), Flecken-Schiefer (Spilosite) und hälleflintartigen Adinolen bestehen.

Diabasdecken mit den begleitenden Schalsteinen finden sich — ausserhalb des Gebietes — im sogenannten Oberharzer Grünsteinzug und in der Elbingeroder Mulde. Sie haben hier entweder ein oberdevonisches oder ein mitteldevonisches Alter.

Gewonnen wird der Diabas insbesondere bei Rübeland zu Pflastersteinen und Streckenschotter.

Schalsteine des Diabases von grüner, gelber und rotbrauner Färbung finden sich hauptsächlich im Oberharzer Grünsteinzuge und in der Elbingeroder Mulde. Charakteristisch für sie sind die sogenannten „Blattersteine", die nicht Mandelsteindiabase, sondern Kalkaphanite sind, d. h. Schalsteine, deren Kalkgehalt sich zu Kalkspatkügelchen zusammengefunden hat.

6. Porphyre, Porphyrite und Melaphyre.

a) Im Harz.

Gesteine dieser Gruppe, die durchweg von Rotliegendem Alter sind, treten uns im Harz in den oben benannten drei Ausbildungsweisen entgegen. Sie haben die porphyrische Struktur gemeinsam, der Farbe nach lassen sie sich im grossen ganzen so unterscheiden, dass die Quarzporphyre gewöhnlich rot, die Porphyrite grau und die Melaphyre dunkel gefärbt sind.

Die Quarzporphyre sind, wie schon der Name sagt, reich an Kieselsäure und demnach am härtesten.

In den Porphyriten fehlt der Quarz ganz oder fast ganz und in den Melaphyren überwiegen die dunkel gefärbten Bestandteile, vor allem der Augit.

Ausgedehnte Verbreitung haben alle drei Gesteine in dem Rotliegenden Gebiet der Umgegend von Ilfeld, das indessen zum grössten Teile schon zu Hannover gehört. Hier treten diese Gesteine in Verbindung mit Sedimentgesteinen vielfach als Decken auf. Sie durchziehen aber weiterhin ins-

besondere den mittleren und östlichen Harz als weitaushaltende Gänge, die annähernd in Süd-Nord-Richtung verlaufen.

Die Quarzporphyre bilden am Auerberg noch eine grössere Kuppe, von der aus nach Süden und Norden Quarzporphyrgänge die Devonischen Schiefer und Grauwacken durchsetzen.

Die Gänge dieser drei porphyrischen Gesteine ziehen sich bei oft recht geringer Mächtigkeit (zirka 5 bis 20 m) häufig viele Kilometer weit hin, sie hören wohl hie und da auf, setzen aber weiterhin wieder ein.

An zahlreichen Stellen werden diese festen und meist ziemlich frischen Gesteine in kleineren und grösseren Steinbrüchen gewonnen und in der Regel als Pflastersteine oder zur Wegebeschotterung verwandt.

b) Die Porphyre von Halle.

Ganz oder fast ganz*) zum Unteren Rotliegenden gehören die sogenannten „Aelteren" und „Jüngeren Porphyre", die in der Halleschen Mulde und ihrer östlichen Umgebung bis in die Nähe von Dessau und Kemberg verbreitet, doch grösstenteils von mächtigen Tertiär- und Diluvialbildungen verdeckt sind. Schon 1864 unterschied Laspeyres unter diesen meist roten Gesteinen drei Gruppen: die Aelteren, die Jüngeren westlichen und Jüngeren östlichen Porphyre. Die beiden ersten Gruppen verwittern leichter, die letzteren schwerer.

Typisch für die Aelteren Porphyre sind die Gesteine von Seutz, Löbejün, Merbitz, ferner von Gömritz und von Landsberg, vom Sandfelsen. Sie bestehen aus einem mit blossem Auge sichtbaren Gemenge von kleinen rundlichen Quarzkörnern und kristallischem Feldspat.

Zum Jüngeren westlichen Porphyr gehören die Gesteine vom Typus der Liebecke bei Wettin. Ihr kristallinisch körniges Gefüge ist viel feiner und nur mit der Lupe sichtbar.

Der Jüngere östliche Porphyr, zu dem die Gesteine vom Petersberg, von Schwärtz, Brachstädt und Niemberg gehören, haben meist ein so feines Gefüge, dass es nur bei starker Vergrösserung sichtbar wird. Das Gestein erinnert daher an Hornstein, ist auch fast ebenso hart, sehr zäh und kantendurchscheinend.

Alle diese Porphyre waren früher in zahlreichen Steinbrüchen aufgeschlossen und wurden besonders zu Eisenbahnschotter, zu Pflaster- und anderen Zwecken verwertet. Seit die Bahnbauten vollendet sind, ist aber der Abbau sehr zurückgegangen und heute sind nur verhältnismässig wenige Brüche in Betrieb.

α) Der Aeltere oder „Landsberg-Löbejüner Porphyr". Dieses Gestein fügt sich an der Basis des Rotliegenden den Sedimenten ein und bildet einen anscheinend einheitlichen, jedenfalls petrographisch sehr gleichförmigen Deckenerguss von Quarzporphyr mit durchgehends grossen Kristalleinschlüssen.

Er ist rechts von der Saale in einer annähernd elliptisch begrenzten Fläche verbreitet, deren kleine Axe von Halle nach Nordosten bis Schwerz, deren grosse Axe von Löbejün über Landsberg nach Südosten verläuft, und die durch auflagernde jüngere Ergüsse in ein nördliches und ein südliches Vorkommen geschieden wird. Heute wird dieser Porphyr besonders an mehreren Stellen bei Löbejün gebrochen, ferner auf dem Galgenberg bei Halle, bei Brachwitz, Gimritz und Drehbitz.

Früher waren noch zahlreiche andere Brüche in Betrieb, so am Domnitzer Holz, bei Trebitz, am Schlossberg bei Friedrichs Schwerz, am Eulenberge bei Mörl usw.

*) Der ältere Porphyr könnte allenfalls auch spätkarbonischen Alters sein.

Der Löbejüner Porphyr wurde in Form von Werkstücken und Platten bis nach Berlin versandt.

Auch am Sandfelsen nördlich Halle war in grösseren Brüchen dieser Porphyr aufgeschlossen, der in der Tiefe leidlich frisch, nach dem Ausgehenden in Porzellanerde überging.

β) Der Jüngere oder Petersberger Porphyr ist ebenfalls ein Quarzporphyr, der jedoch im allgemeinen weit kleinere, aber sehr zahlreiche Kristalleinschlüsse von Orthoklas, Oligoklas und Quarz aufweist und im übrigen eine sehr verschiedenartige Ausbildung zeigt. Da starke Verschiedenheiten oftmals in einem und demselben Steinbruch vorkommen, während ganz ähnliche Varietäten an weit entfernten Stellen, z. B. bei Golpa und Schwerz bei Halle, auftreten, so scheint es, dass die Variabilität weniger auf dem verschiedenen Alter der einzelnen Ergüsse als auf einer starken Differenzierungsfähigkeit des Magmas beruht.

Dieser Jüngere Porphyr überdeckt den Aelteren in der Mitte von dessen Verbreitungsgebiet zwischen Halle und Landsberg, wo sich noch eine dünne Decke Unterrotliegender Sedimente dazwischenschiebt.

Zur Oberfläche kommt er in diesem östlichen Verbreitungsgebiet besonders bei Cröllwitz, am Petersberge und an mehreren Stellen in der Gegend nordwestlich und nördlich von Landsberg.

Weil dieser Porphyr kaum verwittert, gibt er einen sehr beliebten Pflasterstein und wird noch heute in zum Teil grossen Brüchen am Petersberge, sowie bei Schwerz und Reinsdorf gewonnen.

Alte Steinbrüche fanden sich zwischen Giebichenstein und Trotha, sowie nördlich von Trotha, am Blonsberg und Galgenberg bei Frösnitz und Drehlitz.

Sodann umgibt der Jüngere Porphyr aber den Verbreitungsbezirk des Aelteren Porphyrs überall in weitausgedehntem Vorkommen, namentlich gegen Nordosten hin, und die Grenze seiner Verbreitung bilden etwa die Orte Köthen, Dessau und Kemberg.

Hierher gehört das westliche Vorkommen, das sich vom Giebichenstein bis zum Schweizerling bei Wettin in ziemlich gleichartiger Ausbildung erstreckt. An „der Liebecke“ bei Wettin wurde ein grobsplittriges, zähes, der Verwitterung gut widerstehendes Gestein gebrochen, das sich gut zu Bau- und Wegematerial eignete. Es zeigt besonders fleischfarbene Orthoklase in einer grauroten Grundmasse.

Nördlich von Löbejün ist er zum Teil mechanisch verwittert und bröckelig; bei Wieskau ist er, wie der von Muldenstein, arm an Ausscheidungen, besonders an Quarz, und nähert sich den Orthoklasporphyren.

Namentlich nordwestlich von Bitterfeld ragen einzelne Partien (am Muldenstein, bei Jessnitz, Kleckewitz und Golpa) bis zur Oberfläche auf und sind durch alte oder neue (Golpa und Muldenstein) Steinbrüche aufgeschlossen.

Der zurzeit schlecht aufgeschlossene Porphyr von Torgau dürfte den im benachbarten Königreich Sachsen verbreiteten Ergüssen zuzurechnen sein.

γ) Der Orthoklasporphyr. In der Halleschen Gegend schieben sich zwischen den Aelteren und Jüngeren Porphyr noch Walchien führende Unterrotliegende Sedimente ein, die Lavaströme von Porphyrit („Orthoklasporphyr“ von Laspeyres) und vielleicht auch den Quarzporphyr vom Reilsberg bei Wittekind und vom Schweizerling bei Wettin umschliessen.

Orthoklasporphyr von unbekannter Stellung ist auch in einem alten Steinbruch bei Bahnhof Burgkemnitz aufgeschlossen. Die sehr feinkörnige Grundmasse zeigt stellenweise deutlich trachytische Struktur.

c) Die Augitporphyrite und Quarzporphyre des Flechtinger Höhenzuges*).

Diese dem Unteren Rotliegenden angehörigen Gesteine, die sich als Deckenergüsse unmittelbar auf das wellig eingeebnete Karbon legen, bilden den eigentlichen Kern des Flechtinger Höhenzuges. Basische und saure Laven wechseln ab:

α) Aelterer Augitporphyrit;
β) Quarzporphyr;
γ) Jüngerer Augitporphyrit.

Der Aeltere Augitporphyrit ist ein quarzreiches, feinkörniges Gestein, in dessen dichter Grundmasse man Plagioklas und Augit erkennt, und das in drei Ausbildungsarten vorkommt: hauptsächlich einer porphyrartigen, daneben einer aphanitischen und einer schlackig-porösen (Mandelstein); endlich treten auch Tuffe auf.

Dieser Porphyrit nimmt die östlichste und nordöstlichste Zone ein, wo er einen dünnen aber ausgedehnten Deckenerguss direkt über den Kulmgrauwacken bildet. Spätere Aufrichtung hat ein südwestliches Einfallen und eine weitgehende Zerklüftung der Schichten veranlasst, so dass das Gestein bei der Verwitterung in scharfkantige, gleichgrosse Bruchstücke zerfällt. In schmalen Gangklüften ist Quarz, Eisenrahm und stellenweise Psilomelan abgesetzt.

Abbau hat an mehreren Stellen stattgefunden, namentlich in den nach Altenhausen gehörigen grossen Steinbrüchen an der Chaussee Altenhausen-Flechtingen, im Süpplinger Bruch zwischen Bodendorf und Süpplingen und bei Alvensleben.

Die porphyrartige Ausbildungsform, ein in frischem Zustande schwärzliches Gestein, dessen Grundmasse jedoch durch Verwitterung getrübt erscheint, bildet vorzugsweise die südöstlichste Partie der Eruptivgesteine zwischen Hilgesdorf, Bodendorf, Süpplingen und Alvensleben; auch die Porphyritpunkte von Mammendorf und Schackensleben gehören dazu. Die dichten Porphyrite sind sehr klüftig und zerfallen unter dem Hammer in viele Stücke. Die Mandelsteine sind weit verbreitet, doch überall nur in kleinen Vorkommen.

Die Jüngeren Augitporphyrite sind ein deutlich porphyrartiges Gestein, das nicht allzusehr von den Aelteren Porphyriten abweicht.

Auch hier lassen sich drei Ausbildungsarten unterscheiden, die in einander übergehen:

1. Braunrote Gesteine bei Damsdorf am Bullerberge und in dessen Umgebung.
2. Schmutzig graue, verwittert lederfarbige Gesteine beiderseits der Chaussee Flechtingen-Bensdorf, aufgeschlossen in einem Steinbruch am Hasenberge.
3. Ein dichtes, dunkelgrünes Gestein, das die kleine Zissendorfer Porphyritinsel bildet.

Die Quarzporphyre. Diese sauren Gesteine sind den basischen Porphyriten eingeschaltet. Sie treten hauptsächlich in dem Gebiet zwischen Klinze, Hilgesdorf und Flechtingen auf, namentlich als Tuffe, dann auch weiter im Südosten bei Bodendorf und Alvensleben.

Die Quarzporphyre bilden eine Decke, die sich direkt auf den Aelteren Augitporphyrit legt, und einen nur nach Südwesten durch ein markiertes Gehänge abgegrenzten flachen Hügelrücken bildet, aus dem sich einzelne Kuppen nur schwach aussondern.

*) Kärtchen S. 74

Petrographisch zerfallen sie, doch ohne scharfe Abgrenzung, in typische Quarzporphyre, breccienartige Quarzporphyre und Tuffe.

Normale Quarzporphyre sind weitaus vorherrschend in dem grossen nordwestlichen Verbreitungsgebiet. Neben dem Deckenerguss kommen hier auch Ganggesteine vor.

Diese enthalten alle Quarz und Feldspäte, besonders Orthoklas und sind in bezug auf die makroskopischen Gemengteile sehr gleichartig ausgebildet, während sich nach der Grundmasse eine Differenzierung in drei verschiedene Typen durchführen lässt: den Typus Mühlenberg, Typus Damsdorf und Typus Klinzer Berg.

Die Quarze und Feldspate in dem Quarzporphyr sind zerbrochen und in den Mühlenberg-Gesteinen, die im Osten, besonders bei Flechtingen selbst auftreten, schlingt sich die Grundmasse schlierig um die Einschlüsse.

Ebenso verhalten sich die Breccien, in denen noch Quarzporphyrbruchstücke hinzutreten. Sie stellen eine extreme Ausbildungsform dieses Typus dar und treten nur in seinem Verbreitungsgebiet auf. Die Breccien gehen wieder allmählich in Tuffe über.

Meist kleine Steinbrüche sind in diesen Porphyriten und Porphyren überall verteilt, so im Aelteren Porphyrit bei Flechtingen, bei Hilgesdorf, in den Steinbergen an der Altenhauser Chaussee, zwischen Bodendorf und Süpplingen, endlich am Klöns- und Galgenberg bei Alvensleben.

In den Quarzporphyren finden sich Steinbrüche besonders in den Klinzer Bergen und Breiten Bergen im Norden, an den Zissendorfer Bergen, wo ein Steinbruch zugleich die hangenden Porphyrite erschliesst, am Kahlen Stein, am Steinkuhlenberg bei Flechtingen und besonders 2 km südwestlich von diesem Ort, in einem grossen Steinbruch an der Grossen Renne, ferner bei Hilgesdorf und Alvensleben.

Der Jüngere Porphyrit wird abgebaut am Bullerberg (rot), Hasenberg (grün) und zusammen mit Quarzporphyr an den Zissendorfer Bergen.

d) Im Thüringer Wald.

Im Kreise Schleusingen treten Porphyre, Porphyrite und Melaphyre von Rotliegendem Alter ebenfalls in grosser Fülle und Mannigfaltigkeit auf. Sie werden vielfach von Porphyrtuffen begleitet.

In den Gehrener Schichten, der untersten Abteilung des Rotliegenden, sind zahlreiche, mehr basische, neutrale oder schwach saure Eruptivgesteinsdecken den aus Sandsteinen, Arkosen und Schiefertonen bestehenden Sedimentgesteinen eingeschaltet.

Scheibe unterscheidet eine Reihe von Abänderungen, so einen Syenitporphyr, mehrere Quarzporphyre, unter denen der Meyersgrundporphyr sich durch grosse Feldspatkristalle auszeichnet, ferner einige Porphyritergüsse in der Umgegend von Schmiedefeld, quarzarmen Felsitporphyr bei Stützerbach und einen Melaphyr, der am Grossen Eisenberg, Bärenfang und an der Finsteren Erle Verbreitung besitzt.

Zu oberst in den Gehrener Schichten treten wieder Felsit- und Quarzporphyre auf, die weite Strecken am Finsterberg, Eisenberg usw. einnehmen.

Die Mittleren Stufen des Rotliegenden, die Manebacher und Goldlauterer Schichten, sind frei von Eruptivgesteinen. Dagegen zeigen sich die Oberhöfer Schichten wiederum erfüllt mit zahlreichen und mächtigen Zwischenlagern von Eruptivgesteinen und Tuffen. Indessen treten in diesen Schichten fast ausschliesslich kieselsäurereiche Eruptivgesteine, Quarzporphyre, auf, die insbesondere am Schneekopf und Bärberg weite Verbreitung haben.

Sowohl in Begleitung der Eruptivgesteine der Gehrener wie vor allem der Oberhöfer Schichten finden sich mächtige Porphyrtuffe, die aus den Aschen- und Lapilli-Anhäufungen der Porphyreruptionen hervorgegangen sind.

Ebenso, wie die mannigfach wechselnden festen Gesteine der Rotliegenden Schichten meist in kleineren Brüchen aufgeschlossen sind, werden auch die Eruptivgesteine vorwiegend zu Strassenschotter gewonnen.

Verwendung zu Bausteinen finden besonders die oberen Tuffschichten, die in grossen Steinbrüchen am Geiersberg (Adler) zwischen Rosenkopf und Bärberg gewonnen werden. Sie sind namentlich bei Bahnbauten und schon im 18. Jahrhundert zu Platten, Pfosten und Quadermauersteinen verwendet worden.

7. Basalt.

Von tertiären Eruptivgesteinen findet sich nur ein Vorkommen von Nephelinbasalt am Grossen Dolmar bei Meiningen auf preussischem Gebiete. Er bildet die oberste Kuppe des Berges und wird besonders in einem fiskalischen Steinbruch an der Ostseite zu Strassenschotter ausgebeutet.

C. Sedimentgesteine.

1. Konglomerate.

Als geologisch älteste Konglomerate sind gewisse Schichten der Silurbildungen von Gommern und von Liebenwerda („Rothsteiner Felsen") anzusehen, die zusammen mit den dort auftretenden Quarziten abgebaut werden.

Im Kulm kommen im Harze Konglomerate in weiter Verbreitung vor. Sie treten hier in Verbindung mit feinkörnigeren Gesteinen auf und werden gewöhnlich mit ihnen zusammen als „Grauwacke" bezeichnet (siehe diese!).

Im Karbon treten Quarzitkonglomerate in den Mansfelder Schichten der Hallenser Gegend und in den gleichaltrigen Bildungen am südöstlichen Harzrande auf, wo sie unter der Bezeichnung „Lebersteine" vielfach gebrochen und zu Wegeschotter verwendet werden. Sie eignen sich dazu besonders deshalb, weil sie ziemlich grob und wenig fest sind und leicht in ihre Bestandteile zerfallen.

Weit verbreitet treten Konglomerate im Rotliegenden auf; so besonders in den Oberrotliegenden Schichten der Mansfelder Mulde und am Rande der Hettstedt-Rothenburger Gebirgsbrücke bei Cönnern, am Kyffhäuser*) und der Bottendorfer Höhe bei Rossleben. Im Thüringer Walde sind Porphyrkonglomerate sowohl in den Manebacher Schichten, sowie in den Goldlauterer Schichten und auch im Oberrotliegenden (Tambacher Schichten) in einer Reihe von Horizonten verbreitet. Sie werden gelegentlich in kleineren Steinbrüchen, meist zu Wegeschotter, gebrochen.

In Mesozoischen Schichten treten Konglomerate erst wieder in der Unteren Kreide auf. Diese transgrediert am nördlichen Harzrande über ältere Bildungen mit dem sogenannten Hilskonglomerat, das in einer Reihe von Steinbrüchen, z. B. in der Nähe von Harzburg und an anderen Orten gewonnen wird.

---

*) Beyschlag und Fritsch stellen diese Gesteine versuchungsweise ins Carbon. (Mansfelder Karte.)

In der Oberen Kreide wiederholt sich der Vorgang der Transgression, und es treten hier im Emscher unweit Goslar die Sudmerberg-Konglomerate auf, die man dort zu Bausteinen u. a. gewinnt.

2. Grauwacken.

Grauwacken finden sich ebenfalls zuerst in den Silurschichten des Harzes (Ortberg-Grauwacke, Tanner Grauwacke) und sodann im Kulm, wo sie von ganz grobkörniger konglomeratischer Grauwacke über mittelkörnige Gesteine in feinkörnige Grauwackenschiefer übergehen.

Die Kulmgrauwacken besitzen im Harze eine sehr ausgedehnte Verbreitung und werden in zahlreichen Steinbrüchen gewonnen, eignen sich aber wenig für grössere Werkstücke, sondern vorwiegend für Strassen- und Eisenbahnschotter.

Kulmgrauwacken, die lagenweise in Konglomerate übergehen können, finden sich am Westende des sogenannten Magdeburger Uferrandes oder Grauwackenvorsprunges, von Magdeburg bis Flechtingen stellenweise durch zahlreiche Steinbrüche aufgeschlossen.

Zu oberst liegen bei Rothmersleben (unterer Steinbruch im Olvetal) rötliche echte Grauwacken, die Kieselschieferbrocken enthalten.

Darunter rötliche Sandsteine mit Konglomeraten und Tonschieferlagen abwechselnd, die in den alten Steinbrüchen vor dem Krökentore bei Magdeburg und bei Olvenstedt aufgeschlossen sind.

Diese Kulmschichten heben sich aus dem Gelände nicht wesentlich heraus und sind grösstenteils von Diluvium (Löss) bedeckt.

Die Grauwacken, die durch Kleinerwerden des Korns in Sandsteine oder Grauwackenschiefer, ja Tonschiefer übergehen können, sind geschichtet in mehr oder weniger dicken Bänken und wiegen vor in den Steinbrüchen längs der Olve und Bever. Die Grauwacken sind hier durchweg recht frisch, im Bruch bläulich-grau, an anderen Stellen auch bräunlich, kleinkörnig und bestehen aus eben erkennbaren Gemengteilen von Quarz, Kieselschiefer, Tonschiefer, Feldspat usw., die nur selten erbsengross werden. Die besten Aufschlüsse, durch Steinbrüche usw. finden sich im Olvetal, dann bei Hundsburg im Bevertal, bei Süpplingen und bei Flechtingen (Blatt Calvörde).

Lagenweise konglomeratisch wird die Grauwacke besonders in den alten Brüchen von Magdeburg-Neustadt, grobkonglomeratisch ausnahmsweise am sog. Kamitz nordwestlich von Süpplingen.

Feinkörnige, dichte Grauwacke zeigt sich auf Blatt Calvörde bei Flechtigen-Hasselburg an der Grossen Renne, am Sägemühlenbach und in der Bodendorfer Forst.

Quarzreiche Grauwacke tritt auf im Flechtinger Schlosspark an der Allenhäuser Chaussee, am Mühlenberg (Nordseite). Gröbere, feldspatreiche Grauwacken stehen am Flechtinger Schlossteich an.

Ebenso ist Grauwacke bei Klein-Paschleben in der Nähe von Cöthen in einem Steinbruch aufgeschlossen.

Harte kulmische Grauwacken sind endlich in dem Hafenkanal von Magdeburg-Neustadt aufgeschlossen gewesen und setzen hier quer durch die Elbe hindurch.

3. Quarzit.

Quarzite finden sich vorwiegend in den paläozoischen Schichten, so vor allem in den in der Nähe des Brockens auftretenden Silurschichten. Hier werden sie mehrfach zu Pflastersteinen und als Schottermaterial gewonnen.

Quarzite gleichen Alters, indessen von gröberem Korn und teilweise in Konglomerate übergehend, treten bei Gommern auf und werden dort in grösseren Brüchen abgebaut.

Feinkörnigere Quarzite obersilurischen Alters, die nach unten zu in Kieselschiefer übergehen, finden sich in zwei ost-westlichen Parallelzügen zwischen den Dörfern Rotstein, Winkel und Brestwitz bei Liebenwerda („Rotsteiner Felsen") anstehend und durch mehrere Steinbrüche aufgeschlossen.

Tertiär-Quarzite. In der Nähe von Königslutter treten in einer wahrscheinlich miocänen Schichtenfolge von Sanden und Kiesen Lagen von linsenförmigen aneinander gereihten Quarzitbildungen auf, die dadurch entstanden sind, dass ein kieseliges Bindemittel die Sande und Kiese verkittet hat. (Knollensteine).

Sie haben merkwürdige, wulstige Oberflächenformen und sind zur Diluvialzeit durch das Eis weithin verschleppt worden. Infolge ihrer Härte sind sie ein gesuchtes Material für Beschotterung und werden eifrig abgebaut.

4. Kieselschiefer.

Kieselschiefer finden sich in den Silurschichten am NW-Rande des Brockenmassivs, sowie vielfach in den Kulmschichten des Harzes. Sie bilden ein meist dunkel gefärbtes, festes splittriges Gestein, das in zahlreichen kleinen Gruben für Beschotterungszwecke gewonnen wird.

Weiterhin finden sich — wie schon oben erwähnt — im Liegenden der Quarzite der Gegend von Liebenwerda schwarze Kieselschiefer des Obersilur, die ebenfalls zu Beschotterungszwecken ausgebeutet werden.

5. Sandsteine.

Sandsteine treten in fast allen Formationen des behandelten Gebietes auf. Sie sind sowohl was Farbe, Korn und Bindemittel wie auch was Lagerungsverhältnisse, Absonderung und Härte anbelangt, von grosser Verschiedenheit.

Unter den sie zusammensetzenden Mineralien wiegt bei weitem der Quarz vor, als Bindemittel kommt einmal Kieselsäure, zum anderen Kalk und tonige oder eisenschüssige Substanz in Frage.

Gewonnen werden sie allenthalben in zahllosen Steinbrüchen. Einzelne Vorkommen haben ganz hervorragende Bedeutung, da sie weit über die nächste Umgebung hinaus ein gesuchtes Baumaterial darstellen. Näheres wird bei der Besprechung der einzelnen Sandsteinarten angegeben werden.

Die ältesten Sandsteine gehören dem Devon des Harzes an; es sind das die als Spiriferensandsteine bekannten Unterdevonischen Schichten, die insbesondere in dem hannoverschen Anteil des Harzes weitere Verbreitung besitzen und zu Strassenschotter vielfach gewonnen werden. Sie eignen sich dazu infolge ihrer Härte vortrefflich, werden aber wegen ihrer sehr weitgehenden Zerklüftung heute nicht mehr als Baumaterial benutzt.

In früherer Zeit führte man grosse Bauten aus ihnen auf, so insbesondere die Stadtmauern von Goslar. Sie haben ein kieseliges Bindemittel und gehen teilweise geradezu in Quarzite über.

Karbonische Sandsteine von Bedeutung für den Steinbruchsbetrieb finden sich in den Mansfelder Schichten im Wechsel mit Konglomeraten. Es sind das weissliche bis hellviolette Arkose-Sandsteine, die an mehreren Stellen des Saaleufers südlich von Cönnern und am Ostfuss des Harzes zutage treten und ehedem zu Mühlssteinen Verwendung fanden (Siebigeröder Sandsteine). Heute benutzt man sie auch vielfach zur Herstellung von Treppenstufen, Uferbefestigungen, Trockenmauern und dergl.

In den Rotliegenden Schichten treten Sandsteine in Verbindung mit Tonschiefern, Konglomeraten und Porphyrtuffen in mehreren

Horizonten auf. Es sind vielfach plattig abgesonderte, oft selbst konglomeratische Arkose-Sandsteine, die selten in grösserer Mächtigkeit auftreten und wohl in kleineren Steinbrüchen vielfach, aber nur zu lokalem Gebrauch ausgebeutet werden. Sie finden sich sowohl im Gebiet der Mansfelder und Halleschen Mulde wie des Flechtinger Höhenzuges, und treten auch in dem zur Provinz Sachsen gehörigen Anteil des Thüringer Waldes in derselben Gesteinsbeschaffenheit auf, ohne im allgemeinen für den Steinbruchsbetrieb grössere Bedeutung zu erlangen.

Im Flechtinger Höhenzug werden solche geradplattigen Sandsteine des Oberrotliegenden (Klockmanns „Haupt- oder Bau-Sandsteine") die schichtweise in Konglomerate übergehen können, in grösseren Steinbrüchen zu Bauzwecken und Platten gewonnen, besonders bei Ivenrode, an der Chaussee nach Bodendorf, bei Alvensleben, Emden und bei Eickendorf und Everingen.

In der Buntsandsteinformation kommen abbauwürdige Sandsteinschichten in einer ganzen Reihe von Horizonten vor, wie denn überhaupt der Buntsandstein vorwiegend sandiger Natur ist.

In der Gegend nördlich, östlich und südlich vom Harz finden sich im Unteren Buntsandstein, zwischen Tone und Letten eingeschaltet und wechsellagernd mit geschichteten Kalk-Sandsteinen, eine Reihe mehr oder weniger mächtiger Rogensteinbänke.

Dieses eigentümliche Gestein besteht aus feineren oder gröberen sandigen Kalkoolithen, die durch ein kalkiges Bindemittel untereinander verkittet sind, so dass ein sandiger Kalkstein bis kalkiger Sandstein entsteht.

Infolge ihrer Festigkeit und ihrer häufig dickbankigen Absonderung geben sie gute Werksteine ab und werden nicht selten in grösseren Steinbrüchen abgebaut.

Auch zu Pflastersteinen (besonders Kleinpflaster) und Bordschwellen eignen sie sich.

Im Mittleren Buntsandstein treten in der Unteren Abteilung gröbere Sandsteine auf, die indess meistens ein wenig festes Bindemittel besitzen, so dass das Gestein recht locker ist, infolgedessen finden diese Horizonte nur geringe Verwendung. In der oberen Hälfte dagegen stellen sich dickbankige, festere mittelkörnige Sandsteinlagen ein, die in der Regel über Tage ein mässig festes toniges Bindemittel besitzen, so dass der Stein selbst einen mittleren Härtegrad erreicht. Es ist das der Horizont der in der Regel als Bausandsteinhorizont bezeichnet wird, und der für Hochbauzwecke, daneben auch für Tiefbau und für Bildhauer- und Steinmetzarbeiten ausgedehnte Verwendung findet.

Dieser Horizont tritt fast in allen Buntsandsteingebieten auf, so gehören ihm in der Bernburger Gegend die dort vielfach gewonnenen, Saurier führenden, hellen getigerten Sandsteine an.

In der Thüringer Mulde gehören hierher die nach dem Vorkommen der grossen Fährten Chirotherien-Schichten genannten Sandsteinkomplexe, die z. B. an der Unteren Unstrut bei Nebra grosse Steinbrüche aufweisen, und auch im Braunschweigischen, westlich vom Harz sich wiederfinden und dort ebenfalls gewonnen werden.

An der Weser in der Gegend von Holzminden sind die obersten Zonen des Mittleren Buntsandsteins plattig ausgebildet und werden als Solling-Platten in einer grossen Anzahl von Steinbrüchen gewonnen.

Sie werden hier hauptsächlich zum Bekleiden von Wänden und zum Belegen der Dächer verwendet und verleihen der ganzen Gegend um Holzminden einen besonderen Charakter, indem überall die Dächer der Ortschaften die eigentümliche braunrote Färbung der Sollingplatten zeigen.

Auch als Fussbodenbelag sind sie seit alters verwandt worden und werden es heute noch, indem man sie zu regelmässigen Stücken zuschlägt und an den Kanten und der Oberseite abschleift.

Die stärkeren Bänke benutzt man vielfach zu Pflastersteinen, zu Bordschwellen und auch zu Bau- und Formsteinen.

Keuper. Im Keuper finden sich in mehreren Horizonten ebenfalls Sandsteine. Im Unteren Keuper sind sie nur in geringerer Mächtigkeit und plattig entwickelt und werden nur zu lokalen Zwecken in kleinen Brüchen gelegentlich gewonnen.

Von etwas grösserer Bedeutung ist sodann der Schilfsandstein im Mittleren Gipskeuper, der ausserhalb des behandelten Gebietes in Hannover und namentlich in Süddeutschland zu grosser Mächtigkeit anschwillt.

Im hier besprochenen Gebiet findet er Verwendung an einigen Stellen Thüringens und im braunschweigischen Gebiete an der Weser. Er besitzt hier eine rötliche Färbung und eine geringe Festigkeit, so dass seine Verwendung als Baumaterial nur von untergeordnetem Werte ist. Dagegen enthält der Obere oder Rhät-Keuper in seinen sog. Basalquarziten oder Rhätsandsteinen in manchen Gegenden ein ganz ausgezeichnetes Steinbruchsmaterial für Bauzwecke.

In Thüringen liegen die Hauptbrüche in den Rhätsandsteinen schon ausserhalb der Provinz Sachsen bei Gotha (Seeberger Sandsteine). In der Magdeburg-Halberstädter Mulde weist die Gegend von Velpke, Helmstedt und Wolfenbüttel eine grosse Anzahl von Steinbrüchen im Rhät auf. In dem braunschweigischen Anteil des Hannoverschen Hügellandes finden sich auch einige Ausläufer der im benachbarten hannoverschen Gebiete, südöstlich Hameln, auftretenden Rhätsandsteine.

Im Jura weist nur der Lias der Helmstedter Gegend geringmächtige Sandsteinablagerungen auf, die — wenn überhaupt — nur für den örtlichen Gebrauch gewonnen werden.

Dagegen treten mächtige und in der Steinbruchsindustrie vielfältig abgebaute und verwendete Sandsteine in der Kreideformation auf.

Die Sandsteine des Wealden kommen nur an der Hilsmulde vor und sind hier so wenig mächtig, dass sie für den Steinbruchsbetrieb kaum in Betracht kommen.

Dagegen finden sich mächtige Sandsteinbildungen der Unteren Kreide an der Hilsmulde in den sog. Hilssandsteinen, sowie in den Flammenmergeln des Oberen Gault.

Am nördlichen Harzrande treten Neocomsandsteine einmal in der Gegend von Quedlinburg und dann in der Umgegend von Goslar auf. Hier stellt sich etwas höher, im Gault, nochmals ein Sandsteinhorizont ein.

In der Oberen Kreide zeigen die Emscher-Schichten am Sudmerberge sandige Ausbildung, die in Konglomeratschichten übergeht. Mürbe Sandsteine, die teilweise sogar als Stubensand gewonnen werden, treten im Emscher auch nördlich von Quedlinburg auf. Noch jüngere Sandsteine der Kreideformation stellen die Senonquader der Quedlinburger Gegend dar.

6. Kalkstein und Dolomit.

In den meisten im Gebiet vertretenen geologischen Formationen findet sich auch Kalkstein. Er fehlt eigentlich nur dem Buntsandstein (wenn man die Rogensteine zu den Sandsteinen zählt), Keuper und Tertiär.

Naturgemäss ist die Gesteinsausbildung, die Farbe, die Mächtigkeit und die Verwendbarkeit der einzelnen Kalkvorkommnisse sehr verschieden. Immerhin haben die meisten Bedeutung weit über lokale Verhältnisse hinaus und einzelne sind Zentren grösserer Steinbruchsbetriebe geworden.

Die ältesten bauwürdigen Kalkvorkommen gehören dem Devon an. Hier finden sich insbesondere im Unteren Mitteldevon Kalkeinlagerungen (Hasselfelder Kalk), die in kleineren Brüchen gewonnen werden.

Mächtigere Kalklager finden sich im Oberen Mitteldevon in Wechsellagerung mit Diabas-Mandelsteinen und Tuffen, in deren Reihe sie vielfach in Eisensteine umgewandelt sind.

Es sind das die sog. Stringocephalenkalke, die zu Bausteinen und zu Strassenschotter gewonnen werden. Ueber ihnen liegt im Oberdevon nochmals ein Horizont mit Kalkeinlagerungen zu dem der auf hannoverschem Gebiete gelegene Iberger Kalkstock und auch die durch die Höhlenbildung ausgezeichneten Rübeländer Kalkvorkommnisse gehören. Auch diese Kalke baut man — insbesondere bei Rübeland und Hüttenroda — zu Bauzwecken ab.

Sowohl der Hasselfelder Kalk, wie die Rübeländer Kalke sind stellenweise als Marmor ausgebildet.

In der Karbonformation treten abbauwürdige Kalklager in unserem Gebiete nicht auf, es findet sich nur am Harz eine kleine Scholle von Kulmkalk auf hannoverschem Gelände.

Dagegen finden sich wieder mächtigere Kalke in der Unteren Zechsteinformation. Es ist das der „Zechstein" im eigentlichen Sinne der der Formation den Namen gegeben hat.

Am südwestlichen Harzrande, insbesondere in der Gegend von Nordhausen, aber auch am Kyffhäuser und am Rande der Mansfelder Mulde sowie am Nordrande bei Thale, treten diese Schichten zutage und werden zur Beschotterung von Chausseen und zu Bausteinen gebrochen. Im Kreise Ziegenrück in Thüringen werden dolomitfreie hochwertige Kalke in den Zechsteinschichten der Poessnecker Gegend gewonnen.

Reich vertreten sind technisch verwertbare Kalkschichten im Muschelkalk.

Der Untere Muschelkalk enthält in dem ganzen Gebiet eine Reihe weithin aushaltender oolitischer oder kristalliner, ziemlich dickbankiger Kalkhorizonte, die zwischen unebene, dünnplattige Kalkschiefer (Wellenkalk) eingelagert sind.

Sie werden von unten nach oben als Oolithbänke, Terebratelbänke und Schaumkalkbänke bezeichnet. Ihr Gestein ist vorwiegend von feinoolithischer Struktur, meistens indessen sind die Oolithkörnchen nachträglich ausgelaugt worden; dadurch hat der Kalk ein poröses, schaumiges Gefüge angenommen, von dem die obersten Bänke auch ihren Namen (Schaumkalk) führen. Ausser der Oolith- und Schaumkalkfacies treten auch konglomeratische oder dichte kristalline Bänke auf, die in wechselnder, 1 bis etwa 10 dm betragender Mächtigkeit beobachtet sind, mehrfach durch Wellenkalklagen geschieden.

In der Magdeburg-Halberstädter Mulde nimmt der oberste Horizont der Schaumkalkbänke an Bedeutung ab und es stellt sich hier nach Osten hin schon eine Annäherung an die Fazies ein, die wir bei Rüdersdorf vertreten finden, wo die untere Hälfte des Untern Muschelkalkes als Wellen-, die obere als Schaumkalk entwickelt ist.

Aufgeschlossen findet sich der Untere Muschelkalk an zahllosen Stellen in dem Gebiet. Ueberall, wo er zutage tritt, hat man seit alter Zeit kleinere oder grössere Steinbrüche in ihm angelegt. Da er von ziemlicher Mächtigkeit und von grosser Festigkeit ist, so bildet er durch das ganze Gebiet hin entweder steile, hohe Rücken oder schroffe Hänge mit anschliessenden weiten Hochflächen.

Die Verwendung der Gesteine des Unteren Muschelkalkes ist äusserst mannigfaltig. Die grossen, oft sehr schön gleichmässigen Werkstücke eignen sich zu allerlei Formsteinen, und finden Verwendung zu Bildhauerarbeiten und für Hochbauzwecke.

Sehr vielfach wird dieser Kalk gebrannt und zu Mörtel- und Düngezwecken verwandt. Kleinere Stücke geben treffliche Pflaster- und Bordsteine. Die grossoolithischen Varietäten findet man vielfach in dem Kleinpflaster der Städte wieder. Die Abfälle werden zu Packlagen, Schottermaterial und Beton verwandt.

Der Abbau in grösserem Umfange konzentriert sich indessen auf einige wenige Oertlichkeiten, an denen einmal das Gestein selbst von besonderer Güte ist, zum anderen die Verkehrsverhältnisse die Gewinnung in grösserem Massstabe begünstigen.

Solche Oertlichkeiten sind in der Thüringer Mulde bei Freiburg a. d. Unstrut, östlich vom Harz bei Bernburg, in der Magdeburg-Halberstädter Mulde am Elm und westlich vom Harz in der Gegend von Kreiensen sowie Hehlen an der Weser usw.

Im Keuper finden sich wohl gelegentlich kalkige und dolomitische Schichten eingelagert, die auch lokal in kleinen Brüchen gewonnen werden; doch besitzen diese Vorkommen nur geringe technische Bedeutung.

Anders ist es mit der Juraformation, hier sind in der oberen Abteilung, im Weissen Jura, kalkige Bildungen in grosser Mächtigkeit und Reinheit entwickelt und haben Anlass zu ausgedehntem Steinbruchsbetrieb in verschiedenen Gegenden gegeben. Die Kalke des Weissen Jura gliedern sich in eine Reihe von geologischen Horizonten, die auch mit mehr oder weniger grossen Unterschieden in der Gesteinsbildung Hand in Hand gehen.

Im Korallenoolith finden wir teils helle bis gelbliche, fossilreiche, dickbankige Kalke von Trümmerkalk-, oolithischer oder dichter Struktur, teils treten dolomitische Kalke oder reine Dolomite in ihm auf.

Die darüber folgenden Kimmeridgeschichten beginnen im unteren Teile mit weicheren, mergeligen Partien, umschliessen im Mittleren Kimmeridge helle, ziemlich reine, dickbankige, selten oolithische, feste Kalkbänke und gehen im Oberen Kimmeridge wieder in weichere, tonige Kalke über. Noch höher hinauf, in den Gigas-Schichten, stellen sich wieder dickbankigere, meist gelb und dunkelgrau gefärbte Trümmerkalk- oder oolithische Kalkbänke ein, die von den dünnplattigen bis schiefrigen Einbeckhäuser-Plattenkalken überlagert werden.

Als höchste Weissjurabildungen Nordwestdeutschlands, die noch einmal einen ausgezeichneten Werkstein geben, sind dann noch die Serpulitschichten zu nennen, die von den Plattenkalken durch den Tonhorizont der Münder Mergel getrennt werden.

Die Verbreitung der Oberen Jurakalke war schon oben angegeben worden. Sie finden sich nur in der Magdeburg-Halberstädter Mulde im nordöstlichen Teil und am nördlichen Harzrand zwischen Oker und Goslar, hier aber schon teilweise auf hannoverschem Gebiete. Es fehlen hier indessen die höheren Horizonte vom Kimmeridge aufwärts.

Die gesamte Schichtenfolge des Oberen Jura findet sich dagegen vertreten in dem braunschweigischen Anteil der Hilsmulde, westlich vom Harz. Hier sind grosse Steinbrüche in ihr vorhanden bei Scharfoldendorf, Holzen und besonders bei Brunkensen.

Die grössten Steinbrüche dieses Gebietes bei Salzhemmendorf liegen schon in Hannover.

Die Verwendung der Weissjurakalke ist recht mannigfaltig. Die dolomitischen Partien werden einmal als Zuschlag bei der Eisenverhüttung benutzt und finden zum anderen Verwendung beim Brückenbau und Hochbau.

Die magnesiaarmen Partien geben treffliche Bausteine, Bordsteine und wohl auch Pflastersteine.

Die reineren Kalksteine werden vielfach gebrannt, die tonigen zur Zementfabrikation verwandt. Der Abfall dient als Strassenschotter und zur Bereitung von Beton.

Aus der Kreideformation werden ebenfalls eine Reihe von Kalkvorkommen technisch verwertet.

In geringem Masse findet das bei den Purbeck-Kalken der Hilsmulde statt.

Von grösserer Bedeutung sind dagegen die Plänerkalke, die in der Hauptsache milde, meist weisse, stellenweise rötliche, ziemlich reine Kalke darstellen, die unebenplattig und dünnbankig ausgebildet sind und gern in Scherben zerfallen. Zwischengelagert sind ihnen tonige Lagen.

Diese Pläner, die dem Cenoman und dem Turon angehören, werden an vielen Stellen zur Zementfabrikation, zum Kalkbrennen und zur Herstellung von Schlämmkreide gewonnen.

In der Magdeburg-Halberstädter Mulde finden sich Pläner zwischen Blankenburg und Ballenstedt, treten in der Gegend von Harzburg wieder auf und lassen sich in die Gegend von Braunschweig und Wolfenbüttel weiter verfolgen. In zahlreichen Brüchen werden sie dann in der Gegend von Salder, Lesse und Burgdorf bei Söhlde sowie bei Oelber am Weissen Wege gewonnen.

In der Hilsmulde gehören zu Braunschweig die im innersten Teil derselben auftretenden jüngsten Kreidebildungen, die dort indessen nur in kleinen Steinbrüchen abgebaut werden.

In der Halberstädter Mulde finden sich sodann noch im Senon Kalkschichten von ziemlich reiner, milder Beschaffenheit, die in der Gegend von Osterwieck und Hoppenstedt sowie bei Deersheim gewonnen und zum Teil gebrannt, zum Teil zur Zementfabrikation und zu Düngekalk verarbeitet werden.

In ziemlich grosser Menge treten technisch verwertbare Kalke sodann in der Quartärformation auf, und zwar in der Gestalt der Tuff- oder Sinterkalke.

Es sind das teils diluviale, teils alluviale Absätze aus Süsswasser, die entweder feste Bänke bilden können oder weiche und lose, sandige Ablagerungen darstellen.

Die festen Bänke werden zu Bausteinen gewonnen. Sie lassen sich in bergfeuchtem Zustande leicht bearbeiten (sägen) und bilden infolge ihrer porösen und leichten Beschaffenheit ein gut brauchbares Baumaterial, das an der Luft erhärtet.

Die weichen und sandigen Lagen benutzt man zur Herstellung von Düngekalk sowie auch untergeordnet zur Fabrikation von Schwemmsteinen.

Tuffkalke, diluvialen wie alluvialen Alters, finden sich in der Thüringer Mulde an zahlreichen Stellen, so z. B. die bekannten diluvialen Kalktuffvorkommen in der Gegend von Weimar, weiterhin bei Mühlhausen in Thüringen, bei Langensalza, Greussen, Worbis und Heiligenstadt.

Am nördlichen Harzrande treten diluviale Kalktufflager bei Schwanebeck und Osterwieck sowie alluviale bei Königslutter und Walbeck auf.

Die Kalktuffbildungen schliessen sich durchweg an das Vorkommen älterer Kalkbildungen wie des Muschel- und auch des Jurakalkes an. Sie werden abgesetzt aus kalkreichen Quellen, deren Wasser die obengenannten Kalkschichten passiert und auf diesem Wege den Kalk als Bikarbonat gelöst

haben. Der Absatz findet mit Hilfe der in den Quellteichen, Quellsümpfen und Quellbächen lebenden Pflanzen statt.

7. Asphaltkalk.

Bei Holzen im Westen der Hilsmulde wird seit langer Zeit ein Asphaltkalk abgebaut, der in verschiedenen Horizonten des Oberen Jura auftritt und dadurch entstanden ist, dass aus der Tiefe aufsteigende Kohlenwasserstoffe poröse Lagen der Jurakalke mehr oder weniger reichlich imprägniert haben. Die reichsten Asphaltlager, die indessen nur auf die Gegend von Holzen (wenn man von dem gleichartigen Asphaltvorkommen von Limmer bei Hannover absieht) beschränkt sind und seitlich sehr bald aufhören, finden sich einmal im Mittleren Kimmeridge, in den Pterocerasschichten, im Unteren Portland, den Gigasschichten, und untergeordnet auch in den Einbeckhäuser Plattenkalken.

Sie werden in Vorwohle sowie in Holzen selbst vorwiegend zu Stampfasphalt, Asphaltmastix und zu Asphaltplatten verarbeitet.

8. Gips.

Gipse treten in zahlreichen Horizonten auf und werden mannigfach ausgebeutet.

Die ältesten gehören dem Mittleren Zechstein an und finden sich vorwiegend am südlichen und westlichen Harzrand anstehend, wo sie teilweise hohe Felsen und Klippen bilden. Ausser dem älteren Zechsteingips kommen noch jüngere, sogenannte „Hutgipse“, zutage.

Ausser am Harzrande finden sich in grösserer Menge Gipse noch bei Stadtoldendorf im braunschweigischen Kreise Holzminden, ferner in der Gegend von Artern bei Borsleben, in der Nähe von Güsten bei Mehringen. In Thüringen treten Gipse des Oberen Zechsteins im Kreise Ziegenrück bei Pössneck und an anderen Stellen auf.

In der Buntsandsteinformation finden sich Gipse eingelagert in den Röton. Sie sind im allgemeinen weniger mächtig und weniger rein als die Zechsteingipse, werden aber für lokalen Gebrauch mehrfach gewonnen.

Weiterhin enthalten die Mergel des Mittleren Muschelkalkes wiederum Gips, der z. B. in den Seweckenbergen bei Quedlinburg gewonnen wird.

Auch der Mittlere Keuper („Gipskeuper“) ist stellenweise gipsführend, aber auch seine Gipse sind wenig mächtig und rein und werden nur zu lokaler Verwendung gelegentlich gebrochen.

Schliesslich treten Gipse noch in den „Münder Mergel“ genannten tonigen Bildungen des Oberen Jura auf und werden an der Hilsmulde bei Stroit und im Weenzer Gipsbruch abgebaut. Hier kommt gelegentlich auch gediegener Schwefel vor.

Von allen diesen Gipsvorkommen haben nur die Zechsteingipse eine grössere Bedeutung. Sie werden am Harzrande bei Ellrich und Badenhausen, bei Thiede und Westeregeln, bei Stadtoldendorf und im Kreise Ziegenrück, unfern Pössneck in grösseren Brüchen gewonnen.

Die Verwendung des Gipses ist mannigfaltig; die ehemals verbreitete Benutzung zu Düngezwecken hat zugunsten der Kalkdüngung stark nachgelassen.

Auch die Verwendung als Baustein kommt nur noch untergeordnet vor. Man brennt den Gips heute zu Stuckgips, Estrichgips und benutzt ihn für feinere Bildhauerarbeiten.

9. Bacillarienerde und Eisenocker.

Interglaziale Kieselgur- oder Bacillarienerde (Diatomeenerde) steht bei Klieken in Anhalt am nördlichen Rande des Elbtals in einem mächtigen Lager

zwischen Diluvialsanden an. Sie ist entweder rein ausgebildet oder mit Diluvialsand vermischt und schichtweise rein weiss, gelblich oder ockerhaltig und geht nach der Tiefe in Diatomeensandstein über.

Die Kieselgur wird in den grossen Gruben der Hannoverschen Kieselgurwerke abgebaut und als Isoliermaterial etc. verwandt. Der am Rande dieses interglacialen Beckens abgelagerte Eisenocker wird in kleinen Gruben zur Herstellung von Farben ausgebeutet.

D. Mineralien.

Kaolin.

Kaolin oder Porzellanerde ist eine Verbindung von Kiesel- und Tonerde mit Wasser und entsteht aus den Feldspaten der Eruptivgesteine wie der Sedimente durch eine besondere Art der Verwitterung.

So ist er in der Gegend von Halle und Bitterfeld durch Zersetzung der Porphyre entstanden und findet sich in verschiedenen Horizonten des Buntsandsteins am Nordrande des Thüringer Waldes.

An vielen Stellen hat man ihn sowohl früher wie auch jetzt noch in kleineren Gruben, insbesondere in der Gegend von Halle, abgebaut und zur Herstellung von Porzellan verwendet.

Die Vorkommen der nutzbaren Gesteine in der Provinz Schlesien und ihre Verwertung.

Von Dr. J. Behr, Kgl. Bezirksgeologen, und
Dr. O. Barsch, Kgl. Geologen, in Berlin.

Geologischer Gesamtüberblick.

Die Provinz Schlesien, in der auf 40 300 qkm fast 5 Millionen Menschen wohnen, ist der südöstlichste Teil des Königreichs Preussen. Während der Provinz im Norden und Osten natürliche Grenzen fehlen, schliessen im Südwesten die Sudeten und im Süden und Südosten die Ausläufer der Karpathen die Provinz ab. Dieser Gegensatz, der schon in der äusseren Begrenzung des Landes scharf hervortritt, findet seine Begründung in dem geologischen Aufbau des Gebiets, an dem mit wenigen Lücken fast die gesamte Schichtenreihe vom Diluvium bis zum Cambrium teilgenommen hat.

Den grössten Anteil an der heutigen Gestaltung der Oberfläche hat das Diluvium genommen, das sich von Norden her in südöstlicher Richtung tief in die Provinz hinein erstreckt und mit seinen Sedimenten weit mehr als die Hälfte des ganzen Landes bedeckt. Von Norden nach Südosten zu nimmt seine Mächtigkeit immer mehr ab, und allmählich treten aus ihm, erst inselartig, dann in grösseren Zusammenhängen die älteren Schichten der Erdrinde hervor.

Die Diluvialbildungen haben für den Steinbruchbetrieb keine Bedeutung, da sie sich aus Sanden, Kiesen, Geschiebemergel und Tonen fast ausschliesslich aufbauen; nur an vereinzelten Stellen sind durch Verwitterung, besonders des Geschiebemergels, Anhäufungen von nordischen Geschieben entstanden, die Veranlassung zu Steingräbereien gegeben haben. So hat man südlich von Breslau diese lokalen Vorkommen ausgebeutet, und manche Chaussee in dortiger Gegend ist aus diesem Material gebaut.

Auch die Schichten des Tertiärs, die fast lückenlos das Liegende des Diluviums bilden, sind für den Steinbruchbetrieb bedeutungslos, da sie in Schlesien sich im wesentlichen aus Sanden und Tonen aufbauen. Erst in den älteren geologischen Formationen finden sich Gesteine, die infolge ihres festen und dichten Gefüges, bei gleichzeitiger mächtiger und einheitlicher Entwicklung, die Eigenschaften besitzen, die für eine Steinbruchindustrie erforderlich sind. Daher ist letztere beschränkt

1. auf den Gebirgszug der Sudeten mit ihren Vorbergen und
2. auf die oberschlesische Platte,

also auf jene Gegenden, in denen die älteren Gebirgsglieder an die Oberfläche treten.

1. Die Sudeten und ihr Vorland.

Unter dem Namen Sudeten fasst man in orographischer Beziehung folgende grössere Gebirgszüge zusammen: das Iser- und Riesengebirge, das Bober-Katzbachgebirge, auch Mittel- oder Hochwaldgebirge genannt, zwischen Bober und Weistritz, das Eulengebirge, zwischen Weistritz und Neisse gelegen, und dessen durch den Pass von Wartha abgetrennte südliche Fortsetzung, das Reichensteiner Gebirge, dann das Altvatergebirge und das Erlitzgebirge, auch Habelschwerdter- und Adlergebirge genannt.

In geologischer Beziehung handelt es sich im wesentlichen um drei grosse Gebirgsmassive, das Riesengebirge, Eulengebirge und die Sudeten im engeren Sinne, also Altvatergebirge mit seinen nördlichen und nordwestlichen Fortsetzungen, die aus kristallinen Schiefern und den sie durchbrechenden Eruptivgesteinen bestehen, an die sich die Sedimentärformationen anlegen.

Die Sedimentbildungen beschränken sich auf zwei Hauptgebiete. Das nördliche lehnt sich an den Nordrand des Riesengebirges östlich an und bildet eine nach Nordwesten geöffnete Bucht, die mit archäischen, silurischen, permischen Schichten, mit Buntsandstein, Muschelkalk und Schichten der Kreideformation ausgefüllt ist, und ihren Abschluss an den Striegauer Granitbergen findet. Das südlich gelegene Gebiet der sedimentären Ablagerungen, die Glatzer Mulde, liegt im südöstlichen Teile der Sudeten und wird von dem südöstlich streichenden Eulengebirgsgneis, dem Reichensteiner Gebirge und dem südwestlich davon parallel laufenden Adler- und Habelschwerdter Gebirge eingeschlossen. Diese Mulde ist ausgefüllt mit Schichten der Silur-, Devon- und Carbon-Formation, denen sich das Rotliegende und als nächstjüngere Glieder erst Cenoman und Turon auflagern.

2. Die oberschlesische Platte.

Diese plateauartige Ebene, die zwei Höhenstufen zwischen 200 und 300 m und zwischen 300 und 400 m aufweist, beginnt an der Mährischen Pforte und setzt sich nach Norden zu bis in das Gebiet der Warthe fort. Nach Osten hin hat sie Verbindung mit der Polnischen Hochebene des Weichselgebietes. Die Entwicklung der älteren Formationen dieses Geländes weicht wesentlich von der Ausbildung in den Sudeten ab und tritt in enge Beziehung zu den Formationen der Russischen Platte. Hier sind beide Stufen des Carbon, Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, die Schichten des Jura und der Kreide und die des Tertiärs in teilweis mächtiger Entwicklung abgelagert. —

Werfen wir einen kurzen Blick auf die Entwicklung der einzelnen geologischen Formationen.

Die kristallinen Schiefer.

Dieser das Grundgebirge der Sudeten aufbauende Schichtenkomplex ist petrographisch ausserordentlich verschiedenartig ausgebildet; in der Hauptsache besteht er aus Gneis mit seinen vielen Einlagerungen, wie Quarzit, Kalk und Dolomit, und lokalen Abänderungen, wie Chlorit-, Talk-, Quarzit-, Kalk- und Graphitschiefern, ferner aus Glimmer-, Ton- und Hornblendeschiefern. Ausserdem wird das Grundgebirge von einer grossen Anzahl von Eruptivgesteinen, wie Granit, Granitit, Syenit, Gabbro, Hypersthenfels, Diorit und Porphyr, die teils in Form von gewaltigen Massiven, teils als Stöcke und Gänge auftreten, durchsetzt.

Ebenso wechselvoll, wie die petrographische Zusammensetzung, ist auch die Lagerungsweise dieser Formation, die ja als ältester Schichtenkomplex auch den häufigsten Störungen unterworfen war, so dass das kristalline Schiefergebiet fast durchweg gefaltet und von vielen Sprüngen durchsetzt ist, und die Massive jetzt aus einzelnen Schollen zusammengesetzt erscheinen.

Für die Steinbruchindustrie sind die kristallinen Schiefer hier nur von untergeordneter Bedeutung, dagegen haben ausser den sie durchsetzenden Eruptivgesteinen, die zusammenhängend an anderer Stelle beschrieben werden, die massigen Einlagerungen von Kalk und Dolomit an vielen Orten zu umfangreichem Abbau geführt.

Die wesentlichsten derartigen Lager befinden sich:

1. im nördlichsten Teil des Riesen-Iser-Gebirges bei Kemnitz und Raspenau an der Wittig (dolomitischer Kalk);

2. im südlichen Teil des Riesengebirges in zwei Zonen, einer nördlichen zwischen Rochlitz und Spindelmühl und einer südlichen zwischen Ober-Langenau und Marschendorf;
3. im Reichensteiner und Altvatergebirge, in denen südlich Glatz, von der Glatzer Neisse an, ein Doppelzug grosser Kalklager nach Südosten verläuft, der sich in der Gegend von Konradswalde teilt und sich nach Süden bis in das Tal der March, nach Nordosten über Landeck nach Jauernig fortsetzt. Ein zweiter Kalkzug, und zwar der mächtigste in diesem Gebiet, zieht sich von Goldenstein in Mähren in nordöstlicher Richtung bis nach Freiwaldau, biegt dann nach Nordwesten um und erreicht bei Friedeberg sein Ende. Auf preussischer Seite tritt noch südlich Neisse bei Gross-Kunzendorf eine grössere Insel kristallinen Kalkes aus dem Diluvium hervor, die einem Kalkzuge angehört, der sich über Saubsdorf in der Richtung auf Sandhübel zu fortsetzt.
4. In den östlichen Vorbergen der Sudeten, südlich Strehlen, bei Geppersdorf und Prieborn, und östlich Frankenstein bei Seitendorf.

Die Silurformation.

Die silurischen Schichten, die von den sie unterlagernden cambrischen infolge der Armut an Fossilien nur in wenigen Fällen zu trennen sind, haben ihre Hauptausbreitung im Schönauer Busen und in der Grafschaft Glatz.

In dem nördlichen Gebiet werden das Bober-Katzbachgebirge mit seiner nordwestlichen Fortsetzung bis Lauban und seinem östlichen Vorland bis zur Linie Goldberg-Freiburg und weiterhin in der Ebene einige aus dem Diluvium herausragende Inseln östlich Jauer, bei Ingramsdorf und Stein, aus ihnen gebildet.

Das Silur umrandet also im Südwesten, Süden, Osten und Nordosten den Schönauer Busen, dessen Inneres von aufgelagerten jüngeren Formationen gebildet wird.

In der Grafschaft Glatz wird die Lücke zwischen dem Reichensteiner und Eulengebirge in ihrem östlichen Teile von ihm ausgefüllt und eine von Glatz aus nach Nordwest streichende Partie bis Eckersdorf.

Während in dem Schönauer Busen die sogenannten grünen Schiefer und Tonschiefer mit Einlagerungen von kristallinem und dolomitischem Kalk die Hauptgesteine dieser Formation bilden, ist sie in der Glatzer Mulde hauptsächlich als Grauwackenschiefer und nur in geringerem Masse als Tonschiefer mit Kalk und Kieselschiefereinlagerungen ausgebildet.

Grosse Verwendung haben in der Steinbruchindustrie die Einlagerungen von kristallinem Kalk gefunden, die im Schönauer Busen sich in zwei Züge gruppieren. Der eine erstreckt sich südlich Flachenseiffen in nordwestlicher Richtung bis über Welkersdorf hinaus, der andere nördlich Ober-Berbisdorf, von der Chaussee Hirschberg-Schönau an in ungefähr östlicher Richtung bis Bolkenhain, wendet hier scharf nach Norden und bald darauf nach Nordosten um und erreicht bei Leipe sein Ende. In diesem Kalkzuge liegen die ausgedehnten Kauffunger Marmorbrüche. — Die im Silur häufig auftretenden Eruptivgesteine sind vorzugsweise Diabas und Porphyr.

Devon-Formation.

Im Schönauer Busen ist die devonische Schichtenreihe nicht zur Ausbildung gekommen und tritt auch in der Grafschaft Glatz nur in beschränkter Ausdehnung in einem nordwestlich streichenden Zuge bei Neurode an die Oberfläche. Das Liegende bilden hier dunkle Kalke in starken Bänken, die in der Steinbruchindustrie gute Verwendung gefunden haben; überlagert werden sie von mergeligen und schiefrigen Gesteinen, die zwei nicht sehr mächtige

Bänke roten Kalkes in sich schliessen und nach oben zu in rote Nierenkalke übergehen. Ein weiteres isoliertes Vorkommen von Devon findet sich südöstlich Freiburg, bei Ober-Kunzendorf. Hier baute man die dunkelgrauen Kalkbänke in früheren Jahren ab. Eine ausserordentliche Verbreitung dagegen hat das Devon in einer mehrere Meilen breiten, nord-südlich verlaufenden Zone im Osten des Altvatergebirges. Zu den Ausläufern dieser Zone gehört auch das Devonvorkommen bei Ziegenhals. Die hier hauptsächlich auftretenden Gesteine sind quarzitische Sandsteine, grünlichbraune, meist feinkörnige Grauwacken und Tonschiefer, die des öfteren so ausgezeichnet spalten, dass sie vorzüglich zu Dachschiefern sich eignen. Als ausgedehnte Einlagerungen sind hier wiederum Kalke von blaugrauem, kristallinischem Habitus, ganz ähnlich denen der kristallinen Schiefer. — Von den Eruptivgesteinen seien vornehmlich Diorite und Diabase erwähnt.

Carbon-Formation.

Gleich dem Devon fehlt auch das Carbon in dem Schönauer Busen, dagegen nimmt es südlich der Sattellinie Kupferberg-Striegau im Waldenburger Gebiet und im östlichen Oberschlesien ausgedehnte Flächen ein. Im erstgenannten Gebiet füllen die Carbonschichten den nördlichen Teil der grossen, schon früher erwähnten Mulde aus. Im Innern der Mulde lagern sich auf das Carbon die Schichten des Rotliegenden und der Kreide und zwar derart, dass das Carbon nur im Norden des Beckens in erheblicher Flächenausdehnung zu Tage tritt, während es im Westen und Osten nur noch als schmale Bänder die Mulde umsäumt und im Süden überhaupt nicht mehr zu Tage tritt. Ausgebildet sind hier beide Stufen des Carbon, Kulm, sowie produktives Steinkohlengebirge.

Die Hauptgesteinsarten sind grobkörnige dunkle Conglomerate, geringere Verbreitung haben daneben feinkörnige Sandsteine und Tonschiefer, die in Verbindung mit Grauwackenschiefer in den hangenden Schichten mächtiger werden. Dachschieferartig ausgebildet sind die Tonschiefer bei Ober-Bögendorf b. Schweidnitz.

Kalksteineinlagerungen finden sich hauptsächlich an der Vogelkippe bei Altwasser, bei Falkenberg und Hausdorf; ferner verläuft ein Kalkzug von kristallinischem Habitus von Silberberg aus westwärts nahe der Gneisgrenze entlang.

Das produktive Steinkohlengebirge, das den inneren Teil des Carbongürtels bildet, besteht, abgesehen von den Steinkohlenflözen, hauptsächlich aus hellen Conglomeraten und Sandsteinen. Schiefertone sind nur untergeordnet vorhanden, jedoch lokal ausserordentlich rein und daher geeignet zur Herstellung hochfeuerfester Schamottewaren. Die Rubengrube bei Neurode baut neben der Steinkohle diesen wertvollen Ton ab. —

Im oberschlesischen Carbongebiet ist diese Formation ebenfalls in einer Mulde entwickelt. In dieser grossen Mulde treten die Carbonschichten in grösserem Zusammenhange nur an der Ostseite des Altvatergebirges zu Tage, während sie in dem übrigen Gebiet nur inselartig aus der Decke der jüngeren und jungen Sedimente herausragen. Die untere Stufe des Carbon ist im Südosten der Mulde, in der Krakauer Gegend, als Kohlenkalk, also als Tiefseefacies entwickelt, während der ganze Westen durch Ablagerungen der Strandfacies, den Kulm, ausgefüllt wird. Letzterer besteht vorherrschend aus Grauwackensandstein und Grauwackenschiefer, in denen conglomeratische Bänke und Tonschiefer eingelagert sind, welch letztere als gute Dachschiefer in vielen Steinbrüchen gewonnen werden.

Das produktive Steinkohlengebiet tritt nur im mittleren und nordöstlichen Teile der Mulde auf. Im Gegensatz zum Waldenburger Gebiet sind hier, ab-

gesehen von den Steinkohlenflözen, vorherrschend Schiefertone und Sandsteine entwickelt; Conglomeratbänke sind nur von untergeordneter Bedeutung.

Für die Steinbruchindustrie haben nur die Sandsteine Bedeutung, die meist feinkörnig und, soweit sie aus den höheren Schichten stammen, hell, meist gelblich gefärbt und in starken Bänken abgesondert sind. Als Eruptivgesteine dieser geologischen Periode kommen hauptsächlich Porphyre in Betracht, die vornehmlich im Gebiete der Sudeten bei Weissbach und auf dem Sattelwald, bei Waldenburg, Gottesberg und bei Schatzlar grössere Ausdehnung gewonnen haben.

Permformation.

Beide Stufen dieser Formation, Rotliegendes und Zechstein, begleiten in dem Schönauer Busen in einem schmalen Bande die silurischen Schiefer, und zwar von Haugsdorf am Queiss beginnend in östlicher Richtung bis Lähn, wo sich der Schichtenzug teilt und einerseits die südlich davon gelegene Lähner Kreidemulde in einer schmalen Randzone begrenzt, andererseits sich nördlich Lähn in östlicher Richtung bis zum Katzbachtal fortsetzt, wo dieser Zug sich wiederum gabelt. Der eine füllt in südöstlicher Richtung eine Grabenversenkung in den silurischen Schiefern aus, die die Verbindung herstellen mit den isolierten Rotliegenden Partien bei Bolkenhain; der andere Zug geht in östlicher Richtung weiter und biegt späterhin nach Norden um, bis er südöstlich Goldberg unter dem Diluvium verschwindet.

In den südöstlichen Becken bilden die Schichten des Rotliegenden allein — der Zechstein fehlt hier — die innere Randzone der grossen Glatzer Mulde, jedoch sind sie, ebenso wie die Schichten des Carbon, an das sie sich im Osten, Norden und Westen anlehnen, im Süden von Kreideablagerungen überdeckt.

Die Gesteine des Rotliegenden sind in der Hauptsache Sandsteine und Conglomerate von meist rötlicher Farbe. Die Sandsteine sind feinkörnig, ziemlich hell gefärbt und haben vorwiegend toniges, seltener ein kalkiges Bindemittel. In der südlichen Mulde treten rote Plattenkalke und kalkige Schiefer, die sogenannten Ruppersdorfer Kalke, als Einlagerungen auf. Abweichend von diesen Schichten verhält sich die Ausbildung des Zechsteins in dem Schönauer Busen. Hier fehlen die sandigen Gesteine und nur tonige, kalkige und dolomitische Ablagerungen sind vorhanden. Dies sind helle, geschichtete Kalke oder Plattendolomite mit tonigen Zwischenlagerungen. Besonders bemerkenswert ist das hierhin gehörige Lager von weissem, feinkörnigem Gips im Plattendolomit von Neuland bei Löwenberg.

In dem Gebiet der oberschlesischen Platte preussischen Anteils ist die Permformation oberflächlich nur gering entwickelt, bei Tarnowitz, Georgenberg und Friedrichshütte in mehreren hundert Metern Mächtigkeit unter mesozoischen Schichten durch Bohrungen erschlossen. Zutage tritt sie lediglich am N.- und NO.-Rande, sowie innerhalb der Mulde.

Triasformation.

Auf der östlichen Oderseite treten die Triasschichten inselartig aus dem Diluvium in einem grossen Gebiete zutage, das im Westen durch eine Linie Kreuzburg-Krappitz, im Süden durch die Linie Krappitz-Gleiwitz-Königshütte-Myslowitz begrenzt wird; von dort aus geht die Grenze in südlicher Richtung bis Alt-Berun weiter, folgt dann östlich dem Weichsellauf bis in die Gegend von Mirow und begleitet von hier aus die sie überlagernden Jurabildungen, die erst in schwach nordwestlicher, später sich stärker nach

Westen neigender Richtung bis nach Landsberg a./Prosna zutage treten. In diesem Gebiet sind alle drei Glieder der Trias entwickelt. Als unterstes Glied der Trias tritt der Buntsandstein als schmales Band an der Innenseite des Triasgebietes, so z. B. bei Krappitz, Tost, Königshütte, nördlich Beuthen, Mokrau und Alt-Berun an die Oberfläche.

Petrographisch besteht er im wesentlichen aus roten Tonen und losen Sanden mit Sandsteinzwischenlagen. Das Hangende bilden mergelige Dolomite und bankige Kalke.

Die mittlere Trias, der Muschelkalk, ist von Krappitz a./O. in einem breiten Bande bis Tost und von dort aus über Beuthen bis zu den Jurabildungen in Russland zu verfolgen. Aber auch südlich dieses Hauptzuges bildet er vereinzelte isolierte Inseln, so. z. B. bei Gleiwitz, Nicolai, Alt-Berun. Dieses Glied der Trias besteht ausschliesslich aus kalkigen und dolomitischen Gesteinen, tonige treten nur untergeordnet auf.

Den Rest des oben beschriebenen Triasgebietes nimmt der Keuper ein, dessen Gesteine hauptsächlich toniger Natur sind; als untergeordnete Einlagerungen kommen braune Dolomite, dichte Kalke, graugrüne und weisse, glimmerreiche, schiefrige Sande vor.

Im Gebiete der Sudeten ist die Trias nur im Schönauer Busen in geringer Verbreitung entwickelt, und zwar nur als Buntsandstein, der als schmales Band sich im Süden der Mulde an den Zechstein anlehnt, und als unterer Muschelkalk, der als vereinzelte Inseln am Nordrand der Mulde zutage tritt, wie z. B. bei Hermsdorf, Warthau und Wehrau. Der Buntsandstein besteht hier teilweise aus roten Tonen als Liegendes und rötlichen oder gelblichen, sehr glimmerarmen, teilweise grobkörnigen, aber meist sehr mürben Sandsteinen, auf die sich stellenweise dünnplattige Dolomite auflagern. Die Gesteine des Muschelkalkes sind ausschliesslich kalkiger Natur, und zwar dichte, graue oder bläuliche, knollige Wellenkalke, rötliche, kristallinische Kalke und poröse Schaumkalke. Der untere Muschelkalk von ungefähr 200 m Mächtigkeit hat die weiteste Verbreitung.

Juraformation.

Die Jura-Ablagerungen nehmen in Schlesien nur in der Gegend von Landsberg an der Prosna einen geringen Raum ein, während sie östlich davon auf russischem Boden ausgedehnte Gebiete bedecken.

In der Umgegend von Landsberg ist nur der mittlere oder braune Jura ausgebildet. Seine liegenden Schichten bestehen aus sandigen Gesteinen, seine mittleren aus Tonen und die Hangenden sind durch das Vorhandensein oolithischer Eisenerze gekennzeichnet.

Kreideformation.

Von diesem Schichtenkomplex ist in Schlesien nur die obere, hauptsächlich aus Sandsteinen und Mergeln aufgebaute Kreideformation entwickelt, und zwar in vier getrennten Gebieten: 1. westlich Leobschütz am Gebirgsrande, 2. bei Oppeln, 3. im Schönauer Busen und 4. in der Glatzer Mulde.

Die Kreidevorkommen bei Leobschütz gehören dem Cenoman an und bestehen aus sandigen Schichten, losen Sandsteinen und sandigen Mergeln.

Bei Oppeln ist die gesamte obere Kreide, also Cenoman, Turon und Senon, entwickelt. Hier wird das Cenoman, das ein schmales Band im Osten und Südosten des Oppelner Kreidegebietes bildet, ebenfalls aus Sanden und festerem Sandstein, der teilweise glaukonitisch ist, und stellenweise aus Hornsteinen gebildet, während das Turon ausschliesslich aus Mergeln aufgebaut ist. Auf diesen steht die Stadt Oppeln. Die obere Kreide zieht sich

rechts der Oder bis Groschowitz hin, am linken Ufer ist sie noch weit südlicher zu verfolgen. Isolierte Vorkommen finden sich noch bei Döbern, Carlsmarkt und Dambrau; an letzterem Orte ist auch Senon nachgewiesen, das ebenfalls aus weichen Mergeln und mergeligen Sandsteinen besteht.

In der Schönauer Bucht sind ebenfalls alle drei Stufen der oberen Kreide entwickelt, die sich diskordant direkt auf die Schichten des Buntsandsteins und Muschelkalkes auflagern. Zungenartig greift die Kreide einmal in fast östlicher Richtung über Löwenberg, dem Bobertal folgend, über Lähn hinaus bis in die Nähe von Hirschberg und liegt hier direkt auf den silurischen Schiefern. Abgesehen von dem kuppenförmigen Grünauer Spitzberg nördlich Hirschberg bilden die festen Sandsteine der Kreide im allgemeinen langgestreckte Höhenrücken. Das Cenoman besteht hier lediglich aus einem mächtigen Sandstein von gröberem Korn, der auch an vereinzelten Stellen konglomeratisch wird. Das Bindemittel ist kieselig und sehr fest, eine Eigenschaft, die ihn zur Verwertung für Mühlsteine besonders befähigt; er ist unter dem Namen Unterer Quadersandstein bekannt. Sein Ausbreitungsgebiet ist ein schmales Band zwischen Queiss und Bober, ferner die Lähner Kreidemulde und die Goldberger Bucht und einige Schollen bei Hartmannsdorf, Warthau und Bunzlau.

Die Schichten des Turon, die hauptsächlich am Südrand der Mulde zutage treten, führen im allgemeinen mürbe und weiche Gesteine, und zwar mergelige Tone, Mergelschiefer und sandige Mergel mit einer Bank festeren Kalksteins.

Die senonischen Schichten, die den mittleren Teil der Mulde füllen, bestehen zu unterst aus wenig festen Sandsteinen, denen die oberen Quadersandsteine folgen, einem hellfarbigen (weiss, gelb und rötlichem) durchweg gleichmässig feinkörnigem Gestein, das sich vortrefflich zu feineren Steinmetzarbeiten und Bausteinen eignet. Ueber diesen Sandsteinen liegen mächtige Tonschichten mit eingelagerten mürben Sandsteinen, Toneisensteinen und Kohlenflözen. Diese Tone geben das Material für die ausgedehnte Bunzlauer keramische Industrie ab. Die grösste Ausdehnung hat die obere Kreide in der Glatzer Mulde gewonnen, wo sie in einem durchschnittlich 10 km breiten und 100 km langen Streifen das Innere der Mulde von Grüssau bei Landeshut bis Schildberg ausfüllt. Wie im Schönauer Busen ist hier ebenfalls ein unterer und oberer Quadersandstein zu unterscheiden, die aber beide ziemlich grobkörnig sind. Ausser am Nordrand der Mulde tritt der untere Quadersandstein in einer schmalen Zone am Rande der Mulde auf; auf ihm folgt der Plänersandstein, ein toniger bis tonig-kieseliger Sandstein, der seine Hauptverbreitung im nördlichen Teil der Mulde und in der Schadowitzer Bucht hat. Hierauf folgt ein sehr tonreicher Kalkstein, der Pläner, in den viele Sandsteinbänke eingelagert sind und der seinerseits wieder von dem oberen Quadersandstein überlagert wird. Aus letzterem bestehen die Adersbacher und Weckelsdorfer Felsen und die Heuscheuer.

In dem südlichen Teile der Mulde wird diese Schichtenfolge überdeckt von mageren grauen Tonen, dem sogenannten Kieslingswalder Ton, in den vielfach Sandsteinbänke eingeschaltet sind. —

Aus der Fülle der Eruptiv- und Sedimentgesteine, die an dem Aufbau des Schlesischen Gebirges teilnehmen, finden bei dem heutigen Stande der Technik nur die nachfolgenden Arten in der Steinbruchindustrie Verwendung.

A. Eruptivgesteine.

1. Granit.

Das Granitvorkommen lässt sich geographisch in drei gesonderte Gebiete gliedern: Es sind diese 1. das weitausgedehnte Massiv des Riesen- und Isergebirges mit seiner nordwestlichen Fortsetzung bis in das Oberlausitzer Granitgebiet, 2. die Vorkommen im Reichensteiner Gebirge, 3. die nordöstlich im Gebirgsvorlande inselförmig auftretenden Granite zwischen Jauer und Ottmachau.

Im gesamten Gebiete sind Granitęruptionen, die mindestens zwei Altersfolgen angehören, einer alt-paläozoischen und einer jüngeren, vorhanden. Die alten Granite sind aber in ihrer Struktur bereits derart verändert, dass sie ein gneisartiges Aussehen erhalten haben und vielfach auch zum Gneis gerechnet worden sind; petrographisch müssen sie heute als Granitgneis bezeichnet werden.

Die jüngeren Granite, deren Alter wohl in die Carbon- oder Permzeit zu stellen ist, haben jedoch bis auf die Randzonen ihre granitische Struktur und Festigkeit bewahrt und geben Veranlassung zu der ausgedehnten Granit-Steinbruchindustrie in Schlesien.

Der Granit des ersten Gebietes besteht im wesentlichen aus Kalifeldspat, Plagioklas, Quarz und Biotit, ist also ein Biotitgranit. Die Struktur ist grösstenteils granitisch-körnig, jedoch häufig infolge Auftretens grösserer Kalifeldspatindividuen porphyrisch.

Hierher gehören folgende Vorkommen:

1. Kreis Görlitz: Der wesentlichste Abbau erstreckt sich hier längs eines Gebirgsrückens, der von Döbschütz nach Königshain verläuft. Er liefert ein mittel- bis grobkörniges Material teils von weissgrauer, teils von rötlicher Farbe, das sich infolge dieser Farbenkontraste besonders zu Fassadenbauten mit Bossenquadern eignet. Bemerkenswert ist seine gute Schleif- und Polierfähigkeit. So sind z. B. die Löwen am Portal zum neuen Rathaus in Hamburg aus diesem Granit hergestellt. Besonders hervorzuheben ist ausser seiner Farbbeständigkeit seine hohe Druckfestigkeit, die 2200 bis 2600 kg/qcm beträgt. Erst in neuerer Zeit konnte sich diese Industrie des Görlitzer Kreises entwickeln, da ihr bis zum Jahre 1904, dem Zeitpunkt der Fertigstellung der Görlitzer Kreisbahn, jegliche billige Frachtgelegenheit fehlte.

Die grösste Steinbruchanlage des Kreises Görlitz besitzt die Firma F. B. Neumann G. m. b. H. auf dem Heideberge bei Döbschütz O./L. Der Bruch, seit 40 Jahren in Betrieb, mit den modernsten Mitteln der Technik ausgestattet, liefert ein sehr geschätztes Material.

Ferner seien erwähnt: Die Firma W. Rudolph, Granitwerke, Görlitz, die das gleiche Material in den Brüchen Arnsdorf, Döbschütz, Krobnitz und Hilbersdorf-Krobnitz O./L. fördert. Die Förderung der Betriebe, deren Leistungsfähigkeit durch Kabelbahn erhöht wird, ist bei 200 Arbeitern 3000 bis 4000 Waggons pro Jahr. Aus diesem Granit sind z. B. die Uferschutzmauern für Helgoland erbaut. Nach dem Zeugnis des Königlichen Materialprüfungsamtes Berlin beträgt die mittlere Druckfestigkeit bei trockenen Proben 2284 kg/qcm, bei wassersatten Proben 2174 kg/qcm. — Königshainer Granitwerke C. Besser Nachf. Inh. B. Königsberger-Breslau: Es werden 120 Arbeiter beschäftigt, der Stein eignet sich ausser zu Werksteinen auch zu Bildhauerarbeiten. Er fand Verwendung zum Ausbau des Kaiser-Wilhelm-Kanals und der grossen Kanalbrücke in Minden i. W. Mittlere Druckfestigkeit des Gesteins ist 2600 kg/qcm.

Ferner liegen noch Betriebe und offengelassene Brüche in: Biesig, Dittmannsdorf, Gersdorf, Görlitz Pomologischer Garten, Hilbersdorf, Königshain am Scheffelstein (Fürstenstein), Königshain, Mengelsdorf, Reichenbach O./L.

2. Kreis Hirschberg. Fischbach. Das Gestein ist durch rötlichen Feldspat fleischfarben. Es kam u. a. zur Verwendung als Fussboden des Berliner Zeughauses; im übrigen ist sein Absatzgebiet unbedeutend. Die Druckfestigkeit beträgt 1009 kg/qcm. — Seit 1908 betreibt die Firma C. Paeschke, Werkstein-Industrie G. m. b. H. in Breslau und Berlin, die Brüche in Fischbach. (Siehe auch Kreis Schönau.)

Weitere Vorkommen: im Grünbusch, Kunersdorf, Lomnitz, Schreiberhau, Schwarzbach.

3. Kreis Hoyerswerda: Schwarzkollm, Steinitz.

4. Kreis Rothenburg: Attendorf, Barsdorf, Königshainer Forst, Niederseifersdorf, Niesky, See, Thiemendorf.

Im Reichensteiner Gebirge und dem mit ihm zusammenhängenden, südöstlich vorgelagerten Granitmassiv bei Weidenau sind die Granite teils massig, teils gangartig ausgebildet. Ihre petrographische Zusammensetzung ist ausserordentlich verschieden. Der Abbau des Gesteins ist kein bedeutender. Er verteilt sich auf die Gebiete westlich Reichenstein und östlich Weidenau.

Im erstgenannten Gebiet muss man zwischen Heinrichswalde und Gierichswalde zwei Ausbildungen des Granits streng unterscheiden. Letzterer besteht aus schneeweissem Orthoklas, Oligoklas, lichtgrauweissem Quarz, Biotit und schwarzer Hornblende. Durch Verwitterung werden die Feldspate rot und dann erdig, der Glimmer braun. Der Gesteinscharakter ist der des echten Granits. Im Gegensatz hierzu hat der Granit von Heinrichswalde ein porphyrartiges Aussehen. Die Struktur und Quantität der Gemengteile sind sehr verschieden, während die Qualität und Farbe der bei Gierichswalde gleicht. Hauptsächlichste Bestandteile sind Oligoklas und Glimmer, der Orthoklas scheint in manchen Stücken ganz zu fehlen, bei Verwitterung werden die Glimmerkristalle grün. Hierher gehört der Steinbruch im Kreise Frankenstein: Gierichswalde bei Wartha.

In dem südöstlichen Gebiet besteht der Granit aus weissem Feldspat, Biotit und grauweissem Quarz, zu dem sich des öfteren Turmalin gesellt. Das Material ist teils grob, teils feinkörnig; letztere Art ähnelt der des Strehlener Granits. Er ist meist bankig abgesondert, seltener säulig.

Der Abbau beschränkt sich auf wenige Steinbrüche im Kreise Neisse:

1. Dürr Arnsdorf. a) Granitwerke Arnsdorf, Post Gross-Kunzendorf. Besitzer M. Jakubowitz in Gleiwitz O./S. In dem 60 Morgen umfassenden Steinbruchgebiet werden gegen 100 Arbeiter beschäftigt, die das Material zu Werksteinen oder Pflastersteinen bearbeiten. Die mittlere Druckfestigkeit des grau gesprengelten Granites beträgt in trockenem Zustande 2156 kg/qcm. b) Arnsdorfer Granitwerke in Arnsdorf von H. Breslauer in Breslau. Die Tagesförderung stellt sich bei 60 bis 80 Arbeitern auf zirka 3 Waggons. Das ebenfalls zu Wegebaumaterial und Werkstücken verwendete Gestein ist ein feinkörniger, weissblauer Granit, dessen Druckfestigkeit 2300 kg/qcm beträgt.

2. Kaindorf, 3. Maasdorf, 4. Steinberg bei Bischofswalde.

Der Vollständigkeit halber sei hier das Granitvorkommen westlich Reinerz erwähnt, für das die häufig parallele Lagerung der Glimmer und das Fehlen der accessorischen Gemengteile charakteristisch ist. Steinbruchbetriebe sind hier nicht bekannt.

Die intensivste Granitindustrie liegt in dem Gebirgsvorlande zwischen Jauer und Ottmachau. Die Granite zwischen Jauer und Striegau sind

in ihrer mineralogischen Zusammensetzung ziemlich gleichmässig ausgebildet. Bei mittelfeinem Korn und heller Farbe setzen sie sich im wesentlichen aus weissem Feldspat (vorherrschend Kalifeldspat, untergeordnet Plagioklas), grauem Quarz und schwarzem Biotit zusammen. Muskovit fehlt fast völlig. Durchweg besitzt der Granit ausgezeichnete Absonderungsflächen, daher seine vorzügliche Brauchbarkeit zu Werkstücken. Charakteristisch für ihn sind basische Konkretionen, Schlieren, Gänge und pegmatitische Ausscheidungen, aus denen Drusen mit besonders schönem Mineralreichtum schon frühzeitig bekannt wurden.

Der Granit in der Umgegend des Zobtengebirges, der auch den Sockel des Zobtenberges bildet, ist gleichmässig körnig, aber von örtlich wechselnder Beschaffenheit insofern, als sein Gehalt an Oligoklas und an Muskovit nicht konstant ist. Vorherrschend besteht er aus weissem Orthoklas und Oligoklas, grauweissem Quarz, Biotit und Muskovit, in der Nähe der Kontaktzonen mit reichlichen Granateinsprenglingen.

In dem Gebiet von Strehlen bis Ottmachau ist das Korn im allgemeinen weniger grob, zum Teil sogar feinkörnig. Die petrographische Zusammensetzung ist ziemlich beständig, hier und da treten Oligoklas, Muskovit und Hornblende als geringe Gemengteile auf. Die Absonderung ist im allgemeinen plattig, wie beim Striegauer Granit. Infolge seiner hohen Festigkeit und seiner gleichmässig schönen Farbe ist das Material schon im 17. Jahrhundert berühmt gewesen.

Der Beschreibung der einzelnen Granitvorkommen liegt die Anordnung der in Frage kommenden Kreise von Norden nach Süden zugrunde.

1. Kreis Schönau: Jannowitz und Rohrlach. Diese beiden Vorkommen beutet seit 1908 zusammen mit dem Granitbruch in Fischbach im Kreise Hirschberg (s. o.) die Firma Carl Paeschke, Werkstein-Industrie G. m. b. H. in Breslau und Berlin, in ausgedehnterem Masse aus. Die Granite eignen sich besonders für gute Werksteinarbeiten. Das Material ist fest und gleichmässig und bricht in grossen Blöcken. Infolge seiner guten Polierfähigkeit findet es zu Bauarbeiten und Denkmälern Verwendung, um so mehr als farbige Granite in Deutschland in grossen Abmessungen verhältnismässig selten sind.

Aus dem Jannowitzer Granit besteht die Burgruine des Bolzenschlosses auf dem Bolzenstein, deren Alter zirka 600 Jahre beträgt. Obwohl hier eine ziemlich bedeutende Verwitterungsrinde zu beobachten ist, ist das Gestein im Innern vollkommen fest. Die Entnahmestellen für diese Bausteine liegen unmittelbar beim Schloss.

2. Kreis Jauer. In den Gemarkungen Tschirnitz und Herzogswaldau hat der Provinzialverband der Provinz Posen im Jahre 1907 die Granitbrüche der Firma Ueberall & Schultz erworben. Die Verwaltung der Brüche ist die Bauinspektion Posen-Ost, Posen O I.

A. Tschirnitzer Granitbruch. Dies Gestein ist gleichmässig mittelfeinkörnig, in der Tiefe von hellgrauer, in den höheren Lagen von gelblicher Farbe, letzteres die Folge von Eisenoxydhydrat-Ausscheidungen. Die Festigkeit des Gesteins ist 2500 kg/qcm. Das Material ist völlig frostbeständig, wasserbeständig und sein Gefüge durchaus kompakt. Es besteht aus Quarz, Biotit, Orthoklas, Mikroklin und Plagioklas. Es werden vorwiegend Pflastersteine gearbeitet, in erster Linie Wildpflastersteine für Landstrassen, aber auch Reihenpflastersteine für städtische Strassen, ferner Randsteine, Prellsteine, Baumsteine, Packlager und Grobschotter, seltener Werkstücke. Beschäftigt werden zirka 135 Arbeiter.

B. Herzogswaldauer Granitbruch. Der Bruch grenzt mit dem von Kramer & Meyer und dem Kalthäuser Bruch der Firma N. Schall. Das Material ist weissgrau, in höheren Lagen ebenfalls hellgelb, sehr feinkörnig, mit einzelnen grösseren Feldspatausscheidungen, ausserordentlich zäh und widerstandsfähig. Seine Druckfestigkeit beträgt 2400 kg/qcm in den tieferen Lagen. Das sonst noch vom Tschirnitzer Granit Gesagte gilt auch für dieses Material. In diesem Bruch werden mehr bessere Reihensteine, sowie Kleinpflaster- und Mosaiksteine hergestellt. Der Abfall wird zu Eisenbahnschotter zerschlagen. In diesem Bruch werden zirka 65 Arbeiter beschäftigt. Jährliche Förderung beider Brüche beträgt 50 000 bis 55 000 Tonnen.

In Tschirnitz hat ferner die Firma Rob. Nixdorf Nachf. Albert Nixdorf am Galgenberg einen Bruch, der einen mittel- bis feinkörnigen, blauweissen Granit, hauptsächlich für Werkstücke, liefert. Belegschaft 60 Mann.

Ebendort und gleichzeitig in Kalthaus (Mönchswald) arbeitet die Firma C. Kulmiz, die ausserdem im Kreise Striegau mehrere Brüche betreibt. Von ihrem Stein ist die über 100 Jahre alte Brücke über die Wütende Neisse in Jauer gebaut. Hauptproduktion ist Pflastermaterial und Werkstücke. In Kalthaus besitzt auch die Firma N. Schall-Breslau einen Bruch, in dem zirka 300 Arbeiter wesentlich Pflastersteine, aber auch Werkstücke herstellen. Ausserdem werden im Jahre rund 20 000 cbm Kleinschlag verladen. (cf. Kreis Schweidnitz und Kreis Strehlen.)

Ferner hat in Tschirnitz die Firma Wilhelm Kramer in Jauer (siehe auch Kreis Striegau) Granitbrüche, die ebenfalls Pflastersteine und Platten liefert.

Auch wird bei Poischwitz noch Granit gebrochen.

3. Kreis Striegau. In Gräben, Pilgramshain I und II, ferner in Häslicht, Bohrauseifersdorf (Kreis Bolkenhain) und Gross-Rosen besitzt die Firma C. F. Lehmann in Striegau Steinbrüche, in denen zirka 700 Arbeiter beschäftigt werden. Der Granit ist mit Ausnahme des Gross-Rosener mittelkörnig und durchweg grau meliert: Er spaltet aber, je nachdem er näher oder weiter von der bei Striegau erfolgten Basalteruption entfernt liegt, ganz verschieden und zwar so, dass die in Bohrauseifersdorf gewonnenen Steine sich leichter quadratisch schlagen lassen, als die in der Nähe von Striegau, für die die längliche Form die günstigere ist. Die Druckfestigkeit der Granite beträgt 2000 kg/qcm, ausser bei dem sehr feinkörnigen Gross-Rosener Material, in dem sie 3000 kg/qcm erreicht. Gearbeitet werden in den Brüchen nicht nur alle Arten von Pflaster- und Werksteinen, sondern es werden hier auch die vollendetsten Bildhauerarbeiten ausgeführt. Hervorzuheben ist noch, dass in dem in Pilgramshain I gelegenen Bruch Bänke bis zu 4,5 m Mächtigkeit anstehen, so dass Stücke in jeder beliebigen Grösse gewonnen werden können. Das Absatzgebiet erstreckt sich nicht nur auf die östlich der Elbe gelegenen Provinzen Preussens, sondern auch auf einige Bezirke West- und Süddeutschlands und sogar bis ins Ausland.

Auf dem Mühlberg bei Striegau betreibt die offene Handelsgesellschaft Paul Bartsch, Granitwerke in Striegau, einen zirka 24 Morgen grossen Bruch mit durchschnittlich 230 bis 250 Mann Belegschaft, der im Jahre 1910 59 000 Tonnen produzierte, von denen 15 000 Tonnen auf Pflastersteine, 32 000 Tonnen auf Bruch-, Klötzer-, Schottersteine, 9500 Tonnen auf Werksteine und Platten und 2500 Tonnen auf Grenz- und Prellsteine entfielen. Im Jahre 1911 steigerte sich die Produktion auf 74 407 Tonnen und für 1912 ergab sie 66 316 Tonnen. Das Material ist mittelkörnig, sehr gleichförmig, grau und schwarz meliert und vollständig rostfrei, es ist in gleichmässigen Bänken abgesondert und gestattet die Herstellung von Werkstücken in allen Grössen. Teilweise wurden Werksteine von

600 Zentner Gewicht hergestellt. Verwendung u. a.: Kgl. Eisenbahndirektion Danzig, Brücken- und Kanalbauten in Hamburg, Hoch- und Untergrundbahn Berlin, Eisenbahnhochbrücke über den Kaiser-Wilhelm-Kanal bei Rendsburg, Kgl. Wasserbauamt Norderney.

Auf dem Järischauer Granitberg wird von Wolfram Freiherr v. Richthofen in Järischau ein Granit gebrochen, der sich durch seine ausserordentliche Festigkeit und Wetterbeständigkeit und durch eine sehr reine Farbe und Farbbeständigkeit auszeichnet. Seine mittlere Druckfestigkeit ist 2423 kg/qcm bei einem spez. Gewicht von 2,63, seine Körnung ist mittelfein und eignet sich wegen seiner besonders schönen Farbe zu Denkmälern und guten Werksteinarbeiten, wegen seiner Härte zu Wegebaumaterialien. Trotzdem der Bruch schon seit 60 Jahren besteht, wird der zirka 12 Morgen grosse Betrieb erst seit zirka 5 Jahren mit einer Belegschaft von zirka 40 Mann rationell abgebaut und fördert 8000 Tonnen jährlich. Verwendung u. a.: Denkmal für den Grafen York von Wartenburg in Tauroggen-Russland, Freiburger Bahnhof Breslau.

Abb. 1
Granitbruch Häslicht bei Striegau. Granitwerke C. Kulmiz, Striegau in Schlesien.

In Pilgramshain betreibt die Firma Weiss & Heidrich in Striegau in Schlesien mit 125 Mann Belegschaft einen Granitbruch, dessen Material eine Druckfestigkeit von 2729 kg/qcm besitzt. Der graue, durch Biotit schwarzmelierte Stein ist erstklassig und in grossen, regelmässigen Bänken abgesondert. Verwendung findet er sowohl zu Pflaster- als zu Werksteinen aller Art.

Ferner besitzt hier die Firma Ernst Rohr-Striegau einige Brüche, in denen sie mit 70 Arbeitern jährlich 900 bis 1000 Waggons Werksteine und Wegebaumaterial produziert.

Auf dem Streitberg bei Striegau unterhält die Firma von C. Kulmiz G. m. b. H. Striegau seit mehr als 50 Jahren einen Bruch, dessen Material, „der Oberstreiter Granit", ein hellgraues, mittelkörniges Gestein von grosser Reinheit und ausgezeichneter Gleichmässigkeit ist bei einer Druckfestigkeit von im Mittel 2300 kg/qcm, und aus dem sie mit 185 Arbeitern jährlich 40 000 Tonnen fördert. Der Granit wird hauptsächlich verwendet zu Werksteinen aller Art, Denkmalsarbeiten, Säulen, Wegebau, Schotter- und Betonmaterial. Verbunden mit dem Bruch ist eine Schleif- und Polieranstalt in Oberstreit. Dieselbe Firma hat in Häslicht und Gräben Betriebe, in denen ein graublauer Granit von ähnlicher Beschaffenheit, wie oben, und einer Druckfestigkeit von 2000 kg/qcm gebrochen wird. Hier werden Werk-

steine, Trottoirplatten, Bordschwellen, Pflastersteine und Kleinschlag hergestellt. Die Förderung in Gräben beträgt 11 500 Tonnen bei 80 Arbeitern, in Häslicht mit 165 Arbeitern 18 000 Tonnen. Verwendung u. a.: Kaiser-Wilhelm-Kanal, Untergrundbahn Wilmersdorf, Berliner Dom, Reichstagsgebäude, Patentamt, Deutsche Bank, Bismarckturm an der Dreikaiserecke bei Myslowitz, Kaiser-Wilhelm-Denkmal in Breslau, Rathaus in Leipzig.

Weitere Brüche der Firma liegen bei Gross-Rosen, wo ein hervorragender, feinkörniger, graumelierter Granit gebrochen wird, der infolge seiner ausserordentlich hohen Druckfestigkeit von zirka 2950 kg/qcm ausschliesslich zu Gross- und Kleinpflastersteinen verarbeitet wird. 140 Arbeiter fördern jährlich 36 000 Tonnen.

Bei Häslicht besitzt ausserdem die Firma P. Kuveke, Inhaber Paul Kuveke, Breslau XIII, einen 30 Morgen grossen Bruch mit einer Belegschaft von 80 bis 90 Arbeitern. Die Gesteinsfarbe ist weissblau, das Material grobkörnig, die Qualität sehr gut. Der Granit wird hauptsächlich zu Pflastersteinen, Werksteinen, Schottergrus verarbeitet. Weiter befindet sich hier der Bruch der Firma Heinrich Köhler-Häslicht, dessen Gestein qualitativ dem oben beschriebenen gleich ist.

Ausser den der Firma Kulmiz bei Gräben gehörigen Granitbrüchen verdienen besondere Erwähnung die Firmen Gräbener Granitwerke vormals C. Brenner, Breslau XIII, F. Rhoder und die H. Seidelschen Granitwerke zu Striegau. Erstere gewinnt mit 80 Arbeitern einen hellgrauen, festen Granit, der zu sämtlichen Bau- und Monumentalarbeiten, zu Pflastersteinen, Trottoirplatten, Treppenstufen und Schwellen verarbeitet wird. — F. Rhoder baut ausser bei Gräben auch noch bei Striegau einen grauweissen, grobkörnigen Granit von 2000 kg/qcm Druckfestigkeit ab, aus dem hauptsächlich Werksteine, Wegebaumaterialien, Pflastersteine und Bordsteine geschlagen werden. Die Jahresleistung beträgt 20 000 cbm bei einer Belegschaft von 160 Mann. — Die Seidelschen Granitwerke liegen am Bahnhof Gräben. Das Material ist mittelkörnig, gleichmässig hellgrau. Seine Druckfestigkeit 2278 kg/qcm. Infolge seiner Absonderung in dünnen Bänken hat er die selten beim Granit zu findende Eigenschaft, auf grosse Flächen ebenmässig zu spalten. Deshalb besteht seine Hauptverwendung in Trottoirplatten, Treppenpodesten und Türschwellen. Nebenher werden aber auch Werksteine, Pflastersteine und Eisenbahnkleinschlag in grösseren Mengen gewonnen. Die Belegschaft ist gegen 200 Mann stark. Hauptabsatzgebiet für das Plattenmaterial ist Berlin nebst Vororten.

Kleinere Vorkommen liegen noch ausser bei Striegau bei Laasen und auf der Kohlhöhe.

4. Kreis Bolkenhain. Bohrauseifersdorf. Besitzer Firma C. F. Lehmann in Striegau. Das Material ist gleichzeitig bei den derselben Firma in Kreise Striegau gehörigen Brüchen beschrieben. (Vergl. Kreis Striegau).

Girlachsdorf. Besitzer Carl Dehmel in Jauer. Das Material weissblau und gelb, mittelgrobkörnig, sehr fest und zähe, so dass es unter der Ramme schwer spaltet, mit einer Druckfestigkeit von 2300—2500 kg/qcm. Die Belegschaft von 50 Mann fördert jährlich 800 Waggons Pflastersteine, Kleinpflastersteine und Werksteine. Material verwendet u. a. am Theater in Thorn, Amtsgericht Wongrowitz.

In Bohrauseifersdorf, Girlachsdorf und Dätzdorf betreiben die Granitwerke Völker & Nikolaier-Breslau, die ausserdem noch Betriebe in Niklasdorf (Kr. Strehlen), und in Gorkau (Kr. Nimptsch) haben, Granitbrüche, die einen vorzüglichen Stein liefern, der in Girlachsdorf mittelfeinkörniges Gefüge, graublaue Farbe und eine Druckfestigkeit von 2000 kg/qcm besitzt. Die in

Bohrauseifersdorf und Dätzdorf gewonnenen haben ebenfalls graublaue Farbe und die gleiche Druckfestigkeit, zeichnen sich aber durch ein grobkörnigeres Gefüge aus, so dass sie mehr zu Werksteinen geeignet sind. Aus diesen mit den modernsten Anlagen ausgestatteten Betrieben wurden Werksteine gebrochen u. a. für Technische Hochschule Danzig, Grossschiffahrtsweg Breslau, Schlachtendenkmal bei Hohenfriedberg.

5. Kreis Schweidnitz. Qualkau. Die Qualkauer Granitwerke (Inhaber Steinbrich & Oelsner) Breslau XIII, Körnerstrasse 11/13, bauen einen grauweissen Granit von mittelfeinem Korn und erheblicher Druckfestigkeit für Wegebaumaterialien und Werksteine ab, die besonders zu grösseren Monumentalbauten Verwendung finden, so z. B. für den Erweiterungsbau des Hauptbahnhofs Breslau, das Provinzialmuseum und die Kgl. Akademie in Posen, Epiphanienkirche Berlin-Westend, katholische Kirche Brockau, evangelisch Luth. und Erlöserkirche Breslau, ebenso für Kaiser- und Werderbrücke ebendort. Die Leistung beträgt 8—9000 Waggons jährlich bei 500 Arbeitern. In Ströbel betreibt die Firma N. Schall in Breslau XIII sehr umfangreiche Brüche. Sie beschäftigt dort zirka 350 Arbeiter. Die Betriebe sind ebenfalls auf das modernste eingerichtet. Es werden im wesentlichen Pflastersteine, aber auch Werksteine und im Jahre zirka 20 000 cbm Kleinschlag hergestellt. (cf. Kr. Jauer und Kr. Strehlen.) Kleinere Brüche befinden sich bei Glogau, Guhlau, Kratzkau, Nitschendorf, Peterwitz, Rot-Kirschdorf.

Die Granitbrüche am Zobtenberge verkauften seinerzeit, als sie noch im königlichen Besitz waren (1832), den Kubikmeter für 15 Silbergroschen. Das zu jener Zeit aus diesem Material hergestellte Blücherdenkmal zu Breslau zeigt heute, dass der Feldspat ausgewittert, das Gestein mürbe geworden und sich zum Teil zirka 8 mm starke Ablösungen gebildet haben.

6. Kreis Reichenbach. Von den dicht bei Reichenbach liegenden und zeitweise in Betrieb stehenden Brüchen ist Material entnommen zum Bau der katholischen Pfarrkirche (Alter 600 Jahre) und der Stadtmauer (Alter 400 Jahre) von Reichenbach.

7. Kreis Nimptsch. Gorkau. Firma Völker & Nikolaier-Breslau. Ein kleiner Bruch liegt bei Gollschau.

8. Kreis Strehlen. Den Bruch der Stadt Strehlen beutet die Firma N. Schall-Breslau aus für eine jährliche Pachtsumme von 100 000 Mk. In den letzten 20 Jahren hat die Pachtsumme sich verdreifacht. Er ist einer der grössten deutschen Granitbrüche, in dem fast ausschliesslich Pflastersteine und Bordschwellen hergestellt werden, zu denen er sich infolge seines feinen Korns und seiner gleichmässigen Beschaffenheit in Verbindung mit grosser Härte besonders eignet. Das Gestein wird von den besten schwedischen Graniten an Qualität nicht übertroffen. Die Druckfestigkeit bewegt sich zwischen 2000 und 2400 kg/qcm und steigert sich in einzelnen Lagen sogar bis 3540 kg/qcm. In diesem Bruch werden während der Saison täglich 80—110 Waggons behauene Steine verladen. Die Lagerung zeigt gut abgesonderte, schwach gewölbte Bänke, die sich vorzüglich spalten lassen. Beschäftigt werden ungefähr 950 Arbeiter. Der Betrieb ist mit den modernsten maschinellen Einrichtungen versehen, darunter 7 Kabelluftkrane der Firma Unruh & Liebig-Leipzig mit einer Tragkraft von je 5000 kg und einem elektrischen Drehkran. Ausserdem arbeiten 20 pneumatische Bohrmaschinen. Das Absatzgebiet ist im wesentlichen Schlesien, Lausitz, Provinz Posen und die Stadt Berlin. Aber auch Hamburg bezog Pflastersteine, und zu den Weichselbrücken in Dirschau und Warschau kam Strehlener Granit zur Verwendung (cf. Kreis Jauer und Kreis Schweidnitz).

Niklasdorf. Firma Völker & Nikolaier-Breslau (vergl. Bolkenhain, Kr. Bolkenhain und Gorkau, Kr. Nimptsch). Im Betriebe sind ungefähr 180 Arbeiter beschäftigt, die im wesentlichen Pflastersteine und Kleinschlag herstellen. Steinkirche. Hier betreibt die Zirpelsche Granitsteinbruchverwaltung Steinkirche den Abbau von grauweissem, feinkörnigen Granit, der eine Druckfestigkeit von 2059 kg/qcm besitzt. Dieses Material wird lediglich zu Gross- und Kleinpflastersteinen, Bordsteinen und Steinschlag benutzt. Ebenso fördert die Firma aus einem Steinbruch zu Geppersdorf einen feinkörnigen, blauweissen Granit mit einer erheblich höheren Druckfestigkeit bis zu 3084 kg/qcm. Verwendung des Materials wie in Steinkirche. Die Anzahl der Arbeiter beträgt in beiden Betrieben etwa 110. Kleinere Betriebe bestehen in Hussinetz (Firma Schlesische Granitwerke Hussinetz in Breslau) mit ca. 100 Arbeitern und in Striege. Ausserdem hat es nicht an Versuchen gefehlt, den Granit auch noch an zahlreichen anderen Stellen abzubauen, so in der Flur Toeppendorf, Podiebrad, Krummendorf und Striege.

Abb. 2 Städtischer Granitbruch zu Strehlen i. Schlesien. Aufn. von Strauch, Strehlen.

Aus Strehlener Granit — Entnahme wahrscheinlich vom Galgenberg — sind erbaut: evangelische Kirche in Prauss (Alter 400 Jahre), evangelische Kirche in Karschau, Kreis Nimptsch (Alter 560 Jahre), St. Gotthardkirche in Strehlen (Alter 400 Jahre). Bei diesen Bauten ist eine mehr oder weniger beträchtliche Oberflächenverwitterung zu konstatieren. Im Innern ist das Material aber noch fest. In der Stadtmauer zu Strehlen (Alter 200 Jahre) ist das Material im allgemeinen gut erhalten. Bei der katholischen Kirche in Grottkau (Alter 500 Jahre, z. T. jünger) sind die ältesten Teile des Gesimses ziemlich stark abgewittert, mürbe und bröcklig. Der Feldspat ist pulverig aufgelockert.

9. Kreis Grottkau. Aus Matzwitzer Granit ist die katholische Kirche von Ottmachau vor ca.

500 Jahren erbaut. Das Material ist durchweg gut erhalten. Ferner wird Granit gebrochen bei Nittowitz, Ottmachau, Schützendorf, Starrwitz.

10. Kreis Falkenberg O.-S. Es sind nur zu erwähnen kleinere Vorkommen bei Ellguth-Tillowitz und Rautke.

2. Syenit.

Die unter diesem Namen zusammengefassten Gesteine haben in Schlesien keine grosse Verbreitung. Sie finden sich in grösseren Partieen im Norden des Reichensteiner Gebirges von Maifritzdorf bis Hausdorf bei Glatz und inselartig in den den Sudeten vorgelagerten Bergen auf einer Linie von Nimptsch nach Frankenstein. Die Struktur des Syenits ist der des Granits ähnlich, gewöhnlich mittel- bis grobkörnig, selten feinkörnig. Die Hauptgemengteile sind Alkalifeldspat und Hornblende, Quarz fehlt ganz oder ist als unwesentlicher Bestandteil vorhanden. Die Wetterbeständigkeit ist bedeutend, die Härte schwankt zwischen 7 und 8, die Polierfähigkeit ist sehr gut. Die Druckfestigkeit beläuft sich im allgemeinen auf 13—1400 kg/qcm.

Die Verwendungsmöglichkeiten sind dieselben, wie die des Granits; zu Monumentalbauten und Dekorationszwecken ist der Syenit infolge seiner grösseren Wetterbeständigkeit sogar mehr geschätzt als der Granit.

Gebrochen wird diese Gesteinsart in:

Kreis Nimptsch: bei Ober-Diersdorf, Kosanitz, Gaumitz, bei Nimptsch, Kreis Reichenbach bei Johannesthal, Kreis Münsterberg bei Bergdorf, Kreis Schweidnitz bei Bögendorf.

3. Diorit.

Dieses fein- bis grobkörnige, dunkelgrüne, aus schwärzlich grüner Hornblende und gelblichem oder grünlichem Plagioklas bestehende Gestein hat eine Härte von 5—6 und ist, falls Schwefelkies als azzessorischer Bestandteil nur in geringen Mengen vorhanden ist, sehr wetterbeständig. Es lässt sich nur sehr schwer polieren, dafür aber ist die einmal angenommene Politur ausserordentlich dauerhaft. Seine Festigkeitsverhältnisse sind ähnlich denen des Granits. Verwendung findet er hauptsächlich als Schotter und Pflaster, aber auch im Hochbau zu Quadern, Säulen, Sockeln und als Wasserbaumaterial.

Bekannt sind in Schlesien nur die Betriebe: im Kreise Münsterberg bei Reindörfel und Münsterberg. Aus diesem Material wurde die Stadtmauer in Münsterberg (Alter 200 Jahre) erbaut und hier seine Wetterbeständigkeit durchaus bestätigt.

Fernere Brüche liegen im Kreise Reichenbach bei Langenbielau.

4. Gabbro.

Dieses in der Hauptsache aus Plagioklas (Labrador) und Diallag bestehende, massige Gestein besitzt kristallinisch körnige Struktur mit den azzessorischen Bestandteilen Olivin, Quarz, dunkle Hornblende, Glimmer, Schwefelkies und anderen Eisenmineralien, ein spez. Gewicht 2,7—3 und eine Härte von 6 bis 7. Seine Wasseraufnahmefähigkeit ist sehr gering, die Wetterbeständigkeit bei den labradorarmen gut. Sind die Gabbros dagegen labradorreich, so sind sie infolge der leichten Zersetzlichkeit des Labradors durch Atmosphärilien weniger widerstandsfähig. Infolge der bläulichweissen bis grauen Farbe des Feldpats und der dunkelgrünen des dichten Pyroxens hat der Gabbro ein schönes, grün und weiss geflecktes Aussehen. Wegen seiner Politurfähigkeit ist er als Dekorationsstein geschätzt, z. B. zu Wandbelägen, Platten, Säulen etc. Da seine Druckfestigkeit im Mittel 2000 kg/qcm beträgt, so findet er auch Verwendung als Baustein und Strassenbaumaterial.

Abgebaut wird Gabbro durch Steinbruchbetrieb im Kreise Schweidnitz am Fusse des Zobten und im Kreise Neurode bei Wolpersdorf und Buchau.

5. Serpentin.

Als Umwandlungsprodukt dieses Eruptivgesteins sowie der Peridotite, die vorwiegend aus Olivin bestehen, ist der Serpentin entstanden. Dieses dichte oder sehr feinkörnige Gestein ist vorwiegend grün bis blaugrün und zeigt vielfach helle Adern, Flecken und Flammen, auch silberfarbene Stränge von Asbest und edlem Serpentin. Da das Material nicht sehr wetterbeständig ist, wird es vorzugsweise für Innendekoration zu Säulen, Platten, Belägen und dergl. und zu Luxusgegenständen verwendet. Das vollkommen feuerfeste Gestein hat frisch gebrochen eine Härte von 2,5, erlangt jedoch im Laufe der Zeit eine Härte von 3 bis 4. Seine Druckfestigkeit beträgt 700 bis 800 kg/qcm. Erwähnung verdienen die Steinbruchbetriebe im Kreise Frankenstein bei Schräbsdorf, Baumgarten, auf dem Gumberge bei Frankenstein, im Kreise Nimptsch bei Kosemitz, Waettrisch, Trebnig, Ober-Johnsdorf, Jordansmühl, Klein-Kniegnitz, im Kreise Reichenbach bei Költschen. Auf den Girlachsdorfer Bergen gab es in früheren Zeiten Gräbereien auf Speckstein, der ein Umwandlungsprodukt des Serpentin darstellt.

Im Kreise Frankenstein an vielen Stellen, z. B. Baumgarten, Grochau und untergeordnet auch in der Umgegend des Zobten ist der Serpentin teilweis zu Magnesit umgewandelt. Dieses Verwitterungsprodukt $M_g CO_3$, häufig vergesellschaftet mit Kerolith $H_6 M_{g2} Si_2 O_9$, Quarz, Hornstein, Opal, liegt gang- und nesterförmig in seinem Urmaterial. Infolge der Reinheit des Magnesits wird er südlich Frankenstein gebrochen und hier wesentlich zur Fabrikation künstlicher Mineralwässer verwendet.

6. Porphyr.

Die im Gebiet der Sudeten eine ausserordentliche Verbreitung besitzenden Porphyre gehören drei verschiedenen Eruptionsperioden an, dem Silur, Carbon und Perm.

Die dem Silur zugehörenden Porphyre liegen sämtlich in dem Silurgebiet des Schönauer Busens und zwar nordwestlich Schönau, während die im Carbon emporgedrungenen sich im Waldenburger Carbongebiet, südlich und nördlich Liebau, dann bei Liebau selbst, bei Gottesberg und nördlich davon, südöstlich Waldenburg und westlich Wartha befinden. Die Haupteruptionszeit der Porphyre war das Perm. Hier finden sie sich in der Lähner Mulde nordwestlich Hohenfriedberg, dann in der Glatzer Mulde an vielen Punkten, in der Umgegend von Neurode, und bilden schliesslich einen fast ununterbrochenen Höhenzug von Neurode über Landeshut bis Schatzlar, indem sie dem halbkreisförmigen Bogen des Rotliegenden folgen.

Abbauwürdige Vorkommen dieses aus einer dichten Grundmasse mit grösserem Feldspat- und Quarzeinsprenglingen bestehenden Gesteins sind im wesentlichen auf die Kreise Waldenburg, Schweidnitz und Schönau beschränkt. Bei Willenberg, Kreis Schönau, wurde das Material zur Burg Willenberg entnommen, deren Ruine 500 bis 600 Jahre alt ist. Der Porphyr zeigt hier eine narbige Verwitterungsrinde, ist aber im Innern durchaus fest. Denselben Erhaltungszustand zeigt die gleichaltrige Kirchruine in Nieder-Röversdorf.

Der Willenberger, früher Wildenberger Porphyr, ein rötlichbraunes Gestein, ist bis 20 m hoch säulenartig abgesondert. Man findet 2 m lange Säulenstücke mit 4 bis 6 Flächen bei einem Durchmesser von 25 cm, gewöhnlich aber haben die Säulen 5 bis 9 Flächen und eine Stärke von ca. 45 cm.

7. Andesit.

Diese ebenfalls porphyrisch ausgebildete Gesteinsart von der Zusammensetzung Plagioklas, Amphibol, Biotit und Pyroxen wird nur im Kreise Rothenburg bei Ober-Horka gebrochen.

8. Diabas.

Dieses dem Diorit sehr ähnliche, aber hellere Gestein wird infolge seiner grünen Farbe häufig auch „Grünstein" genannt. Die Hauptgemengteile sind Pyroxen und Plagioklas, letzterer in Form von Labrador oder Oligoklas. Vielfach ist das Gestein grün und weiss gefleckt, seine Struktur ist ophitisch. Oft ist es durchsetzt von Hohlräumen, die von Kalkspat oder Chlorit ausgefüllt sind (Diabasmandelstein). Infolge der Zersetzung seines Kalkfeldspates braust es mit Säuren auf (Unterschied vom Diorit). Wenn der Diabas wenig Feldspat enthält, liefert er die besten natürlichen Pflaster- und Schottersteine und wird auch als polierter Dekorationsstein sehr geschätzt. Die Eruptionszeit dieses Gesteins ist das Silur und das Devon. Im Schönauer Busen an der Katzbach zwischen Schönau und Kauffung und bei Kolbnitz westlich Jauer treten Diabase in silurischen Schiefern auf. Devonische Diabase sind nur im österreichischen Anteil des Altvatergebirges vorhanden. Abgebaut werden Diabase im Kreise Neurode zwischen Ebersdorf und Schlegel, im Kreise Hoyerswerda bei Wiednitz und Dubring, im Kreise Lauban bei Ober-Neundorf.

9. Melaphyr.

Der Melaphyr, dessen Empordringen in die Permzeit zu legen ist, bildet Decken zwischen den Schichten des Rotliegenden und tritt auch häufig in mächtigen Gesteinskomplexen zu Tage. Im Schönauer Busen bildet er zwei langgezogene Rücken im Rotliegenden, von denen der nördliche von Görrisseifen bis nach Schönau zu verfolgen ist, der südliche ebenfalls von Görrisseifen nach Waltersdorf verläuft. In der Glatzer Mulde lehnt sich der Melaphyr im nördlichen und östlichen Teil der Mulde an die Porphyrrücken an, sie bandartig begleitend, und tritt dann noch in kleineren, südöstlich gestreckten Rücken im NO und SO von Wünschelburg auf. Bemerkenswert ist die häufig blasige, als Mandelstein bezeichnete Strukturabart dieses Gesteins. Bei Löwenberg und Schönau sind diese Mandeln bekannt durch ihren Reichtum an Achat und Amethyst, bei Neurode durch ihren Reichtum an Zeolithen.

Der Melaphyr, in der Industrie auch schwarzer Porphyr genannt, besteht aus Natronkalkfeldspat, Augit und Olivin als glasige Grundmasse, in der Plagioklas, Olivin, Apatit, Augit, u. a. m. ausgeschieden sind. Aeusserlich ist er häufig dem Basalt sehr ähnlich, hat aber nur ein Spez. Gewicht von 2,7 (Basalt Spez. Gew. 2,8 bis 3,3) und braust mit Säuren auf. Die Farbe des Gesteins ist dunkelgrau, grün oder schwarz. Die Wetterbeständigkeit ist im allgemeinen nur mässig. Druckfestigkeit des frischen Gesteins schwankend zwischen 1200 und 3600 kg/qcm. Das dichte, feinkörnige Gestein findet weniger zu Strassenpflaster, dagegen zu Schotter und als Dekorationsgestein ausgedehntere Verwendung. Die wenigen Abbauorte in Schlesien beschränken sich auf Kreis Waldenburg und Kreis Neurode.

In Oberwüstegiersdorf (Kreis Waldenburg) wird ein blaugrauer Melaphyr von dem Hartsteinwerk Blank, Krause & Co. G. m. b. H. gebrochen, der zu Schotter und Grus verarbeitet wird und hauptsächlich bei Staatsbahnen Verwendung findet. Jährliche Förderung rund 200 000 t.

In Königswalde (Kreis Neurode) verarbeiten die Steinwerke C. C. von Thaden Inh. Blank & Krause, Königswalde Kreis Neurode auf der „Schwarzen Koppe" einen grauschwarzen Melaphyr, dessen Gefüge sehr gleichförmig

dicht bis feinkristallin ist. Spez. Gewicht 2,724, mittlere Druckfestigkeit 3596 kg/qcm, durchaus frostbeständig. Das Material wird zu Kleinpflaster, Mosaik, Reihensteinen, Steinschlag und Grus verarbeitet. Tägliche Förderung ca. 1300 t.

Ausserdem seien noch erwähnt die Vorkommen bei Landeshut und Löwenberg.

10. Basalt.

Die jüngsten und zugleich am zahlreichsten vertretenen Eruptivgesteine sind die Basalte, deren Ausbruch in die Tertiärzeit fällt. In Schlesien bilden sie das östliche Ende jenes grossen Zuges basaltischer Eruptionen, der vom Laacher See aus ganz Deutschland durchquert. Die einzelnen Eruptionsherde scheinen so gruppiert zu sein, dass sie parallel oder senkrecht zum Streichen der Schichten verlaufen, woraus geschlossen werden kann, dass sie auf Spalten emporgedrungen sind, die parallel zum Gebirgsrand oder senkrecht zu diesem liegen. Im oberschlesischen Gebiet zerfallen die Basalteruptionen in mehrere isolierte Gruppen, von denen die südlichsten auf zwei nach Nordwest gerichteten Linien, einmal zwischen Deutsch-Neukirch und Kranowitz, das andere Mal an der österreichischen Grenze nordwestlich Jägerndorf, liegen. Auf einer nordwestlichen Linie liegen ferner die Vorkommen von Leschnitz—Gogolin—Proskau—Dombrau und auf einer parallelen hierzu die Basalte von Tillowitz und Falkenberg. Isoliert hierzu stehen dagegen die Basalte von Dembio da. Auf einer nordöstlichen Spalte liegen die Basalte von Landeck. Wiederum in nordwestlicher Richtung reihen sich die Basaltvorkommen von Münsterberg-Nimptsch aneinander. Weiter nördlich, von Striegau an, nehmen die Basalte an Zahl ausserordentlich zu, indem sie sowohl das alte Gebirge durchbrochen haben, als auch als isolierte Kuppen aus dem Diluvium herausragen; sie bilden eine ostwestlich gerichtete Zone, deren Südrand von Striegau nach Hirschberg und deren Nordrand über Nicolstadt—Haynau—Lauban verläuft. Westlich Hirschberg sind sie über das ganze Riesen- und Isergebirge verteilt.

Häufig bilden die Basaltmassen steile Kegel oder Kuppen, so z. B. der Gröditzberg, der Probsthainer Spitzberg, der Wolfsberg, die Hessberge und der Annaberg bei Leschnitz.

Die Balsalte Schlesiens sind vorherrschend Plagioklasbasalte, bestehen also aus Pyroxen und Plagioklas. An einigen Stellen vertritt Nephelin einen Teil des Plagioklases, so z. B. der von Schadewalde bei Marklissa, der übrigens auch keinen Olivin enthält.

Die Basalte vom Steinbruch bei Lauban, von der kleinen Schneegrube, Ullersdorf und Wickenstein sind feldspatfreie Nephelinbasalte.

Der Basalt vom Herrleinberge bei Marklissa ist feldspat- und nephelinfrei.

Die Basalte treten in Decken, Strömen und Gängen auf und zeigen häufig eine ausgezeichnete säulige Absonderung. Die Gesteinsmasse ist alsdann in regelmässige, meist sechsseitige (aber auch fünf- oder vierseitige) Säulen gegliedert. Eine Quergliederung ist ebenfalls häufig zu beobachten; hierbei erscheint das obere Ende eines Abschnittes konkav, das untere des darauf folgenden Abschnittes konvex. Durch spätere Verwitterung wird allmählich auch das konkave Ende konvex. Die Absonderung in Säulen, ebenso wie die Quergliederung ist eine Folge der Kontraktion bei der Abkühlung; als grundlegend ist hierbei zu beachten, dass die Säulen stets senkrecht zu den Abkühlungsflächen stehen.

Der Basalt ist ein sehr hartes, wetterbeständiges Gestein, das in der Hauptsache für Chaussee- und Eisenbahnschotterungen, für Mosaik, Kleinpflastersteine, Würfel- und andere Pflastersteinarten sehr gesucht ist, aber auch für rohe Bausteine verwandt wird. Basaltbrüche finden sich im

Kreis Rothenburg: 1. bei See und 2. Sproitz bei Niesky. Firma Sproitzer Basaltwerke, G. m. b. H., Berlin. Der Bruch hat eine Länge von 360 m und eine Breite von ca. 160 m bei einer Tiefe von 40 m. Bei 150 Arbeitern beträgt die Förderung pro Jahr 60 000 cbm Rohsteine. Verwendet wird das Material zu Schotter für Gleise und Strassenbau. Grössere Lieferungen wurden u. a. für die elektrische Schnellbahnversuchsstrecke Zossen-Marienfelde ausgeführt. Eine eigenartige Verwendung fand der Sproitzer Basalt als Material für das Denkmal des Generalleutnants von Wrangel (Tambour von Kolding), der seine letzten Lebensjahre in Sproitz verbrachte.

Abb. 3
Bruch der Sproitzer Basaltwerke b. Sproitz O.-L.

Nach dem Zeugnis der Kgl. mechanisch-technischen Versuchsanstalt zu Berlin beträgt die Druckfestigkeit dieses Basalts bei wassersattem Probematerial 3210 kg/qcm, bei lufttrockenem 4081 kg/qcm.

Kreis Görlitz: 1. bei Görlitz, 2. bei Jauernick, 3. bei Köslitz (Mauerberg), 4. bei Kunersdorf-Siebenhufen, 5. Lauterbach, 6. Thielitz, 7. Troitschendorf.

Kreis Lauban: bei 1. Kerzdorf. Firma A. Reiske, Basaltschotterwerke, Kerzdorf. Der hier gewonnene Stein ist sowohl ein Säulen-, wie auch ein Blockbasalt, der nur zu Schotterzwecken verarbeitet wird, jedoch können auch Pflastersteine aus ihm hergestellt werden. Die tägliche Förderung beträgt 450—500 t bei einer Belegschaft von 120 Mann. 2. Wiesa. Besitzer: Rittergutsbesitzer Gg. Peyer, Wiesa bei Greiffenberg. Das hier anstehende Material ist von vorzüglicher Qualität und wegen seiner ausgezeichneten Spaltbarkeit und der besonderen Eigenschaft des Nichtglattwerdens sehr geschätzt. Die jährliche Förderung beträgt ca. 3000 Waggons, die Haupterzeugnisse sind Mosaik, Kleinpflastersteine, Würfel und andere Pflasterstein-

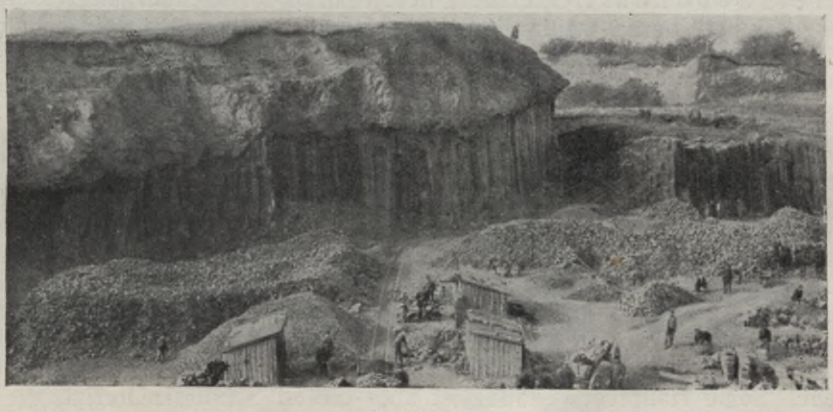


Abb. 4
Basaltbruch von Peyer in Wiesa.

arten aller Grössen und Formen. Der Abfall wird zu Strassenschotter verarbeitet. Der Abraum wird zu Ziegeln verarbeitet. 3. Augusttal (am Rietstein), 4. Bellmannsdorf, 5. Bertelsdorf, 6. Halbendorf bei Schönberg, 7. Hartmannsdorf, 8. Heidersdorf (Spitzberg und Silberberg), 9. Langenöls (Schlossgut). Firma Holzamer, Bauer & Co., G. m. b. H., Bautzen. Dieselbe Firma betreibt ausser diesem Bruch noch die Basaltbrüche bei Lichtenau (Kreis Lauban) und den Findlingsbruch Grüneberg (Neumark). Die im Kreise Lauban gebrochenen Steine haben eine Druckfestigkeit von 3164 bis 4000 kg/qcm, das Findlingsgestein dagegen nur 2500 kg/qcm. Zu Langenöls und Lichtenau wird das Material zu Kopf-, Klein-, Mosaiksteinen, Steinschlag, Grus und Grenzsteinen verarbeitet. Bei einer Arbeiterzahl von 450 Mann beläuft sich die Jahresproduktion auf 225 000 t. 10. Lauban am städtischen Hofwalde, 11. Lauban am Steinberge. Der Basalt zeigt hier eine ausserordentlich schöne Säulenbildung. In den tieferen Teilen des Bruches stehen die Säulen vertikal, darüber liegen sie horizontal oder ganz schwach nach Osten geneigt, voraus man auf einen zweifachen Magmaerguss schliessen muss. Es werden hier Säulen bis zu 6 m Länge gefördert. 12. Lichtenau (siehe Langenöls, Kr. Lauban). 13. Nieder-Linda im Lindaer Stiftsforst. Firma L. Brüggemann, Görlitz. Der feinkörnige, blauschwarze Basalt wird zu Eisenbahn- und Strassenschotter, Bord- und Grenzsteinen, Kleinpflaster und Mosaiksteinen geschlagen. Die Jahresproduktion ist bei 130 Arbeitern 45 000 cbm Schotter und 6000 cbm Kleinpflaster- und Mosaiksteine. 14. Schadewalde, 15. Schreibersbach, 16. Wingendorf.

Kreis Löwenberg: 1. Mauer. Firma: Basalt-Schotterwerke Vogt und Monden zu Mauer am Bober, G. m. b. H. Die Belegschaft ist 50 Mann, die täglich 300 t Steine fördern. 2. Heinchenberg bei Thiemendorf, 3. Sirgwitz, 4. Ullersdorf bei Liebenthal, 5. Wickenstein bei Rabischau, 6. der Burgberg, auf dem Schloss Greiffenstein bei Greiffenberg steht. Das Schloss ist aus Basalt erbaut, der höchstwahrscheinlich vom Burgberg gebrochen wurde.

Kreis Landeshut: 1. Buchberg bei Landeshut (Mummelloch), 2. Langeberg bei Reichhennersdorf, 3. Totenkopf bei Trautliebersdorf.

Kreis Schönau: 1. Geiersberg bei Neukirch, 2. Höllenberg bei Rosenau, 3. Sargberg bei Konradswaldau, 4. Steinberg und Flensberg bei Poln. Hundorf.

Kreis Goldberg: 1. Pilgramsdorf (am Steinberg). Das Basaltwerk wird von dem Provinzialverband der Provinz Posen betrieben, der das Ausbeutungsrecht von den Rittergütern Pilgramsdorf und Nieder-Steinberg erworben hat. Beschäftigt werden 60 bis 70 Arbeiter, die jährlich 50 000 t fördern. Das Gestein ist ein typischer Feldspatbasalt von ausserordentlicher Härte, der, wie die mikroskopische Untersuchung ergibt, aus eng mit einander verschränkten stab- und säulenförmigen Plagioklas- und Augitkristallen, sowie Magneteisenkörnchen besteht, ohne Glassubstanz, aber mit vielen eingesprengten grösseren Kristallen von Augit und Olivin. Der blaugraue Basalt ist in Säulen von 15—50 cm Stärke abgesondert. Wegen seiner körnigen, rauhen Bruchfläche eignet er sich besonders zu Kleinpflastersteinen und Mosaik; ausserdem werden rohe Bruchsteine, Prell- und Baumsteine hergestellt. Seine Hauptverwendung ist aber die zu Schottermaterial.

2. bei Goldberg. Besitzer: Paul Heyland, Goldberg. Der hier anstehende Basalt ist ein feinkörniges, sehr hartes Gestein, das zu Schotter und Pflastersteinen (Mosaik, Kleinpflaster, Reihenpflaster und in rohen Bruchstücken zu Chausseebauten verarbeitet wird. Die jährliche Förderung beträgt 30 bis 40 000 t bei einer Belegschaft von 50 Arbeitern.

3. Gröditzberg. Von diesem Material wurde die 400 Jahre alte Gröditzburg erbaut. Der Stein hat sich durchweg gut erhalten. 4. Wolfsberg bei Wolfsdorf, 5. Heiligenberg bei Armenruh, 6. Spitzberg bei Probsthain.

Kreis Liegnitz: 1. Liebenau, 2. Nikolstadt. Aus diesem Gestein ist die über 100 Jahre alte Brücke über die Wütende Neisse bei Jauer erbaut (im Jahre 1870 umgebaut).

Kreis Jauer: 1. Bremberg bei Brechelshof, 2. Hermannsdorf am Kirschberg und am Breitenberg. 3. Moisdorf. Die 50 Jahre alte Brücke über die Katzbach am Bahnhof Liegnitz besteht aus hier gebrochenem Material. 4. Pombsen (Spitzberg), 5. Schlaub. Hier steht Plattenbasalt von vorzüglicher Qualität und schöner Farbe an. Die Platten sind durchschnittlich 3 Zoll stark und können bis 6 Fuss Länge erreichen. 6. Teichau (Kreuzberg).

Kreis Striegau: Am Breiten Berge, Georgen-Berg und Spitzberg steht Säulenbasalt an, der in verschiedenen Brüchen gewonnen wird.

Kreis Reichenbach. 1. Gierlachsdorf. Besitzer: Fritz Oelsner, Breslau XIII. Der tiefblau feinkörnige und sehr harte Säulenbasalt wird hier zu Schotter für Bahn- und Chausseebauten verarbeitet. Bei einer Belegschaft von 50 Mann werden jährlich 25 000 cbm gewonnen. 2. Zwischen Guhlau und Gross-Ellguth.

Kreis Habelschwerdt: bei Landeck beschreibt bereits 1797 L. von Buch 4 Basaltvorkommen: am grauen Stein bei Nieder-Talheim an der Ueberschar zwischen Landeck und Leuthen, am Winklerberg südöstlich Leuthen und an der Gneis-Glimmerschiefergrenze westlich Waldeck.

Kreis Münsterberg: 1. Tarchwitz. Firma Fritz Oelsner, Breslau XIII. Das hellblaue feinkörnige Material wird für Bahn- und Chausseebauten verarbeitet. Der Bruch hat eine Belegschaft von 30 Mann und liefert jährlich 15 000 cbm Schotter. 2. Eichau. 3. Taschenberg. 4. Crasswitz. 5. Bei Münsterberg wird noch ein Vorkommen erwähnt, aus dem die 200 Jahre alte Stadtmauer erbaut ist. Es handelt sich hier aber wohl sicher um Findlinge.

Kreis Nimptsch: 1. bei Nimptsch. Verwendung zur Stadtmauer. Wahrscheinlich Findlingsvorkommen. 2. Silbitz (Säulenbasalt). Die Firma Adolf Zernik, Gleiwitz, betreibt hier und an dem Müllwitzberg bei Graase (Kr. Falkenberg) Basaltbrüche, deren Gestein bei einer Druckfestigkeit von 4000 kg/qcm zu Bausteinen, Wildsteinpflaster, Strassen- und Bahnschotter Verwendung findet. In beiden Brüchen zusammen werden 225 Mann beschäftigt, die jährlich 130 000 t fördern. 3. Klein-Johnsdorf bei Prauss (Plattenbasalt).

Kreis Grottkau: Bei Gläsendorf wird Basalt gebrochen, der zu Pflastermaterial Verwendung findet.

Kreis Falkenberg: 1. Graase (Provinzialbruch). Firma H. Breslauer, Breslau. Der dunkelblaue, feinkörnige Basalt hat eine Druckfestigkeit von 5800 kg/qcm. Verwendung findet er hauptsächlich zu Bruchsteinen für Chaussierungszwecke, Kleinschlag und Wildpflastersteinen. Die Jahresproduktion beträgt 20 000 cbm bei einer Belegschaft von 100 bis 120 Mann. 2. Mullwitz-Berg bei Graase (siehe Silbitz, Kreis Nimptsch). 3. Rautke. 4. Ruttken. 5. Schedlau. 6. Tillowitz.

Kreis Oppeln: 1. Dembio. 2. Chronstau. 3. Chroszczinna.

Kreis Gross-Strehlitz: 1. Am Annaberg bei Leschnitz. Firma: Gräfl. Joh. von Franken-Sierstoffsches Rentamt in Zyrowa, Oberschl. Der Basalt ist in Säulen abgesondert und wird für Chausseezwecke und Eisenbahnschotter verwendet. Die tägliche Leistung des Betriebes sind 240 bis 300 Tonnen bei 180 Arbeitern. 2. Zyrowa.

Kreis Kosel: bei Sakrau.

Kreis Leobschütz: 1. Bieskau. 2. Komeise. 3. Liptin (Basalt in schönen Tafeln). 4. Schönwiese.

B. Sedimentgesteine.

a) Mechanische.

1. Sandsteine.

Soweit Sandsteine in Schlesien abgebaut werden, beschränken sie sich auf folgende Formationen: Carbon, Rotliegendes, Buntsandstein, Keuper, Dogger, Turon, Cenoman, Senon.

Die carbonischen Sandsteine werden hauptsächlich in den oberschlesischen Kreisen Beuthen, Kattowitz, Pless, Ratibor, Rybnik, Zabrze, aber auch im Kreise Waldenburg zu Bauzwecken gebrochen. Die Sandsteine des Rotliegenden werden nur an vereinzelten Punkten der Kreise Goldberg-Haynau, Löwenberg, Neurode und Schönau gewonnen.

Brüche im Buntsandstein finden sich im Kreise Löwenberg und Schönau.

Sandsteine aus der obersten Trias bzw. mittlerem Jura werden in den Kreisen Kreuzburg und Rosenberg gefördert. Die Hauptsandsteinindustrie aber beruht auf den Sandsteinen der Kreideformation, und zwar erstreckt sie sich auf die Kreise Bunzlau, Frankenstein, Glatz, Görlitz, Goldberg-Haynau, Habelschwerdt, Landeshut, Löwenberg und Neurode.

Von den carbonischen Sandsteinen Oberschlesiens seien besonders erwähnt die Fundpunkte im

1. Kreis Beuthen. a) Ruda: Das Gestein ist hier so feuerfest, dass es zu Gestellsteinen für Hochöfen und zum Ausbau von Glasöfen Verwendung findet. b) Königshütte: Von hier wurde Material zum Bau des katholischen Waisenhauses in Königshütte entnommen. c) Schwientochlowitz: Der graugelbe mit spärlichen Kohlepartikeln durchsetzte, ziemlich grobporige und feste Sandstein fand Verwendung an der evangelischen Kirche in Beuthen (Alter 400 Jahre). Wenn auch einzelne Steine verwittert sind, so hat sich das Material im allgemeinen gut erhalten.

2. Kreis Kattowitz. a) Bogutschütz und Sanow: Die evangelische und katholische Kirche in Kattowitz und die Postgebäude in Beuthen und Myslowitz bestehen aus hier entnommenem Sandstein. b) Agnes-Amanda-Grube bei Kattowitz: Das graugelbe, kleine bis grobkörnige und grobporige Gestein ist undeutlich geschichtet, zeigt rostgelbe Streifen und spärliche Kohlepartikel, besitzt aber eine erhebliche Festigkeit. Aus diesem Sandstein wurde ein Teil der Marienkirche in Beuthen (Alter ca. 13 Jahre), die katholische Kirche in Zabrze (Alter ca. 30 Jahre) und die evangelische Kirche in Beuthen (Alter 400 Jahre) erbaut. An letzterem Bauwerk hat sich das Material als wetterfest erwiesen, während sich an dem Sockel des Gitters des Marienkirchhofes eine beträchtliche Verwitterung bemerkbar gemacht hat.

3. Kreis Pless. Orzesche: Die Farbe des Sandsteins ist gelblichgrauweiss, zum Teil oft streifig, das Material mittelkörnig, ziemlich grobporig und sehr fest. Unter anderem wurde aus diesem Gestein die Schiffsschleuse in Kosel (Alter 66 Jahre) erbaut, deren Erhaltungszustand bisher vorzüglich ist.

4. Kreis Ratibor. Koblau: Das Landschaftsgebäude und Landgericht zu Ratibor, das Schloss Schillersdorf und die Brücke der ehemaligen Wilhelmsbahn sind aus diesem Sandstein gebaut.

5. Kreis Rybnik. a) Oberniewiadom: Von hier wurde ebenfalls zum Bau des Landgerichtsgebäudes in Ratibor Sandstein geliefert. b) Belk; c) Rydultau: Der Sandstein ist grau und grobkörnig, ziemlich kompakt, aber wenig fest, und ähnelt einer Grauwacke. Das Porenzement ist sehr schwach silifiziert und enthält Körnchen von Feldspat, Kieselschiefer und Kohle-

partikeln. d) Pschow: Die Kirchhofsmauer in Pschow, die vor 40 Jahren aus diesem Sandstein gebaut wurde, musste schon häufig renoviert werden infolge beträchtlicher Verwitterung des Sandsteins. e) Radoschau: Das Material ist von grauwackenartiger Beschaffenheit mit Körnchen von Feldspat, Kieselschiefer und Kohlepartikeln, ziemlich kompakt, grobkörnig, aber wenig fest. Verwendung fand es zusammen mit Rydultauer Sandstein im Sockel der 70 Jahre alten Kirche in Oberjastrzemb und der 90 Jahre alten Kirche in Stanitz. In beiden ist das Material gut erhalten.

6. Kreis Zabrze. a) Dorotheendorf: Für die 30 Jahre alte katholische Kirche in Zabrze wurde hier das Material gebrochen, das sich bisher im allgemeinen gut erhalten hat.

Die carbonischen Sandsteine des Kreises Waldenburg spielen eine untergeordnete Rolle. Zu erwähnen ist nur ein Bruch bei Salzbrunn, aus dessen Stein der Annaturm in Salzbrunn gebaut ist, und bei Charlottenbrun, der zu den Durchlässen auf der Dittersbach-Glatzer Bahnstrecke das Material geliefert hat.

Sandsteine des Rotliegenden haben nur Bedeutung gewonnen im

1. Kreis Neurode: Bruch Schlegel am Kirschberge. Der dunkel, schön graurote, unregelmässig kleinkörnige und undeutlich geschichtete Sandstein ist von ziemlicher Festigkeit und zeigt Quarz- und Kieselschiefereinschlüsse. Er ist frei von Glimmer- und Tonbestandteilen, hat aber kiesige Lagen. Das Porenzement ist schwach silifiziert. Aus diesem Gestein wurde vor ca. 30 Jahren die evangelische Kirche in Neurode gebaut, die an der westlichen Aussenseite bereits deutliche Spuren von Oberflächenverwitterung zeigt, im Inneren aber noch vollständig fest ist. Der rote Sandstein, den hier die Firma L. Niggl-Breslau in zwei Brüchen gewinnt, zeigt eine Druckfestigkeit von 1100 kg/qcm.

2. Kreis Schönau bei Schönau. Hier wurde das Material gebrochen für die katholische Kirche in Röversdorf, deren Alter 650 Jahre ist, sowie für die katholische Kirche in Schönau, die 500 Jahre steht; das Material hat sich an beiden Kirchen als wetterbeständig erwiesen. Die bei den Festungswerken von Silberberg verwandten Sandsteine von kirschroter bis bräunlichroter Farbe stammen ebenfalls aus dem Rotliegenden. Sie sind fein- bis mittelkörnig und glimmerhaltig. Die Verwitterung an diesen zirka 150 Jahre alten Mauern ist schwankend. Der Ort des ehemaligen Bruches ist unbekannt.

Buntsandstein wird in geringem Umfang abgebaut in dem Kreise Löwenberg: a) Langenvorwerk bei Siebeneichen. Das rote Material eignet sich zu einfacheren Bausteinen, Fussbodenplatten, Futtertrögen und Mühlsteinen. b) Neuland und c) Waltersdorf bei Lähn. In diesen beiden Brüchen ist das Material auch zu Mühlsteinen verwertet worden.

Die Sandsteine der Keuper- und Juraformation haben einige Verwendung gefunden im

1. Kreis Kreuzburg: bei Kreuzburg. Hier wird zweierlei Material gewonnen: ein sandiger Toneisenstein und ein sogenannter „Eisensandstein". Das Material befindet sich dicht unter der Ackererde. Aus den tieferen Lagen wird es als Eisenerz verwendet. Es wird dieses Vorkommen wahrscheinlich dem Dogger zuzurechnen sein.

2. Kreis Rosenberg: a) bei Rosenberg. Das Vorkommen gleicht vollkommen dem von Kreuzburg. b) Kostelitz bei Bischdorf und Rodzanowitz bei Rosenberg. In beiden Brüchen wird ein eisenschüssiger Sandstein gewonnen, der vielfach zu Bauten in den umliegenden Dörfern verwendet worden ist.

Die Sandsteine der Kreideformation verteilen sich auf zwei Gebiete, auf die Gegend von Lauban, Bunzlau, Löwenberg und auf das Heuscheuer-

Gebirge. Die Sandsteine des Heuscheuer-Gebirges haben wegen ihrer grösseren Wetterbeständigkeit die der anderen Gebiete stark verdrängt, vor allem haben dadurch die Sandsteine des Kreises Bunzlau, aber auch die des Kreises Löwenberg an Bedeutung verloren. Zu erwähnen sind im:

1. Kreis Bunzlau. a) Alt-Warthau und Neu-Warthau: Das teils weisse, teils gelbe fein- bis kleinkörnige, mittelfeste Gestein ist oft von sehr harten, braunen Eisenkiesel- oder weissen Kalkspatadern durchzogen, wodurch die Bearbeitung des Gesteins sehr erschwert wird. Manchmal zeigt es Stiche, die jedoch in dem unweit davon liegenden Rackwitzer Bruch weniger in Erscheinung treten. Der weisse Stein lässt sich durch Anstrich mit einer dünnen Eisenvitriollösung täuschend und dauerhaft gelb färben. Diese Sandsteine dürfen nicht mit Zement oder Trassmörtel versetzt werden, denn ihr aus Gips bestehendes Bindemittel würde durch das im Zement und Trass enthaltene Salz vollkommen zerfressen werden. Dagegen haben sie sich bei Anwendung von Mörtel und Wasserkalk oder gewöhnlichem Kalk mit Ziegelmehlzusatz vorzüglich bewährt. Aus Warthauer Sandstein sind u. a. gebaut: viele Viadukte und Brücken, Dorotheenkirche in Breslau, die trotz ihrer 500 Jahre nur eine glatte, unbedeutende Verwitterungsrinde zeigt, die 670 Jahre alte katholische Kirche in Löwenberg, bei der eine beträchtlichere Verwitterungsrinde festzustellen ist, während das Material im Innern noch ziemlich fest ist; ferner das Museum, die Königliche Regierung und die Magdalenenkirche in Breslau.

Abgebaut wird der Warthauer Sandstein hauptsächlich von der Firma C. Schilling-Berlin-Tempelhof, die umfangreiche, modern eingerichtete Brüche und einen Steinmetzwerkplatz mit Diamantsägerei besitzt. Die Druckfestigkeit für lufttrockene Steine beträgt im Mittel 556 kg/qcm, das spezifische Gewicht 1,969. (cf. Kreis Glatz und Neurode.)

In neuerer Zeit wurde von hier u. a. Material für die Technische Hochschule, Museum für Völkerkunde und für Figuren vor dem Kunstgewerbemuseum, für das neue Kammergericht in Berlin, das Residenzschloss und die Oberpostdirektion in Posen entnommen.

b) Herzogswaldau: Der Sandstein fand Verwendung am Turm der katholischen Kirche in Naumburg am Queiss, zeigt aber schon bei einem Alter von 15 bis 20 Jahren beginnende Verwitterung.

c) Looswitz: Das graue, klein- bis sehr grobkörnige Gestein von recht verschiedener Festigkeit ist zum Bau der katholischen Kirche in Bunzlau verwendet worden. Der 300 bis 400 Jahre alte Bau ist wiederholt renoviert und das Gestein zeigt ziemlich starke Auswitterungen, im Innern eine schwankende Festigkeitsverminderung.

d) Bei Bunzlau: Das Material ist von verschiedener Beschaffenheit, grauweiss, gelblichgrau bis rostgelb, feinkörnig bis ungleichmässig grobkörnig, fein- bis grobporig, mit mehr oder weniger Kaolin in den Poren. Erbaut sind aus diesem Sandstein in Verbindung mit Goldberg-Haynauer Sandstein die Liebfrauen-Kirche in Liegnitz (Alter 500 Jahre). Die glatten Mauerflächen sind gut erhalten, dagegen die Kanten stark beschädigt, — vielleicht durch Feuer. Die evangelische Oberkirche daselbst (Alter 450 Jahre) zeigt an allen Bauteilen eine ziemlich beträchtliche narbige Verwitterungsrinde, ebenso die katholische Pfarrkirche (Alter 180 Jahre) des Jesuitenkollegiums dort, die Ritterakademie (Alter 170 Jahre), der 400 Jahre alte Glogauer Torturm, die katholische Kirche in Jauer (Alter von 300, zum Teil von 400 und 500 Jahren), und der gleichaltrige Striegauer Torturm daselbst. Dagegen hat sich das dortige Landwehrzeughaus mit seinen 400 Jahren ziemlich gut erhalten.

e) Dobrau: Das Gestein ist weiss, fein- bis kleinkörnig, das Porenzement nicht silifiziert, enthält Kaolin und ist wenig fest.

f) Naumburg am Queiss: Das hellgrau-weisse, fein- bis kleinkörnige, ziemlich poröse, feste Gestein besitzt kein silifiziertes Porenzement. Stark zur Verwitterung neigend.

2. Kreis Löwenberg. a) Plagwitz: Der Stein ist grauweiss, seltener rot und gelb, spezifisches Gewicht 2,0, mittlere Druckfestigkeit 600 kg/qcm. Die Wetterbeständigkeit ist sehr gut. Er eignet sich für Hoch- und Brückenbau. b) Deutmannsdorf: Die Firma L. Niggl-Breslau, die besonders im Heuscheuergebirge noch ausgedehnte Betriebe besitzt, fördert hier mit ca. 60 bis 70 Arbeitern in drei Brüchen, von denen zurzeit nur einer im Betrieb ist, einen weissen und gelben, dichten mittelkörnigen und gleichmässigen Stein, der bei einer mittleren Druckfestigkeit für lufttrockene Proben von 379 bis 478 kg/qcm durchaus wetterbeständig ist. Werksteinlieferung u. a. für Technische Hochschule Charlottenburg und Kaufhaus A. Wertheim, Alexanderplatz, Berlin, Karoluskirche in Breslau. c) Wenig-Rackwitz: Die Brüche liegen auf einem schmalen, fast isolierten Bergrücken. Die Farbe und Struktur des Gesteins ist dem Warthauer sehr verwandt. Es treten hier schwach gelblich flammige Adern auf, die bei Warthau nicht vorkommen. Das feinkörnige Material hat ein homogenes Gefüge und ist infolge seines hohen Kieselsäuregehaltes sehr fest; Druckfestigkeit 500 kg/qcm. Zur Verwitterung neigende Mineralbestandteile sind nur verschwindend wenig vorhanden. Der Stein wurde verwendet zu dem alten Rathaus in Löwenberg und der Nordseite der katholischen gotischen Kirche daselbst. Letztere zeigt trotz ihres Alters von 670 Jahren nur eine oberflächliche Verwitterung ohne Festigkeitsverminderung im Innern. Lieferungen: u. a. für das Ministerium der öffentlichen Arbeiten, für das Kriminalgericht, Joachimstaler Gymnasium, Hallische Torgebäude, Kgl. Geologische Landesanstalt und Bergakademie, Landwirtschaftliche Hochschule, Museum für Völkerkunde und Palais Pless in Berlin. d) Löwenberg: Das weisse bis schwach gelbliche, fein- bis mittelkörnige, feste Material hat zum Bau der katholischen Kirche und der dortigen Stadtmauer (4-500 Jahre alt) Verwendung gefunden. Verwitterung wechselnd. e) Nieder-Langenau: Verwendung zum Bau des Bahnhofs in Hirschberg, der Boberbrücke und des Viadukts. f) Gross-Rackwitz: Verwendung zum Bau des Turmes der katholischen Kirche in Naumburg am Queiss.

3. Kreis Görlitz. a) Hochkirch: Das Gestein ist weiss und feinkörnig, aber wenig fest. Das Porenzement ist nicht silifiziert und enthält Kaolin. b) Penzighammer: Dieser Sandstein hat sich wetterbeständig erwiesen an der Peter-Paul-Kirche in Görlitz (670 Jahre alt), an der Frauenkirche und am Rathaus daselbst, beide ca. 450 Jahre alt.

4. Kreis Goldberg-Haynau. a) Hockenau: Das Gestein ist grobkörnig, porös, ziemlich fest und enthält in frischem Zustande reichlich Kaolin in den Poren. Die Deutschen Steinwerke C, Vetter A.-G. zu Eltmann a. M. unterhalten hier einen Bruch, in dem etwa 70 Arbeiter im Jahre 800 cbm Stein fördern. Der Sandstein ist gelblichweiss und wird wesentlich für Fassadenbau bevorzugt. Verwendung u. a. Pfarrkirche in Schweidnitz (500 Jahre alt), Stadttheater Posen, Schillertheater Charlottenburg, Oberpostdirektion Breslau. b) Neudorf a. Bgb.: Das hier gewonnene Material führt wegen der örtlichen Nähe auch den Namen „Hockenauer Sandstein". Der Bruch gehört der Firma Künzel & Hiller, Berlin-Friedenau. Es werden zwei verschiedene Qualitäten gebrochen: Die Steine aus den oberen Horizonten heissen „Hockenauer Sandsteine", die aus den tieferen „Neudorfer

Wassersteine". Dieser Stein ist einer der besten Sandsteine Schlesiens und wird zurzeit zu den umfangreichen Renovationsarbeiten am Breslauer Dom verwandt, da er durchaus dem seinerzeit verwendeten Material entspricht. Der Betrieb beschäftigt 20 bis 120 Arbeiter, die pro Jahr 1000 bis 2000 cbm Steine fördern. Verwendung u. a.: Kgl. Staatsarchiv, Universität, Lutherkirche, Hallenschwimmbad Breslau. c) Wolfsdorf bei Goldberg: Der Stein zeigt einen sehr guten Erhaltungszustand an der Elisabethkirche zu Breslau (ca. 500 Jahre) und am Rathaus daselbst (ca. 400 Jahre).

5. Kreis Landeshut. a) Schömberg: Der Stein ist grünlich und gelb (glaukonitisch), unregelmässig, kleinkörnig, ziemlich fest. Bei der Verwitterung wird er rostfleckig und die Verwitterungsrinde zeigt ausgenagte Lagerstreifen. b) Grüssau: Das weisse, klein- bis grobkörnige, deutlich geschichtete Gestein ist wenig fest, das Porenzement ist mässig silifiziert. c) Plagwitz: Für Hoch- und Brückenbau hat sich dieser Sandstein gut bewährt, er besitzt ein spezifisches Gewicht von 2,0 und eine Druckfestigkeit von 600 kg/qcm, seine Wetterbeständigkeit ist sehr gut und seine Farbe meist grauweiss, seltener rot und gelb. d) Trautliebersdorf: Material zum ersten Kloster Grüssau 1242 und zum jetzigen. Die Industrie neigt sich dem Ende zu.

6. Kreis Frankenstein. Das Vorkommen bei Frankenstein hat nur historische Bedeutung. Das gelbe, fein- bis kleinkörnige, poröse, deutlich geschichtete Gestein von geringer Festigkeit mit reichlichem Eisenocker in den Poren und zersetzten Feldspaten ist in der ca. 390 Jahre alten Schlossruine von Frankenstein im allgemeinen gut erhalten.

7. Kreis Glatz. a) Kudowa: Das Gestein ist graugelb bis weiss, mitunter geflammt, ausserordentlich fest und zeigt eine selten geringe Fähigkeit zur Wasseraufnahme. Durchschnittsfestigkeit 599 kg/qcm. Es kam u. a. zur Verwendung am Reichstagsgebäude, Herkulesbrücke in Berlin, Rathaus Hamburg, Bahnhof Cöln. Die Wasseraufnahme des Tscherbeneyer Steins (dicht bei Kudowa) beträgt 0,021 kg auf 1 kg, also 2,1 %, dagegen beim Oberkirchener Sandstein 3½ %. Die Bearbeitung ist wegen seiner grossen Härte sehr schwierig. Mitunter treten braune Rostflecken auf, die wahrscheinlich auf Mangan zurückzuführen sind, doch an der Luft und durch Sonne und Regen verschwinden. Bisweilen aber zeigt dieses sonst ausgezeichnete Gestein auch noch grosse runde Sandlöcher. b) Friedersdorf: Die Farbe ist weiss und gelb. Spezifisches Gewicht 2,35, mittlere Druckfestigkeit für lufttrockenen Stein 1082 kg/qcm. Hier besitzt die Firma C. Schilling, ebenso im Goldbachtal bei Rückers, verschiedene Bruchstellen, aus denen die Steine auf dem Werkplatz am Bahnhof Rückers verarbeitet werden. Von diesem Vorkommen lieferte die vorgenannte Firma u. a. das Material zu dem Schwibbogen der Deutschen Bank in der Mauerstrasse, zur Hansabrücke in Berlin und zum Portal der Michaeliskirche in Hamburg (Abb.5). c) Rotherberg und Schäferberg: lieferten das Material zu den Festungswerken in Glatz, das trotz seiner zirka 300 Jahre sich wetterbeständig erwiesen hat. d) Rudelsdorf: Zum Rathaus in Breslau und Glatz, zum Landgericht in Schweidnitz und zu verschiedenen Bauten in Königsberg wurde der Sandstein hier entnommen. e) Bei Rückers fördert die Firma Reichel & Komarek in Rückers einen festen, wetterbeständigen, mittel- bis grobkörnigen Sandstein von hellgelber bis gelb geaderter Farbe. Im Goldbachtale bei Rückers arbeitet die Firma C. Schilling-Berlin-Tempelhof. (cf. auch Kreis Bunzlau und Neurode.)

8. Kreis Neurode. a) Albendorf: Das Gestein ist graugelb bis grauweiss und fest. Seine Wetterbeständigkeit ist sehr fest. Die Brüche der Firma L. Niggl-Breslau, die sich über Stolzenau nach Wallisfurth erstrecken

und in denen ca. 400 Arbeiter beschäftigt sind, haben eine Ausdehnung von rund einem Kilometer. Die Druckfestigkeit beträgt 900 bis 1000 kg/qcm. Von den zahlreichen Bauten, zu denen diese Firma das Material lieferte, seien nur hervorgehoben: Verwaltungsgebäude des Bundes der Landwirte, Berlin; Oberster Rechnungshof, Potsdam; Kaiserliches Patentamt, Berlin; Italienische Botschaft, Berlin; General-Landschaftsgebäude, Berlin; Postämter in Breslau, Danzig, Hamburg, Denkmal für Wissmann in Daressalam. b) Wünschelburg: Dieser cenomane Sandstein ist weiss bis gelblich, ziemlich feinkörnig, mit spärlichem Feldspatgehalt und wenig Kaolin. Die Wetterbeständigkeit ist sehr gut. An der Dorotheenkirche zu Breslau (Alter ca. 500 Jahre) ist nur eine unbedeutende glatte Verwitterungsrinde festzustellen, während im Innern der Stein fest ist, ein Gleiches beobachtet man an der 400 Jahre alten katholischen Pfarrkirche in Glatz. Der grösste Sandsteinbruch ist wohl der der Firma C. Schilling-Berlin-Tempelhof (Abb. 6). Das Material wird auf den Werkplätzen zu Wünschelburg und Mittelsteine verarbeitet. Mittlere Druckfestigkeit 652 kg/qcm. Die vier Fronten der neuen Königlichen Bibliothek in Berlin, die Fassaden der Akademie und Ansiedlungskommission in Posen stammen aus diesen Brüchen.

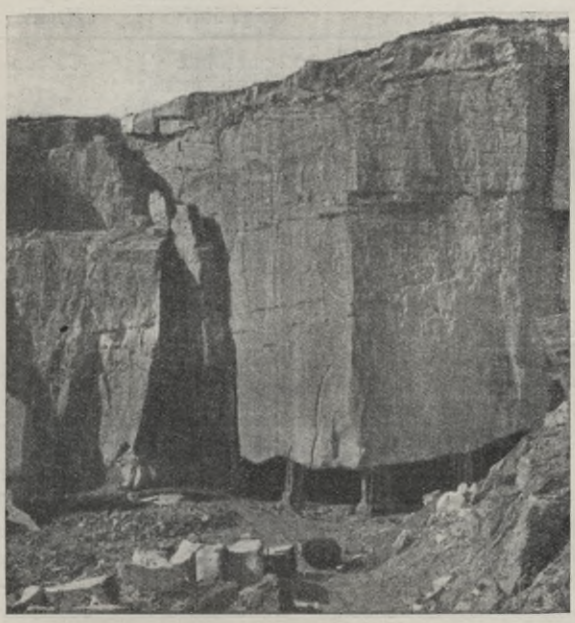


Abb. 5 Steinbruch von C. Schilling in Friedersdorf.

9. Kreis Habelschwerdt. a) Oberlangenau. b) Neu-Waltersdorf und Kiesslingswalde: Das Gestein ist grünlich mit rostfarbenen Streifen und Kaolin in den Poren. Aehnlich dem Berner Molassesandstein. Das Vorhandensein von Glimmer und von kiesigen Lagen verlangt eine sorgfältige Auswahl. Er ist wenig wetterbeständig. Daher besser geeignet zur Verwendung im Innern.

Abb. 6 Steinbruch von C Schilling in Wünschelburg

Kreis	Ort	Formation
Beuthen	Heyduk	Carbon
	Königshütte	„
	Ruda	„
	Schwientochlowitz	„
Bunzlau	Bunzlau Umgeg.	Senon
	Dobrau bei Bunzlau	„
	Herzogswaldau	„
	Looswitz	„
	Naumburg a. Qu.	„
	Ottendorf	„
	Rittlitztreben	„
	Tillendorf	„
	Waldau	„
	Warthau, Alt- und Neu-	„
	Werau	Ob.Kreide
Frankenstein	Frankenstein	Kreide
Glatz	Alt-Wilmsdorf	Kreide
	Friedersdorf	Cenoman
	Friedrichsgrund bei Rükers	Senon
	Glatzer Brüche	Cenoman
	Goldbach	„
	Grunwald	„
	Nieder-, Ober-Schwedelsdorf	„
	Neurode	„
	Rotherberg	„
	Kudowa	Tur. u. Cenoman
	Rückers (Höllental)	Cenoman
	Schäferberg	„
	Wallisfurth	Tur.
Görlitz	Hohkirch	Senon
	Langenau	Cenoman
	Penzighammer	Senon
Goldberg-Haynau	Goldberg (Umgegend)	Cenoman „
	Gröditzberg	
	Harpersdorf	„
	Hermsdorf	„
	Hockenau	„
	Neudorf a. Bgb.	Rotl.
	Pilgramsdorf	Cenoman
	Seifenau	„
	Wolfsdorf bei Goldberg	„
Habelschwerdt	Hammer a. d. Schlösselkoppe	Kreide
	Habelschwerdt (Umgegend)	Cenoman
	Langenau	„
	Kieslingswalde	Kreide
	Neu-Waltersdorf	Turon
	Neu-Weistritz	Kreide
Habelschwerdt	Nesselgrund	Senon
	Ober-Langenau	„
	Stubengrund-Pohldorf	„
	Voigtsdorf	Kreide
Kattowitz	Agneshütte	Carbon
	Agnes-Amanda Grube	„
	Antonienhütte	„
	Bogntschütz	„
	Brenzkowitz	„
	Brzezinka	„
	Janow	„
	Kattowitz	„
	Kattowitzer Halde	„
	Myslowitz	„
	Radoschau	„
	Wenzlowitz b. Chorzow	„
	Zalenzerhalde	„
Kreuzburg	Kreuzburg	Keuper u. Dogger
Landeshut	Albendorf	Turon
	Grüssau	„
	Schömberg	Cenoman
Löwenberg	Deutmannsdorf	Cenoman
	Gehnsdorf	„
	Gross-Rackwitz	Senon
	Hartliebsdorf	Cenoman
	Hohlstein	Senon
	Husdorf	Cenoman
	Lähn	Kreide
	Lehnhaus	„
	Löwenberg	Cenoman
	Langenvorwerk b. Siebeneichen	Buntsandstein
	Neuland	„
	Nieder-Langenau	Senon
	Ober-Kesseldorf	„
	Plagwitz	Cenoman
	Schiefer	Turon-Cenoman
	Schmottseifen	Rotl.
	Waltersdorf b. Lähn	Buntsandstein
	Wenig Rackwitz	Senon
Neurode	Albendorf	Cenoman
	Passendorf	Turon-Cenoman
	Rudelsdorf	Cenoman
	Schlegel (a. Kirchberg)	Rotlieg.
	Walditz	Cenoman
	Wünschelburg	„
Pless	Bradegrube	Carbon
	Cielmitz	-

Kreis	Ort	Formation
Pless	Jaskowitz b. Orzeche	Carbon
	Mittel-Lazisk	„
	Nicolai	„
	Ober-Lazisk	„
	Orzesche	„
	Ornontowitz	„
	Tichau	„
	Wessola b. Emanuelssegen	„
	Wyrow	„
Ratibor	Hoschialkowitz	Carbon
	Koblau	„
	Petrzkowitz	„
Rosenberg	Rodzanowitz-Rosenberg	Keuper u. Dogger
	Kostellitz bei Bischdorf	„
	Rosenberg	Dogger
Rybnik	Belk	Carbon
	Niedobschütz	„
	Ober-Niewiadom	„
	Pschow	„
	Radoschau	„
	Rydultau	„
Schönau	Neukirch	Buntsandstein
	bei Schönau	Rotlieg.
Waldenburg	Charlottenbrunn	Carbon
	Dittersbach	„
	Göllenau	?
	zwisch. Rosenau u Raspenau	Cenoman
	Salzbrunn	Carbon
	Waldenburg	„
Zabrze	Donnersmarkhütte b. Zabrze	Carbon
	Dorotheendorf	„
	Zaborze	„

2. Grauwacke.

Gegenüber dem Sandstein, der abgesehen vom Bindemittel nur aus Quarzkörnern besteht, ist die Grauwacke aus Bruchstücken sowohl von Sandsteinen, als auch anderer Gesteine zusammengesetzt, so dass neben den Quarzkörnern auch Bröckchen von Kiesel- und Tonschiefer, Granit, Gneis, Feldspat usw. auftreten. Das Bindemittel tritt zurück und ist bald kieselig, kalkig oder tonig. Die Struktur ist sehr wechselnd, dicht bis konglomeratisch, Farbe meist grau, aber durch Eisen öfter rotbraun gefärbt. Das spezifische Gewicht 2,5 bis 2,8; die Härte schwankt zwischen 6 und 8 und die Druckfestigkeit zwischen 2000 und 3000 kg/qcm. Bei kieseligem Bindemittel ist die Wetterbeständigkeit sehr bedeutend, bei tonigem mässig.

Recht bedeutende Betriebe finden sich im Kreise Hoyerswerda bei Schwarzkollm, wo die Firma C. Weiland in Liebenwerda i. Sa. mit 250 bis 300 Arbeitern täglich 450 Tonnen fördert, die zum grössten Teil zu Eisenbahnschotter verwertet werden. Ferner werden bei Dubring von den Steinwerken Dubring G. m. b. H. in Hoyerswerda (Schlesien) Grauwacken ebenfalls zu Eisenbahnschottern und Chausseematerialien gebrochen. Hier ist die Förderung 200 cbm pro Tag bei zirka 120 Mann Belegschaft. Kleinere Brüche liegen im Kreise Leobschütz bei Kreuzendorf, Toppau, zwischen Branitz und Boblowitz, am Huhlberg bei Bratsch, im Kreise Neustadt bei Eichhäusel, Neudeck, Wildgrund, Kunzendorf und Langenbrück. Die bei letzterem Ort anstehende kulmische Grauwacke ist ein grüngelbes, mittelkörniges, sandsteinartiges, sehr festes Gestein, ohne wahrnehmbare Schichtung, mit vorwaltendem Quarz und sehr reichlichem, stark kieseligem Bindemittel. Die körnigen Bestandteile sind neben Quarz Tonschieferbrocken und untergeordnet Feldspatkörnchen. Hiervon wurden der Turm am Schlossplatz in Neustadt (300 Jahre alt), der Niedertorturm und die noch stehenden Reste der alten Stadtmauer (Alter 310 Jahre) daselbst gebaut. Die hier verwendete Grauwacke zeigt trotz des hohen Alters nur eine unbedeutende Verwitterungsrinde mit Andeutung von Schichtstreifen. Im Innern eine nur ganz geringe Festigkeitsverminderung. Sodann liegt im Kreise

Rothenburg ein Bruch bei Kollm, in dem silurische Grauwacke ansteht, ebenso im Kreis Frankenstein ein Bruch bei Wartha und bei Landeshut ein Bruch, in dem ein ziemlich grobkörniges, kulmisches Material gewonnen wird, dessen vorwaltende körnige Bestandteile Quarz, Tonschiefer und Kieselschiefer sind, und dessen toniges Bindemittel ungleichmässig silifiziert ist. Die Reste der Stadtmauer in Landeshut, deren Alter 500 Jahre ist, und das Schloss Kreppelhof (Alter 300 bis 350 Jahre) bestehen aus diesem Gestein, das sich als wetterfest erwiesen hat und nur eine unbedeutende, höckrig ausgenagte Verwitterungsrinde zeigt.

3. Quarzite.

Diese feinkörnigen bis dichten Aggregate von Quarzkörnern werden dort, wo sie gebrochen werden, im wesentlichen zu Baumaterial für Strassen und auch als Mauersteine verwendet, sie finden aber auch einen nicht unbedeutenden Absatz in der Glas- und Dinassteinindustrie und zur Bereitung von feuerfestem Mörtel.

Zu erwähnen sind im

1. Kreis Görlitz: Rotwasser und Tiefenort;
2. Kreis Neisse: Bruch auf dem Holzberge, aus diesem Material ist der Turm des Obertores in Ziegenhals (Alter 300 Jahre) erbaut; Bruch zwischen Ziegenhals und Nicklasdorf an der Bahnlinie,
3. Kreis Neurode: Bruch im Bautengrund bei Königswalde;
4. Kreis Rothenburg: Bruch bei See und Thräna;
5. Kreis Strehlen: bei Krummendorf, wechsellagernd mit Quarzschiefer, und bei Schönbrunn. Diese beiden Vorkommen beutete die Firma Vereinigte Crummendorfer Quarzschieferbrüche Lange, Lux & Oelsner, Post Riegersdorf, Kreis Strehlen aus.

do str. 146? mlenuk

Quarzschiefer. Lupek kwarcowy

Zwischen Gneis und Glimmerschiefer liegen bei Krummendorf, Kreis Strehlen, weisse Quarzschiefer, die seit Mitte vorigen Jahrhunderts als natürliche, hochfeuerfeste Steine für die Industrie gewonnen werden. Entstanden voraussichtlich aus Arkosesandstein, bestehen sie heute aus Quarz und

Abb. 7 Bruch der Firma Lange, Lux & Oelsner, von Osten gesehen. Aufgenommen von J. Behr

Sericit, streichen ungefähr ost-west und fallen mit 35 Grad nach Norden ein. Eine von Dr. Klüss im Laboratorium der Königlich Geologischen

Abb. 8 Bruch der Firma Lange, Lux & Oelsner, von Norden gesehen. Aufgenommen von J. Behr

Landesanstalt zu Berlin, Juni 1911, ausgeführte Analyse, zu der das Material im Bruche der Firma Lange, Lux & Oelsner entnommen war, ergab:

SiO_2 94,97, Al_2O_3 3,36, Fe_2O_3 0,29, CaO Spur,
MgO 0,04, K_2O 0,75, Na_2O 0,09, H_2O 0,61.

Das spezifische Gewicht schwankt zwischen 2,10 bis 2,35.

Nach Bestimmungen des Chemischen Laboratoriums für Tonindustrie, Berlin (Dr. Seger & Cramer) entsprach diese Probe ihrer Feuerfestigkeit nach fast dem Segerkegel 35. Chemisch beruht die hohe Feuerfestigkeit dieses natürlichen Gesteins, ähnlich der für die Dinassteinfabrikation verwendeten Knollenstein-Quarzite, auf dem hohen Kieselsäuregehalt und einem gewissen Prozentsatz von Beimengungen. Die Quarzschiefer, die beste Dinassteine in ihrer Haltbarkeit bis um das Vierfache übertreffen, werden je nach ihrer Verwendung behauen oder gesägt, in die Oefen oder Feuerungen eingesetzt und mit feuerfestem Mörtel vermauert. In der Hitze kristallisiert nun der Quarz unter Volumenvermehrung zu Tridymit um, wobei die fein verteilten Beimengungen einen gleichmässigen Verlauf dieses Prozesses begünstigen, nach dessen Beendigung der Stein eine porzellanartige, gesinterte Oberfläche zeigt. Es ist natürlich Voraussetzung, dass die Quarzschiefer eine

Abb. 9
Roh behauene Steine. Gesägte Steine.

einheitliche Struktur und genügende Festigkeit besitzen, die Mächtigkeit der einzelnen Bänke aber nicht unter ein gewisses Mindestmass sinkt. Sie finden Verwendung als Ersatz für Chamotte- und Dinassteine in der Eisen- und

Stahlindustrie: für Cupol-, Schweiss-, Puddel- und Rollöfen, Generatoren usw., in der Zinkindustrie: für die Gefässe und Gewölbe der Zinkdestillieröfen, Generatoren usw., in der Kalkindustrie: für Ausmauerung der Kalköfen, in Zuckerfabriken: für Kalk- und Schnitzeltrocknungsöfen, ferner: für Kesselfeuerungen, sowie in Brauereien und Mälzereien: für Darröfen usw. Die ältesten und bei weitem bedeutendsten Brüche betreibt die Firma Vereinigte Crummendorfer Quarzschieferbrüche (Lange, Lux & Oelsner), Post Riegersdorf, Kreis Strehlen. Einer dieser drei im gesamten Betrieb vereinigten Brüche ist Eigentum der Königlichen Charité in Berlin, der seit Friedrich dem Grossen dieser Teil des Rummelsberges gehört. Hier finden etwa 400 Arbeiter Beschäftigung. Mit dem Bruch ist ein Diamantsägewerk verbunden. Das Hauptabnahmegebiet ist Oberschlesien, doch erstreckt sich ein nicht unbedeutender Absatz auf Oesterreich-Ungarn, Russland und Rumänien. Aus den gemahlenen Abfällen der besten Steine wird ein Quarzschiefermörtel hergestellt, der den Vorzug hat, sich für jedes Schamottemauerwerk zu eignen. Ausserdem liefert dieses Gesteinsmehl Ersatz für Formsande.

Seit einigen Jahren hat die Firma H. Leipziger & Sohn damit begonnen, die östliche Fortsetzung dieser Quarzschiefer auszubeuten. Von den beiden Brüchen dicht an der Strasse Strehlen-Prieborn musste der eine bereits stillgelegt werden. Die Abdeckarbeiten gestalten sich zu kostspielig. Auch zeigen die Quarzschiefer hier zahlreiche Störungen, durch die die Bänke stark zerbrochen sind und durch die die eindringenden Sickerwässer die für die Bearbeitung notwendige Festigkeit des Steines nachteilig beeinflussen.

Auf den verwitterten Schichtenköpfen finden sich öfters prächtige Bergkristalle, und ihre Anreicherung auf gewissen Spalten hatte hier schon in früheren Jahrhunderten — sicher schon um 1656 — zu Kristallgräbereien Veranlassung gegeben. Im Jahre 1794 wurde dieser Betrieb eingestellt.

4. Tonschiefer.

Das petrographisch sehr verschiedenartig zusammengesetzte, in der Hauptsache aus kieselsaurer Tonerde bestehende Gestein zeigt eine schiefrige Absonderung, ist vielfach feuerfest und auch wetterbeständig; die Farbe schwankt wie die Zusammensetzung. Das wichtigste Material ist dasjenige Gestein, das sich infolge seiner sehr gleichartigen, dichten, ebenschiefrigen Beschaffenheit, seiner ausserordentlichen Spaltbarkeit und seiner Wetter- und Farbenbeständigkeit zu Dachschiefern eignet.

Derartige Vorkommen liegen im Kreise Neisse bei Arnoldsdorf. Jedoch werden sie hier auch zu Mauersteinen verwendet. Als Dachschiefer haben sie zu der katholischen Pfarrkirche und dem Hauptzollamt in Neisse (Alter 92 Jahre) Verwendung gefunden. Das Material hat sich im allgemeinen gut erhalten. Ebenso ist aus dem Kreise Lauban bei Goldentraum und dem Kreise Liegnitz bei Grünowitz und Weissenleipe ähnliches Material bekannt. Früher hat man auch im Kreise Münsterberg bei Münchhof den dortigen Tonschiefer zum Dachdecken gebraucht.

Die übrigen im Steinbruchbetrieb gewonnenen Tonschiefer eignen sich nur zu Baumaterialien. Sie liegen im Kreise Schönau, am Buchberg bei Falkenhain, im Kreise Löwenberg am Lähnberg bei Lähn und im Kreise Bolkenhain bei Nimmersath. Aus diesem silurischen Schiefer wurde die Burgruine in Nimmersath gebaut, deren Alter 500 bis 600 Jahre ist, wobei sich das Material ebenso wetterbeständig erwiesen hat, wie bei der ebenso alten Turmruine der Bolkoburg, zu der das Material aus dem Steinbruch bei Bolkenhain entnommen ist. Im Kreise Jauer wird bei Hermannsdorf am Wege nach Pombsen silurischer Tonschiefer abgebaut, der seinerzeit Ver-

wendung zum Brückenbau über die Wütende Neisse in Jauer (Alter 100 Jahre) gefunden hat. Die Stirnflächen der Brücke zeigen aber bereits beginnende Verwitterung. Im Kreise Nimptsch werden bei Heidersdorf und Pristram, im Kreise Frankenstein bei Eichau ebenfalls kleinere Brüche unterhalten.

Als Abart der Tonschiefer seien noch die silurischen Grünschiefer erwähnt, die im Kreise Jauer im Mönchswald zwischen Seichau und Willmannsdorf an der sogenannten Teufelskanzel abgebaut wurden.

b) Chemische.

Gips.

Das aus wasserhaltigem schwefelsauren Calcium: $Ca\,SO_4 + 2\,H_2O$ bestehende Mineral wird seit Jahrhunderten im Kreise Löwenberg bei Neuland und im Kreise Lauban bei Haugsdorf a. Q. abgebaut. Beide Vorkommen sind Lager in der Zechsteinformation, von denen das bei Neuland zirka 25 m mächtig ist.

Alleinige Bedeutung haben die Gipswerke der Herrschaft Neuland (Alfred von Wietersheim), die nördlich der Kolonie Alt-Neuland den Gips im Tagebau fördern. Der Betrieb umfasst über 10 Morgen des Vorkommens, das sich von Südosten nach Nordwesten hinzieht. Die Produktion beträgt bei 20 Arbeitern 600 Waggons jährlich. Der Gips besteht teilweise aus ganz reinem, weissen Alabaster, teilweise aus einem etwas bläulichen Material und enthält 95,97 % $Ca\,SO_4 + 2\,H_2\,O$.

Die Verwertung ist ausserordentlich vielseitig:

1. ungebrannt für Glas-, Farben- und Siegellackfabrikation, zu Düngungszwecken, Desinfektion und Stallstreu zur Bindung des Ammoniaks,
2. gebrannt für Formen, Modelle, chirurgische und zahntechnische Zwecke, für Bildhauer- und Stukkaturarbeiten, als Putz- und Baugips und zur Fabrikation von Gipsplatten und Gipsdielen.

In Oberschlesien gehören die abbauwürdigen Gipsvorkommen dem marinen Tertiär an, in dem sie stockartig auftreten. Wirtschaftliche Bedeutung haben sie im Kreise Leobschütz gewonnen, wo sie durch bergmännischen Betrieb bei Katscher und Dirschel abgebaut werden. Hier erreichte eine Bohrung auf dem Kalkberg erst bei 70 m die liegende Kulmgrauwacke, die der Gips mit einer Mächtigkeit von 54 bis 60 m überlagert. Verwendung findet er hauptsächlich in der oberschlesischen Zementindustrie und für die Landwirtschaft. In grossem Massstab wird er von den Dirscheler Gipswerken (Theod. von Rudzinski) in Dirschel im bergmännischen Tiefbau abgebaut. Hier werden 40 Arbeiter beschäftigt, die ca. 2000 Waggons Gips fördern, der in der Zementindustrie zu Bau- und Stukkaturarbeiten und als Düngemittel Verwendung findet. Ebendort befinden sich geringere Vorkommen bei Dirschkowitz, Deutsch-Neukirch und Kösling.

Kalksteine bzw. Dolomite und Marmor.

Diese hierher gehörenden Gesteine haben alle die gleiche sedimentäre Entstehung, aber die ursprüngliche Struktur der Kalksteine und Dolomite ist teilweise durch Metamorphose in ein kristallinkörniges, festes Gefüge umgewandelt zu Marmor bzw. Dolomitmarmor. Letztere Ausbildungsform ist in Schlesien auf das alte Gebirge beschränkt. Es deckt sich petrographisch der Begriff Marmor nicht mit dem in der Industrie gebräuchlichen, weil hier das Aussehen und die Politurfähigkeit des Gesteins in den Vordergrund gestellt wird.

Die kristallinen Kalke gehören dem Archaikum, zum Teil dem Silur und Devon an. Die Kalke des Rotliegenden und Zechsteins haben eine untergeordnete Bedeutung, dagegen ist eine ausgedehnte Kalkindustrie an die Kreide und den Muschelkalk Ober- und Niederschlesiens gebunden. Vor-

allem ist es der Untere Muschelkalk, der infolge seiner weiten Verbreitung und grossen Mächtigkeit (ca. 200 m) in Oberschlesien abgebaut wird.

Die Orte, bei denen Kalkstein, Dolomit und Marmor gebrochen werden, sind am Schluss dieses Kapitels nach Kreisen geordnet angeführt, und es werden hier nur diejenigen Betriebe besonders hervorgehoben, die ein besonderes Interesse bieten, soweit uns von diesen Nachrichten zugänglich gemacht wurden.

Kreis Habelschwerdt. Am westlichen Abfall des aus Gneis und Glimmerschiefer bestehenden Gebirgsrückens, der in südöstlichem Zuge von Landeck zugleich die Grenze gegen Oesterreich-Schlesien bildet, setzt bei Seitenberg im Oberdorfe ein Kalksteinzug auf, der in den Brüchen am Kreuzberg und Schindlerberg aufgeschlossen ist. In seiner westlichen Fortsetzung wird er bei Wolmsdorf und bei Kunzendorf gebrochen. Der Marmorbruch am Kreuzberg ist Eigentum des Prinzen Albrecht von Preussen. Die Felsen stehen mit steilem Einfallen zutage an, so dass das Gestein, dessen Mächtigkeit zirka 25 m beträgt und das von Hornblendeschiefer überlagert wird, durch Strossenbau gewonnen werden kann. Der Marmor zeigt eine ausgezeichnete Bankung und ist von vorzüglichem mittel- bis feinkristallinem Korn. Die Farbentöne sind gleichmässig und eine äusserst zarte Marmorierung macht ihn dem Pavonazetto ähnlich. Platten von 1 cm Durchmesser Dicke sind noch durchscheinend. Der Betrieb beschäftigt nur zwei Arbeiter. — Im Prinzlichen Schloss zu Camenz ist dieser Marmor zur Innendekoration verwendet, auch der Taufstein der evangelischen Kirche dort ist aus diesem Gestein hergestellt. Es findet sich aber auch noch in vielen anderen Schlössern und Kirchen. Ausserdem werden die verschiedensten Luxusgegenstände aus ihm hergestellt, so Leuchter, Briefbeschwerer, Schalen, Tischplatten und dergl. In Kunzendorf liefert der Gräflich Chamarésche Bruch einen dem Carrarischen ähnlichen Marmor, höchst feinkörnig, schneeweiss und ausgezeichnet politurfähig, dabei sehr wetterbeständig. Auch von Rosenthal ist ein weisslicher schwarz, auch rot geaderter, politurfähiger Marmor bekannt.

Kreis Hirschberg. In diesem Kreise ist bemerkenswert das Marmorvorkommen von Rothenzechau und Wüsteröhrsdorf, das am östlichen Abhang des sogenannten Schmiedeberger Kammes liegt, zwischen Granit und Gneis in langgestreckten, linsenförmigen insularen Partien, die von nördlich bei Kupferberg bis Johannisbad und Schwarzental in Böhmen auf der Südseite des Riesengebirgskammes ca. 30 km sich erstrecken. Durch den Evelinenstollen der Evelinenglücksgrube (Arsenikerzlager), dessen Sohle 100 m unter der Sohle des Rothenzechauer Hauptbruches liegt, ist die senkrechte Höhe des Marmorlagers von 250 m nachgewiesen und eine querschlägige Mächtigkeit in dieser Teufe noch von 24 m. Der ungestörte Zusammenhang des Lagers beträgt 600 m. Der Marmor liegt in 1,5 bis 3 m mächtigen, geschlossenen Bänken und auch in grossen, durch natürliche Klüfte getrennten Blöcken. Die Farbentönung ist wechselnd; graublaue Bänke liegen zwischen solchen dunklerer Färbung, eingesprengt findet sich Chrysotil, daneben treten fast reinweisse Färbungen und hellgelblich weisse bis rötliche auf. Das Gestein ist feinkörnig, dicht, zäh, von hohem Glanz und stark durchscheinend. Eine Gehalt von 29,58 % $MgCO_3$ und 70,42 % $CaCO_3$ charakterisiert diesen Marmor als Dolomit. Seine Verwendung findet er wesentlich als Düngemittel, bei der Selterwasserfabrikation, in den Terrazzo- und Stuccofabriken, als auch zu Bauzwecken. Aus ihm ist die Wandbekleidung im Mausoleum zu Charlottenburg hergestellt.

Kreis Neisse. Die bekanntesten Marmorbrüche Schlesiens sind die von Gross-Kunzendorf. Dem dem Archaikum zugehörige Marmor ist Gneis

und Glimmerschiefer eingelagert. Das Lager findet seine Fortsetzung in südwestlicher Richtung über Saubsdorf hinaus. Es sind die Marmorlager von Kaltenstein als der Gegenflügel von dem Kunzendorfer Lager, nur getrennt durch einen Luftsattel, anzusehen. Der Marmor von Gross-Kunzendorf ist weiss, hellgrau bis graublau, grobkristallin. Die weniger guten Steine sind durch braunen Glimmer geadert und geflammt. Eine weitgehende Verwitterung hat grosse Partien zerstört und lässt nun die Bänke von besonders fester Beschaffenheit um so deutlicher hervortreten. Die Marmorindustrie hatte früher unter den zahlreichen kleinen Einzelbetrieben zu leiden. Jetzt vereinigt die Firma W. Thust, Marmor-, Granit- und Kalkwerke, gegründet 1812 zu Gnadenfrei, die wertvollsten Grundstücke, zirka 400 Morgen, in ihrer Hand und hat hier einen mit allen Hilfsmitteln der Neuzeit ausgestatteten Betrieb. Die Hauptbrüche liegen an der westlichen Seite des Mohrebaches. In ihnen arbeiten 200 Arbeiter und fördern 450 cbm. Seine Hauptverwendung findet dieser Stein zu Bildhauerarbeiten und Werksteinen, zu Grabdenkmälern, Brunnen- und Denkmalsanlagen, Treppenstufen, Bodenbelag, Wandverkleidung, Kamine, Säulen usw. So ist zum Sarkophag des Grossen Kurfürsten und Friedrich I. in Berlin, dem Mausoleum Kaiser Friedrich III., der Haupttreppe und Balustrade im Museum zu Breslau, im Handelsministerium zu Berlin Marmor von hier verwendet worden. Und besonders verdient Erwähnung, dass diese Brüche Blöcke von aussergewöhnlichen Abmessungen liefern, so dass für die Fürstengruft des Domes zu Berlin Marmorsärge aus einem Stück mit folgenden Abmessungen hergestellt werden konnten: Länge 2,85 m, Breite 1,60 m, Höhe 1,15 m.

Im Kreise Strehlen wird nur noch in Prieborn Marmor gebrochen. Von hier hat Herzog Christian zu Liegnitz und Brieg für sein Schloss in Ohlau Steine holen lassen und die Treppen und Kamine daraus hergestellt. Auch der Altar im Breslauer Dom und seine Umgebung sind aus schwarzem Marmor von Prieborn gearbeitet. Der Marmor bildet einen Stock im Quarzitschiefer. Er ist feinkörnig bis dicht, teils schneeweiss bis bläulichweiss, teils ausgezeichnet gestreift und marmoriert. Er wird nur noch gebrannt. Der Bruch gehört der Kgl. Charité zu Berlin.

In der Grafschaft Glatz ist von vielen Orten kristallinischer Kalk bekannt geworden, aber die Vorkommen sind unbedeutend und werden nur zum Brennen benutzt. Sie geben einen ausgezeichneten Putzmörtel.

Kreis Schönau. In diesem Kreise hat der untersilurische Marmor von Kauffung, ein in Tonschiefer eingelagerter Kalk, schon im 18. Jahrhundert Bedeutung erlangt. Aus Brüchen am Kitzelberg, die heute aber verfallen sind, liess bereits Friedrich der Grosse für seine Prachtbauten in Potsdam Marmor brechen. So ist aus diesem Gestein gebaut der Obelisk auf dem alten Markt vor der Nikolaikirche zu Potsdam, ferner die Balustraden des Schlosses Sanssouci, auch am Marmorpalais, zu mehreren Säulen im Vestibül, sowie zu Boden- und Wandplatten im Muschelsaal des roten Palais zu Potsdam kam Kauffunger Marmor zur Verwendung. Der Stein ist von weisser, zum Teil lichtrötlicher Farbe, auch milchig und wachsartig, mit schwarzen durch Graphit gefärbten Lagern. Er ist fein bis grobkörnig, zart durchscheinend und zeigt unregelmässige, tonige Einlagerungen. Seine Wetterbeständigkeit ist für Bauten im Freien daher keine sehr bedeutende. Es verdienen folgende Betriebe Erwähnung: 1. Kauffunger Marmor- und Kalkwerke (Promnitz & Siegert) in Kauffung. Ungefähr 100 Arbeiter brechen in Nieder-Kauffung pro Tag 200 bis 300 Förderwagen Gestein, das zu Werksteinen und industriellen Zwecken Verwendung findet. Aus dem hellen und dunklen Dolomit wird hydraulischer Grau- und Schwarzkalk hergestellt. 2. Die Niederschlesischen Kalkwerke (Otto Demisch) G. m. b. H. in Nieder-Ludwigs-

dorf O.L. besitzen in Oberkauffung einen Bruch mit 40 Mann Belegschaft und ca. 10 000 cbm Förderung. Der Marmor wird in der Brennerei zu Bau- und Düngekalk, zu Marmormehl für die Glasfabrikation und dergl. verarbeitet. 3. Die Marmorwerke Silesia G. m. b. H., W. Planck in Hirschberg i. Schles. haben ihren Betrieb in Kauffung und beschäftigen 220 Arbeiter bei einer Förderung von 120 000 Tonnen (à 10 000 kg). Der Marmor wird hauptsächlich gebrannt, auch Marmormehl zur Glasfabrikation wird hergestellt, doch werden auch für Bildhauerarbeiten und für Werksteine Lieferungen übernommen.

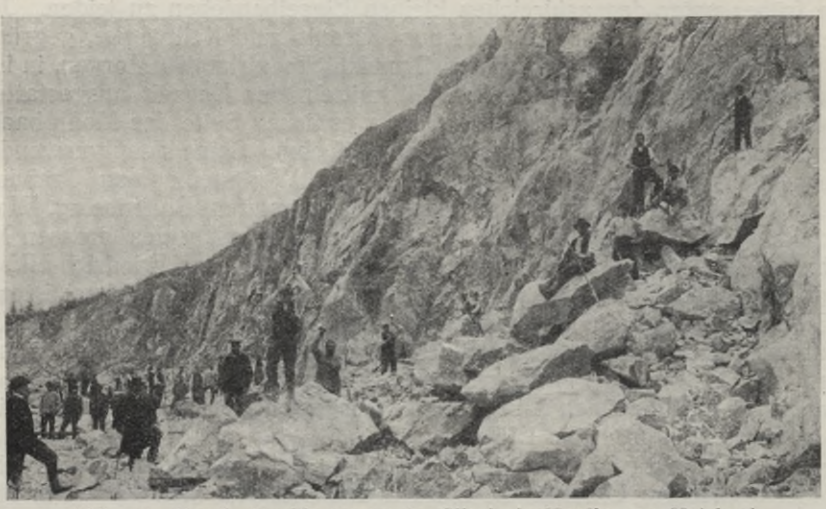


Abb. 10 Bruch der Marmorwerke Silesia in Kauffung a. Katzbach

4. Das Kalkwerk Tschirnhaus in Liegnitz beschäftigt in seinem Marmorbruch zu Ober-Kauffung 650 Arbeiter und fördert täglich 1000 Zentner. Die Analyse des Marmors ergab: Kohlensaurer Kalk 99,10 %, Magnesia an SiO_2 gebunden 0,12 %, Eisenoxydul und Tonerde 0,34 %, Unlösliches und SiO_2 0,44 % = 100,00 %. Dieser Marmor wird wegen seiner Reinheit wesentlich in Glas-, Zucker- und Kohlensäurefabriken verwandt, aber auch zu Bau- und Düngekalk.

Abb. 11 Bruch des Kalkwerks Tschirnhaus zu Ober-Kauffung a. Katzbach

Im Kreise Görlitz sind besonders die Niederschlesischen Kalkwerke Ludwigsdorf O.L. Otto Demisch G. m. b. H. zu erwähnen, die in Niederludwigsdorf mit 72 Arbeitern im Jahre zirka 16 900 cbm silurischen Kalkstein fördern, der körnig bis dicht ist, auch Tonschiefereinlagerungen zeigt. Er wird zu Bau- und Düngekalk gebrannt und roh zu Industriezwecken verwandt. Ein gleiches Gestein gewinnt dieselbe Firma in Kunnersdorf mit 7 Arbeitern und fördert zu gleichen Zwecken jährlich zirka 1100 cbm.

Kreis Löwenberg. Bei Cunzendorf unterm Walde besitzt die Herrschaft Neuland ein Werk, in dem ein silurischer Graukalk gebrochen und ge-

brannt wird. Dieser Kalkstein wird hier seit über 100 Jahren ausgebeutet. Das Gebirge streicht von Westen nach Osten in einer Fläche von 20 Morgen. Der Kalkstein ist von besonderer Reinheit. Im Betriebe sind 6 bis 8 Arbeiter beschäftigt und die jährliche Produktion beträgt 8 bis 10 000 Zentner hochprozentigen, hydraulischen Graufettkalk, der vorzugsweise als Baukalk, aber auch zu Düngezwecken Verwendung findet.

In Grosshartmannsdorf, Kreis Bunzlau, fördern die Kalkwerke Grosshartmannsdorf G. m. b. H. mit 200 Arbeitern im Jahre ca. 10 000 Waggons à 10 Tonnen Muschelkalkstein mit einem Gehalt von 98 % $CaCO_3$. Verwendung: Baustückkalk und Düngekalk, Weissfettkalk, Portlandkalk, gemahlener Aetzkalk zum Düngen, Kalkmergel, rohe Kalksteine für Zuckerfabriken.

Dieselbe Firma betreibt hier noch das Kalkwerk: H. Müssigbrodt, Kalkbrennerei (Schroeter & Jung) Leistung 600 Waggons pro anno (2 Rumfordöfen), und das Kalkwerk Giessmannsdorf mit einem Gasschaftofen und einem Rumfordofen; Leistung 500 Waggons pro anno.

In Nieder-Grosshartmannsdorf, Kreis Bunzlau, wird von den Niederschlesischen Kalkwerken Otto Demisch G. m. b. H. Muschelkalk zu Kalkmergel, Bau- und Düngekalk verarbeitet. Förderung 300 000 Zentner.

Kreis Gross-Strehlitz. Die Schimischower Portland-Cement, Kalk- und Ziegelwerke A.-G. in Schimischow O.S.: Muschelkalk mit 80 bis 90 % $CaCO_3$, Arbeiterzahl 500. — Ottmuth: Graf Pücklersche Kalkbrennereien „Adlys Segen" zu Goradze-Gogolin G. m. b. H.: Muschelkalk mit 97,5 % $CaCO_3$, Arbeiterzahl 50, jährliche Förderung 35 000 cbm, ausschliesslich zum Brennen verwendet. — Sacrau und Gogolin: Madelungsche Kalkwerke zu Gogolin: Kalkstein mit 98 % $CaCO_3$ zu Bau- und Düngezwecken, Leistung bei 200 Arbeitern 100 000 cbm.

Gross-Stein: Kalkwerke der Fideikommisherrschaft Gross-Stein (Graf Hyacinth v. Strachwitz). 90 Arbeiter fördern 750 bis 800 000 Zentner rohen Kalkstein mit 96 bis 99,4 % $CaCO_3$. Es werden 560 bis 600 000 Zenter Muschelkalk gebrannt und daraus ca. 280 bis 290 000 Zentner Bau- und Düngekalk gewonnen. Ca. 150 bis 200 000 Zentner Steine werden als rohe Steine versandt und bei der Zuckerfabrikation als Zuckersteine oder auch anderweitig als Bau-, Packlage- und Schottersteine verwendet. 1911 wurde dieser Muschelkalk auch zu Bildhauerarbeiten für die Rosenberger Kirche benutzt.

Gross-Strelitz: Gebr. Edlinger, Gross-Strelitz und Tarnauer Kalkwerke. Tägliche Förderung bei 70 Arbeitern 100 bis 120 cbm und 2000 Zentner Baukalk täglicher Versand. Muschelkalk mit 98 % $CaCO_3$.

Hier und in Adamowitz brechen auch die Oberschlesische Portland-Cement- und Kalkwerke A.-G. in Gross-Strehlitz derben Muschelkalk von der Zusammensetzung:

Kohlensaurer Kalk	98,43
Eisenoxyd	0,41
Tonerde	0,19
Magnesia	0,40
Unlösliches	0,57
Summa	100,00

Produktion 900 000 Zentner Stückkalk und 200 000 Fass Portland-Zement.

Der Muschelkalkstein von Dollna und Himmelwitz fand Verwendung zum Bau der katholischen Kirche in Dollna und Kudowa. Das Material ist bis heute gut erhalten.

Im Kreise Pless bestehen zahlreiche Muschelkalkbrüche. Erwähnt sei nur der den Georg von Giesches Erben zu Breslau gehörige Bruch zu Mokrau

unter der Bergverwaltung der Cleophasgrube. Der Kalkstein, der ausschliesslich gebrannt wird, ist gelbweiss bis gelb, zum Teil mit Dolomit durchsetzt, stark zerklüftet und verworfen. Jährliche Förderung 11 722,5 Tonnen.

In Neu-Scharley, Kreis Beuthen: die Generaldirektion des Grafen Henckel von Donnersmarck-Beuthen. Jährliche Produktion 8000 Tonnen. Der Kalkstein enthält 94 bis 98 % $CaCO_3$ 2 bis 3 % SiO_2. Das Lager ist 12 bis 16 m mächtig, bankig, der Stein kristallinisch bis dicht. Er wird hauptsächlich gebrannt, findet aber auch untergeordnet Verwendung zu Bau- und Hüttensteinen. — Aus Muschelkalk von Hohenlinde, Kreis Beuthen, ist die evangelische Kirche in Beuthen (Alter ca. 400 Jahre) und die St. Marienkirche daselbst (Alter ca. 600 Jahre) erbaut. Das Gestein hat sich grösstenteils gut erhalten.

Im Kreise Tarnowitz liegt bei Orzech ein Bruch des Grafen Henckel von Donnersmarck-Beuthen, in dem jährlich 20 000 Tonnen Kalkstein von 95 bis 98 % $CaCO_3$, 2 bis 3 % SiO_2 gefördert werden, hauptsächlich zur Herstellung von gebranntem Kalk, auch zu Bau- und Hüttensteinen, genau wie die Kalksteine im Tost-Gleiwitzer Bezirk.

Kreis Oppeln. Die Portlandzementindustrie Schlesiens hat von hier ihren Ausgang genommen. Bereits im Jahre 1857 wurde die erste Portlandzementfabrik in Oppeln von Grundmann gebaut. Diese Industrie gründet sich auf das Vorkommen von Oberer Kreide bei Oppeln. Ueber einem weissen, feinkörnigen, glaukonitischen, cenomanen Sandstein lagert der Pläner. Die Mächtigkeit des Turons ergab durch Bohrungen im Süden der Stadt ca. 44 m, im Norden ca. 37 m. Bei Groschowitz ist nur die unterste Stufe des Turon erhalten.

Die Oppelner Portlandzementfabriken vormals F. W. Grundmann in Kgl. Neudorf fördern mit 100 bis 120 Arbeitern zirka 160 000 Tonnen (à 1000 kg) 60 bis 98 % kohlensauren Kalk.

Die Schlesische Aktiengesellschaft für Portlandzementfabrikation zu Groschowitz fördert 150 000 cbm 76 bis 80 % kohlensauren Kalk im Jahre mit zirka 80 Arbeitern.

Ferner wird im Kreise Oppeln noch Muschelkalk gebrochen.

Die Tarnauer Kalkwerke (Eugen Salzbrunn) fördern in Tarnau mit 85 Arbeitern im Jahre ca. 800 000 Zentner Kalksteine mit 99,77 % $CaCO_3$. Dieser Kalkstein ist wegen seiner vorzüglichen Reinheit besonders für die Zuckerindustrie, für landwirtschaftliche Zwecke, für Fabrikation von Chlorkalk, Färbereien, Bleichereien, Hütten sehr geeignet.

Ebenfalls in Tarnau besitzen die Gebr. Edlinger, Gross-Strehlitz und Tarnauer Kalkwerke, einen Bruch von 15 ha. Es werden täglich ca. 100 bis 130 cbm Steine gebrochen und 1500 Zentner Baukalk, Düngekalk und dergl. versandt. Gehalt an $CaCO_3$ 98 %. Dieser Kalkstein wird auch zu Wersteinen für Brücken und Gebäude verwendet, gewisse Bänke des Bruches eignen sich für Bildhauerarbeiten.

In Nakel brechen die Kalkwerke Karlsglück, Ogorek & Co., Gross-Stein Bhf. mit 65 bis 70 Arbeitern täglich 110 bis 130 cbm Muschelkalk für industrielle Zwecke und als Bausteine.

Kreis	Ort	Formation
Beuthen	Deutsch-Piekar	Mu.
	Julienhütte b Bobreck	„
	Nieder-Heiduck	Carbon
	Scharley	Mu.

Kreis	Ort	Formation
Bolkenhain	Blumenau	Sil.
	Lauterbach	„
	Toeppich b. Alt-Röhrsdorf	„

Kreis	Ort	Formation
Brieg	Karlsmarkt	Dil. ?
Bunzlau	Gross-Hartmannsdorf	Mu.
	Nischwitz	Kreide
	Nieder-Gross-Hartmannsdorf	Muschelk.
	Seifersdorf	Rotlieg
	Warthau	Kreide
Frankenstein	Reichenstein	Arch.
	Umgegend v. Wartha	„
	Stolz	„
Glatz	Deutsch-Tscherbeney	Kreide
	Eisersdorf	Arch.
	Friedersdorf	Kreide
	Grenzendorf	Arch.
	Grunwald	?
	Umgegend Keilendorf	?
	Lewin	?
	Ratschendorf	Arch.
	Umgegend von Reinerz	„
	Schwenz	„
Goldberg	Gröditzberg	?
	Probsthein	?
	Wolfsdorf	?
Görlitz	Hennersdorf	Silur
	Kunnersdorf	„
	Nieder-Ludwigsdorf	„
	Ober-Neundorf	„
Gross-Strehlitz	Adamowitz	Mu.
	Chorulla	„
	Dollna	„
	Gogolin	„
	Gora tze	„
	Gross-Stein	„
	Gross-Strehlitz	„
	Himmelwitz	„
	Kadlubitz b. Annaberg	„
	Keltsch	„
	Neudorf	„
	Oleschka	„
	Ottmuth	„
	Ottmütz	„
	Poremba b. Leschnitz	„
	Rosmierka	„
	Sacrau	„
	Scharmosin	„
	Schimischow	„
	Stubendorf	„
	Sucholohna	„
	Zyrowa	„

Kreis	Ort	Formation
Habelschwerdt	Alt- und Neu-Waltersdorf	Arch.
	Grafenort	Kreide
	Hain	„
	Herzogswalde	„
	Kamitz	Arch.
	Kieslingswalde	Kreide
	Kunzendorf	Arch.
	Bei Landeck	„
	Leuthen	„
	Marienthal	„
	Melling	„
	Mittelwalde	?
	Neuendorf	Arch.
	Plomnitz	Kreide
	Reyersdorf	?
	Rosenthal	Arch.
	Schindlerberg b. Seidenberg	„
	Seitenberg	?
	Wolmsdorf	Arch.
Hirschberg	Arnsdorf	?
	Boberröhrsdorf	Silur
	Rothenzechau	Arch.
	Wüste-Röhrdorf	„
Jauer	Hasel (Vorwerk)	Silur
	Willmannsdorf	„
Kattowitz	Bittkow	Muschelk.
	Chorzow	„
	Maczeikowitz	„
	Michalkowitz	„
	Siemianowitz	„
Landeshut	Dittersbach auf d. Passberg	?
	Michelsdorf b. Liebau	?
	Trautliebersdorf	?
Löwenberg	Geppersdorf	Silur
	Klein-Röhrsdorf	„
	Kaltenstein b. Klöppelsdorf	„
	Kunzendorf unterm Walde	„
	Mauer-Wünschendorf	„
	Nieder-Görriseifen	Rotlieg.
	Schmottse ffen	Silur
	Tschischdorf	„
Lublinitz	Babinitz	Keuper
	Kochanowitz	„
	Kochczutz	„
	Koschentin	„
	Lagiewnick	„
	Lipie b. Lubetzko	„
	Lubschau	„
	Psaar	„
	Sodow	„

Kreis	Ort	Formation
Neisse	Bischofswalde	?
	Giersdorf	?
	Gr. Kunzendorf	Arch.
Neurode	Buchau	Ob. Dev.
	Ebersdorf	Culm
	Gabersdorf	Arch.
	Neudorf	Carbon
	Scharfeneck	Rotlieg.
	Schlegel	„
	Scheidewinkel	Arch. ?
	Tunschendorf	?
	Volpersdorf	Rotlieg.
Oels	Neu-Schmollen	?
	Sadewitz	?
Oppeln	Groschowitz	Turon
	Gross-Döbern	„
	Königl. Neudorf	„
	Krappitz	Muschelk.
	Nakel	„
	Oppeln	Turon
	Rogau	Muschelk.
	Tarnau	„
Pless	Chelm	Muschelk.
	Cielmitz	„
	Dzieckowitz	„
	Imielin	„
	Kopziowitz	„
	Krassow	„
	Lendzin	Röt. u. Mu.
	Mittel-Lazisk	Muschelk.
	Mokrau	„
	Neuberun	„
	Nicolai	„
	Ochojetz	Röt. u. Mu.
	Orzesche	Carbon
	Petrowitz	Muschelk.
	Sciern	„
	Smilowitz	„
Ratibor	Hultschin	Miocän
Reichenbach	Girlachsdorf	Arch.
	Langenbielau	?
Rosenberg	Lassowitz	?
Rybnik	Pschow	Miocän
Schweidnitz	Freiburg	?
	Kunzendorf	?
Schönau	Kauffung	Silur
	Konradswalde	„
	Neu-Kirch	„
	Poln. Hundorf	?
	Seitendorf	Silur
	Tiefhartmannsdorf	„
Strehlen	Prieborn	Arch.
Tarnowitz	Alt-Tarnowitz	Muschelk.
	Kempczowitz	„
	Mikultschütz (Zabrze)	„
	Naklo	Röt. u. Mu.
	Orzech	„
	Radzionkau	„
	Rybna	Muschelk.
	Trockenberg	„
Tost-Gleiwitz	Blaschowitz	Muschelk.
	Boniowitz	„
	Giekowitz	„
	Kamienitz	„
	Karchowitz	„
	Kieleschka	„
	Kottlischowitz	„
	Laband	„
	Langendorf	„
	Lubie	„
	Pschyschowska	„
	Radun	„
	Sarnau	„
	Schieroth	„
	Skaal bei Gross-Kottulin	„
	Schwieben	„
	Wischnitz	„
	Zawada	„
Waldenburg	Langenwaltersdorf am Fusse des Buchberges	?
	Rosenau	?

C. Kristalline Schiefer.

Hierunter werden die Schiefergesteine und Gneise zusammengefasst, deren Entstehung nicht einheitlich erklärt werden kann, deren Natur vielmehr teils primär, teils metamorph verändert erscheint. Bei ihrer geringen Bedeutung für die Steinbruchindustrie wird von einer speziellen Einteilung abgesehen. Dort, wo diese Gesteine aus Mangel an besserem Material gewonnen werden, haben die Brüche nur lokales und untergeordnetes Interesse. Es werden Glimmerschiefer, die wesentlich aus Quarz und Glimmer bestehen und eine schiefrige Struktur besitzen, im Kreise Reichenbach bei Panthenau,

Lauterbach und am Butterberg bei Langenbielau, im Kreise Frankenstein bei Löwenstein, Dittmannsdorf, Kleutsch und Schönwalde gebrochen.

Gneise und gneisartige Glimmerschiefer, die dieselbe petrographische Zusammensetzung wie Granit besitzen, aber Parallelstruktur und Schiefrigkeit zeigen und eine Druckfestigkeit von 1700 kg/qcm im Mittel besitzen, werden im Kreise Schweidnitz in der Umgegend von Zobten und von Schweidnitz selbst, ebenso bei Reichenbach gewonnen. Aus Schweidnitzer Gneis ist die 500 Jahre alte katholische Pfarrkirche von Schweidnitz, aus Reichenbacher Gestein die katholische Pfarrkirche in Reichenbach (Alter 600 Jahre) und die dortige Stadtmauer (Alter 400 Jahre) erbaut. Im Kreise Waldenburg sind Brüche am Goldenen Wald, bei Oberweistritz und bei Breitenhain (Granitgneis), im Kreise Nimptsch bei Gross-Wilkau, Kittlau, Rothschloss, Ober-Panthenau, Pristram, Langenöls und Ober-Johnsdorf, im Kreise Münsterberg bei Willwitz, Bertsdorf, Neobschütz, Hertwigswalde, Feldmark Neuhaus und Brücksteine bei Patschkau. Von letzterem Ort ist das Material zur Stadtmauer in Patschkau (Alter 400 Jahre) und zum Sockel zur katholischen Pfarrkirche daselbst (Alter 500 Jahre) entnommen. Hier hat sich gezeigt, dass das glimmerreiche Gestein stark rostfleckig, aufgeblättert und etwas mürbe geworden ist, dagegen hat sich das glimmerarme Gestein gut erhalten. Ferner liegt bei Kamenz, Kreis Frankenstein, ein Bruch und im Kreise Neisse am Holzberge. Von diesem wurde der 300 Jahre alte Turm des Obertores in Ziegenhals erbaut, dessen Material deutliche Spuren von Verwitterung aufweist.

Ein Blick auf die beigegebene Uebersichtskarte zeigt, wie sich auf Grund der geologischen Entwicklung des Landes gewisse Industriezentren gebildet haben, so in Niederschlesien zwischen Görlitz und Striegau um die zahlreichen Granit-, Basalt- und Sandsteinbrüche und in Oberschlesien mit seiner ausgedehnten Kalkindustrie. Dazwischen liegt das Sandsteingebiet der Heuscheuer, der Strehlener Granit und einzelne Basaltvorkommen.

Nach dem Verwaltungsbericht des Vorstandes der Steinbruchsberufsgenossenschaft, Sektion VIII, über das 26. Rechnungsjahr 1911 ergibt sich, dass in Schlesien bestanden:

	Zahl der Betriebe	Arbeiter
1. Sandsteinbrüche	75	852
2. Kalk-, Dolomit-, Marmorbrüche	130	2935
3. Granitsteinbrüche	96	3982
4. Basaltsteinbrüche	40	1005
5. Diorit-, Syenit-, Grünstein-, Gneis-, Gabbro-, Porphyr-, Melaphyr-, Grauwacke-, Quarz-, Quarzit-, Quarzschiefer-, Kieselschiefer-, Hornstein-, Gipsbrüche	47	495
Summa:	388	9269

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass die Granitindustrie in wirtschaftlicher Hinsicht die bedeutendste ist. Sie beschäftigt nahezu zwei Fünftel der gesamten Vollarbeiter der Granitindustrie Deutschlands. Dies ist in erster Reihe zurückzuführen auf das vorzügliche Material zu Pflastersteinen. Aber erst durch den Ausbau des Eisenbahnnetzes hat diese Industrie die

heutige Bedeutung auf dem Markte erlangt, da ihr durch die ungünstige geographische Lage die billigeren Wasserwege versagt waren. Doch hat sie auch heute noch, obwohl die schlesischen Granite an Qualität den schwedischen in keiner Weise nachstehen, unter der nordischen Konkurrenz zu leiden.

Auf den schlesischen Marmor wurde schon Friedrich der Grosse aufmerksam, und auch heute noch wird der Marmor von Kauffung a. d. Katzbach und von Gross-Kunzendorf bei Neisse zu Architekturzwecken verwendet. Auch die Kalke Oberschlesiens finden untergeordnet Verwertung als Werksteine, in der Hauptsache aber dienen Marmor und Kalk nur als Ausgangsmaterial der weitausgedehnten Kalkindustrie.

Sandsteine wurden in Schlesien bereits im 13. Jahrhundert zu Bauten und Denkmälern gebrochen und bis vor wenigen Jahren stand die Sandsteinindustrie in hoher Blüte. Durch die Bevorzugung des Muschelkalks und durch die bei staatlichen Bauten geübte Sparsamkeit ist aber etwa seit 1903 ein auffälliger starker Rückgang der schlesischen Sandsteinindustrie zu verzeichnen, so dass viele Betriebe bereits stillgelegt sind und andere Betriebe nur mit Mühe offengehalten werden. An erster Stelle stehen heute die Sandsteine des Heuscheuer Gebietes, die die von Niederschlesien beinahe verdrängt haben.

Die Basaltvorkommen werden fast ausschliesslich zu Chausseebauten verwendet und von Eisenbahndirektionen für Gleisbettung.

Die Steinindustrie Schlesiens hat noch nicht ihren Höhepunkt in der Entwicklung erreicht. Ausser den hier erwähnten Gesteinsvorkommen gibt es noch zahlreiche andere, für deren Abbau die Zeit noch nicht gekommen ist.

Bemerkung. Zeit und Raum mussten vorstehende Arbeit zu einer im wesentlichen kombinatorischen machen. Und da die weit über hundert versandten Fragebogen nur zum geringsten Teile beantwortet wurden, so blieben Lücken und Fehler unvermeidlich. Für alle Verbesserungen sind die Verfasser dankbar.

Besonders sei verwiesen auf: Roth: Erläuterungen zu Geogr. Karte von Niederschlesien. Berlin 1867. — Roemer: Geogr. Karte von Oberschlesien, 1863—1869. — Dietrich: Die Baumaterialien der Steinstrassen. Berlin 1885. — Gürich: Geolog. Karte von Schlesien. Breslau 1890. — Geolog. Karte von Preussen, 1 : 25 000, Lfg. 115 u. 145. — Partsch: Schlesien, eine Landeskunde für das deutsche Volk. Breslau 1896 u. 1911. — Sachs: Die Bodenschätze Schlesiens. Leipzig 1906. — Förster: Lehrbuch der Baumaterialienkunde. Leipzig 1903. — Hirschwald: Die bautechnisch verwertbaren Gesteinsvorkommnisse des preuss. Staates und einiger Nachbargebiete, 1908. Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung, 1912. — Der Steinbruch: Zeitschrift Nr. 50, VI. Jahrgang, 1911. — F. Frech: Schlesische Landeskunde. Leipzig 1913.

Königreich Sachsen.

Von Dr. C. Gäbert, Königl. Sektionsgeologe a. D., Leipzig.

Es dürfte wenige Länder geben, die auf so kleinem Raum eine so grosse Mannigfaltigkeit der geologischen Verhältnisse zeigen wie das Königreich Sachsen, kommen doch innerhalb des nur 15 000 qkm einnehmenden Gebietes sämtliche geologische Formationen vor, vom Kambrium an bis herauf in das jüngste Diluvium und Alluvium. Zwar sind von einigen derselben, z. B. der Trias und dem Jura, nur gewisse Unterabteilungen und von diesen auch nur unbedeutende Reste vorhanden, dafür entfalten aber andere geologische Schöpfungen, nämlich die eruptiven Glieder der karbonischen und Rotliegend-Epoche und die sedimentären Ablagerungen der Kreideformation (Elbsandsteingebirge), eine grosse Mannigfaltigkeit bei gleichzeitiger umfangreicher Verbreitung und technisch wie wirtschaftlich sehr günstigen Lagerungs- und Verbreitungsverhältnissen.

Skizze der allgemeinen geologischen Verhältnisse Sachsens.

Der bedeutendste Gebirgszug ist das Erzgebirge, das sich von der Südwestecke des Landes in nordöstlicher Richtung längs der böhmischen Grenze bis an das Elbsandsteingebirge erstreckt, „einem Walle vergleichbar, dessen Brustwehr nach Böhmen gewendet ist", während seine flache Böschung nach Sachsen hereinfällt und in Gestalt einer von vielen Flüssen erodierten, sanft nach Nordwesten geneigten Platte bis in die Gegend von Zwickau, Chemnitz, Freiberg reicht. Der grösste Teil des Erzgebirges, nämlich sein östlicher und zentraler Teil, wird von grauen und roten Gneisen, die mannigfache Einlagerungen (Kalkstein, Quarzit, Amphibolit, Serpentin und andere) enthalten, aufgebaut, auf die im westlichen und nordwestlichen Erzgebirge Glimmerschiefer und noch weiter nach Westen und Nordwesten Phyllite (das sind feinkristalline Tonschiefer) folgen. Während früher diese Gesteine als im Urzeitalter der Erde sedimentär abgelagerte und nachmals kristallin gewordene Schichten (kristalline Schiefer) aufgefasst wurden, gelten heute die erzgebirgischen Gneise als parallelstruierte Granite, die erst später in das Fundament des Erzgebirges eindrangen, dabei das alte Schiefergebirge emporwölbten und in weitem Umkreise kontaktmetamorph zu Glimmerschiefern und Phylliten veränderten. Erst die spätere, lange geologische Zeiträume umfassende Abwitterung und Abtragung hat den grössten Teil der Schieferbedeckung entfernt und so die Gneise auf den weiten Arealen, wo wir sie heute finden, blossgelegt.

Nach den Gneisen drangen Granite und Porphyre in das Felsgerüst des Erzgebirges ein, von denen im westlichen Erzgebirge das Eibenstock-Karlsbader und das Kirchberger Granitmassiv, im östlichen die Granitstöcke von Bobritzsch und Fleyh, daneben aber die gewaltigen Porphyrergüsse und zahlreichen Porphyrgänge von Altenberg, Zinnwald, Frauenstein, Dippoldiswalde, Glashütte, Tharandt u. a. zu nennen sind. In der

Tertiärzeit folgten dann die Durchbrüche von Phonolithen und namentlich Basalten (Bärenstein, Pöhlberg, Scheibenberg, Geising u. a.).

Südwestlich schliesst sich an das Erzgebirge das Vogtland an, ein bunte geognostische Zusammensetzung und obendrein viele Verwerfungen aufweisendes Hügelland, in dem hauptsächlich kambrische, silurische und devonische Komplexe: Tonschiefer, Kieselschiefer, Grauwacken, Kalksteine, Diabase, Diabastuffe auftreten.

Nordwestlich vom Erzgebirge, von diesem durch das sogen. Erzgebirgische Becken getrennt, erhebt sich das Granulitgebirge (auch Sächsisches Mittelgebirge genannt), ein topographisch nur wenig markiertes Hügel- und Plateauland. Dasselbe besteht im wesentlichen aus einem Kern von verschiedenartigen Granuliten, welchem Gabbro- und Serpentinlager sowie Granite eingeschaltet sind, und der von Schieferkomplexen mantelförmig umrahmt wird. Wie die Gneise des Erzgebirges, so stellen auch die Granulite intrusive plutonische Bildungen dar, die in bereits vorhanden gewesenes Schiefergebirge eingepresst wurden (etwa zur Oberdevonzeit) und dasselbe kontaktmetamorph umwandelten. Heute ist auch hier die Abtragung soweit vorgeschritten, dass der Granulitkern auf einer weiten, elliptisch geformten Fläche blossliegt und dass von dem ihn ehemals verhüllenden Schiefergebirge ausser der kontakthofartigen Umrahmung nur noch einige Zungen und Inseln auf dem Granulit übriggeblieben sind.

Das erwähnte, zwischen Erzgebirge und Granulitgebirge sich ausdehnende Erzgebirgische Becken, das fast ausschliesslich von Ablagerungen der Rotliegend- und Steinkohlenformation (Konglomerate, Schieferletten, Sandsteine, Steinkohlenflöze, Tuffe, Porphyre) erfüllt wird, bietet für die Steinbruchindustrie, von einigen Lokalitäten abgesehen, wenig Interesse. Dafür ist es von grosser Bedeutung für den sächsischen Steinkohlenbergbau (Zwickau, Lugau). In westlicher Richtung (Glauchau, Crimmitschau) erweitert sich das erzgebirgische Becken bedeutend und geht dann in das thüringische Becken über.

An die Nord- und Nordwestflanke des Granulitgebirges schliesst sich das nordsächsische Hügelland sowie die Leipziger Bucht an. Während die letztere in der Hauptsache von tertiären und diluvialen Gebilden (Sande, Kiese, Tone und Braunkohlenflöze, sowie glazialer Geschiebelehm, Schotter, Löss) aufgebaut wird, gewinnen im nordwest- und nordsächsischen Hügellande (Gegend von Rochlitz, Colditz, Grimma, Wurzen, Oschatz) Quarzporphyre, Tuffe und Granitporphyre des Rotliegenden eine bedeutende, für die Steinindustrie wichtige Verbreitung. Viel geringere Bedeutung kommt den auf das Rotliegende übergreifenden Ablagerungen der Zechsteinformation (Dolomit von Mügeln) und den Durchragungen älteren Gebirges (Silur, Culm) in Gestalt von Grauwacken (Oschatz, Deditzhöhe, Hainichen, Grosszschocher) zu.

Die östlichen Teile Sachsens werden von dem Elbsandsteingebirge, dem Meissner Granit-Syenitmassiv und dem Lausitzer Granitgebiet eingenommen.

Das Elbsandsteingebirge besteht aus einer 300 bis 400 m mächtigen Schichtenfolge von horizontallagernden Sandsteinkomplexen (Quadersandstein) mit zurücktretenden Mergeln und Plänerkalksteinen, die während der oberen Kreidezeit von einem weit über das heutige Elbgebiet hinausreichenden Meere abgesetzt wurden. Die nachmalige Erosion der Elbtalrinne und ihrer Nebentäler durchfurchte dann die horizontalen Sandsteintafeln und schuf die herrlichen Szenerien der „Sächsischen Schweiz".

Das Lausitzer Granitmassiv, eines der grössten Granitgebiete Deutschlands, schneidet mit seiner Südwestgrenze gegen das Elbsandstein-

gebirge scharf ab, und zwar mit einer vielfach ein- und ausspringenden Verwerfung (Ueberschiebung), längs deren an einigen Punkten (Hohnstein u. a.) geologisch höchst bemerkenswerte, technisch dagegen bedeutungslose Reste der Juraformation — die einzigen in Sachsen — zutage kommen. In östlicher und südöstlicher Richtung reicht das Lausitzer Granitareal noch weit über Sachsen hinaus, während es mit seiner nördlichen, teilweise von kontaktmetamorphen Grauwacken überlagerten Randzone allmählich unter jüngeren Bildungen (diluviale Schotter, alluviale Sande und Tone) verschwindet. Seine weitverbreiteten und mannigfachen Granitvarietäten, die lokal den Granit durchsetzenden Diabasgänge, die im südöstlichen Teile (Lausitz) den granitischen Untergrund durchbrechenden Basalt- und Phonolithmassen und endlich die die nördliche Zone des Granitmassivs begleitenden Grauwacken bieten grosses steinbruchstechnisches Interesse.

Zwischen Lausitzer Granitmassiv und dem nordwestsächsischen Hügellande breitet sich im unteren Elbtalgebiete das Granit-Syenitmassiv von Meissen aus, dessen Kern aus einem dem Lausitzer Granit gleichenden Granit besteht, der ohne scharfe Grenze nach aussen zu in Hornblendegranit und Syenit übergeht.

Diesen ausgezeichneten, in vorstehendem nur summarisch skizzierten geologischen Verhältnissen, zusammen mit der starken Bevölkerung und der hochentwickelten Industrie, der regen Bautätigkeit und dem dichten Netz von Verkehrswegen verdankt die sächsische Steinindustrie ihre gegenwärtige hohe Bedeutung.

In nachfolgendem sollen die technisch wichtigsten sächsischen Gesteinsvorkommen einer kurzen Betrachtung unterzogen werden.

I. Kristalline Schiefer und durch Kontaktmetamorphose umgewandelte Gesteine.

Gneise.

Die das zentrale und östliche Erzgebirge sowie einige weniger bedeutende Striche in Nordsachsen aufbauende, aus grauen und roten Gneisen sowie Augengneis und grobflaserigen Gneisen (Riesengneis) sich zusammensetzende Gneisformation birgt in allen Teilen ihres Verbreitungsgebietes zahlreiche Steinbrüche, die ein teilweise recht gutes Baumaterial liefern. Die Hauptgemengteile des erzgebirgischen Gneises sind (wie bei den meisten Graniten) Feldspat, Quarz und Glimmer, die infolge ihrer lagenweisen und parallelstreifigen Anordnung dem Gestein eine plattige Struktur verleihen. Demgemäss liefern die Gneisbrüche in der Hauptsache Erzeugnisse, bei denen die plattige Form vorherrscht und bei denen keinerlei feinere Bearbeitung erforderlich ist, also Bord- und Grenzsteine, Fussboden- und Trottoirplatten (von teilweise bedeutenden Dimensionen), Brunnendeckel, Stufen, Mauersteine usw. Dagegen ist das Gestein infolge seiner plattigen, bisweilen sogar schiefrigen Struktur für Strassenschotter mit wenigen Ausnahmen (z. B. Mulda, südlich Freiberg, woselbst der Gneis mehr massiges, granitartiges Gefüge annimmt), wenig geeignet.

Im oberen Erzgebirge, z.B. in der Gegend von Jöhstadt, Christophhammer, Reitzenhain, Grünthal, Deutschneudorf tritt in grosser Verbreitung sogenannter Riesengneis auf, eine äusserst grobgranitische, meist schwachparallelstruierte Granitgneisart, die technisch eine grössere Beachtung verdiente, als ihr bisher zuteil geworden ist, deren Verbreitungsgebiet allerdings in äusserst schwach besiedelter, fast nur mit riesigen Wäldern bedeckter Gegend liegt.

Zahlreichen Gneisbrüchen des Erzgebirges, namentlich solchen im sogenannten „roten“ oder Muskowitgneis, einem hellfarbigen, meist ebenplattig abgesonderten Gestein, begegnet man im Verbreitungsgebiet der Glimmerschiefer (s. u.), woselbst er mächtige und weit fortstreichende Lagermassen (wahrscheinlich Lagergänge) bildet, z. B. in der Gegend von Hammer-Unterwiesenthal, Neudorf, Elterlein, Griesbach, Dittmannsdorf.

Der Absatz der Gneisbrüche beschränkt sich — mit Ausnahme der südöstlich Riesa unmittelbar am rechten Ufer der Elbe gelegenen Nünchritz-Merschwitzer Steinbrüche im grauen Gneis (Wasserverfrachtung) — fast immer nur auf die nächste Umgebung, weil eben der Gneis infolge seiner Struktur keine feinere Bearbeitung (architektonische Verzierungen) zulässt, seine Verwendung also beschränkt und Fernversand deshalb nicht möglich ist. Trotz der weiten Verbreitung der Gneisformation und der ziemlich bedeutenden Anzahl der Gneissteinbrüche ist also die technische Bedeutung dieses Gesteins gegenüber anderen sächsischen Gesteinen nur eine geringe. Im Erzgebirge finden sich grössere Brüche bei Annaberg, Schwarzenberg, Schlettau, Marienberg, Freiberg, Mulda und anderen Orten.

Granulit.

Dieses, gewissen Gneisen ähnliche, vorwiegend aus Quarz und Feldspat bestehende und sehr häufig kleine rotbraune Granaten enthaltende Gestein ist meist dünn-lagenförmig, zuweilen aber auch fast massig struiert. Sein Verbreitungsgebiet ist das sogenannte Granulitgebirge (auch sächsisches Mittelgebirge genannt), welches sich in südwest-nordöstlicher Richtung aus der Gegend von Waldheim bis nahe an die Stadt Döbeln (45 km lang, 15 km breit) erstreckt.

Die Struktur des Granulits und teilweise auch der Mineralbestand sind häufigem Wechsel unterworfen. Als normaler Granulit oder Weissstein wird ein hellfarbiges bis weisses, ebenschieferig-plattiges Gestein bezeichnet, das aus zuweilen fast papierdünnen Quarz-Feldspatlagen besteht und fast ausnahmslos zahlreiche winzige Granaten und auf den Spaltungsebenen verstreute Biotitschüppchen enthält. Lokal treten blaue Cyanitkriställchen, feine Andalusitbüschel und Sillimanitkörnchen hinzu. — Mit Biotitgranulit werden diejenigen Varietäten bezeichnet, in denen der dunkle Glimmer, abwechselnd mit den hellen Quarz-Feldspatschichten, dünne schwärzliche Lagen oder unregelmässige Streifen bildet und so dem Gestein auf dem Querbruch ein ausgezeichnet parallelstreifiges oder unregelmässig gebändertes Aussehen verleiht. — Bei dem Augengranulit endlich treten zu dieser bandstreifigen oder äusserst dünn-lagenförmigen Struktur noch augenartig abgerundete Feldspate und grössere Granaten hinzu, um die sich die Gesteinslagen herumschmiegen. Dem Gneis ist der Granulit infolge seiner grösseren Zähigkeit und sehr hohen Druckfestigkeit (teilweise bis über 3000 kg/qcm) weit überlegen. Man verwendet ihn als Mauerstein, Klarschlag, Feinschlag für Beton, Packlager und Kleinpflaster; einige Varietäten ergeben auch recht gute Reihenpflastersteine. Grössere Brüche finden sich bei Limbach, Bräunsdorf, Amerika bei Penig, Wolkenburg, Waldheim, Rosswein.

Eine besondere Stellung nimmt der Pyroxengranulit ein, welcher in bedeutenden, teilweise bis 100 m mächtigen Lagermassen innerhalb des Granulitgebirges auftritt. Derselbe stellt ein gleichmässig-feinkörniges, schwärzlichgrünes, vorwiegend massig struiertes und äusserst festes Gestein dar, das sich hauptsächlich aus Pyroxen, Feldspat, Biotit, Quarz und Granat zusammensetzt und Aehnlichkeit mit manchen Diabasen hat (auch mit dem sogenannten „schwarzen schwedischen Granit“, der ebenfalls ein Diabas ist).

Der Pyroxengranulit eignet sich zur Herstellung von Pflastersteinen, Kleinpflaster, Packlager und Steinschlag und wird in ganz bedeutenden Mengen von der Stadt Chemnitz verbraucht, in deren Nähe sich die grössten Brüche befinden (Hartmannsdorf, Wittgensdorf, Mühlau, Markersdorf).

Das Granulitgebirge enthält ausser den Lagermassen von Pyroxengranulit noch eine ganze Reihe von lager- und linsenförmig eingeschalteten Gesteinsmassen, die vielfach steinbruchsmässig für den Lokalbedarf ausgebeutet werden und von denen z. B. die Flasergabbros und Amphibolschiefer zu nennen sind. Diese in der Regel in den obersten Horizonten der Granulitformation eingeschalteten, meist plump-linsenförmigen Lager bestehen aus einer sehr innigen Verflechtung von meist grobflaserig-wellig struiertem Gabbro mit dichtem dunklen Amphibolschiefer. Brüche finden sich z. B. bei Rosswein, Böhrigen, Penig. — Geringeres technisches, aber um so mehr geologisches und mineralogisches Interesse bieten endlich die an zahlreichen Punkten im Granulitgebirge auftretenden Kordierit- und Granatgesteine (meist von gneisartiger Beschaffenheit), Biotit- und Granitgneise, Lagergranite u. a. m.

Glimmerschiefer und Phyllit.

Einlagerungen in den Gneisen, Glimmerschiefern und Phylliten. Die im Glimmerschiefer des oberen Erzgebirges, z. B. bei Oberwiesenthal, Rittersgrün, Elterlein, Jöhstadt, Geyer, Zschopau angesetzten Steinbrüche liefern fast ausschliesslich Bruchsteine, nur lokal auch grössere Platten. Zu anderen Erzeugnissen ist der Glimmerschiefer infolge seiner schieferig-grobflaserigen Beschaffenheit und seines Glimmerreichtums untauglich, und da dies im allgemeinen auch vom Phyllit gilt, der eine Mittelstellung zwischen Glimmerschiefer und Tonschiefer einnimmt, ist die technische Bedeutung dieser Gesteine im Verhältnis zu ihrer grossen Verbreitung sehr gering. In älteren Zeiten, als die Hüttenindustrie im Erzgebirge noch grosse Bedeutung hatte, sind Glimmerschiefer vielfach zu Gestellsteinen benutzt worden.

Die das Granulitgebirge umrahmenden glimmerschiefer- und phyllitartigen Bildungen (kontaktmetamorphe, altpaläozoische Tonschiefer, zum Teil in Garben- und Fruchtschiefer umgewandelt), haben ebenfalls nur ganz lokale Bedeutung. Ihr technischer Wert steigt, ebenso wie bei den Glimmerschiefern des Erzgebirges, wenn sie durch reichlicheres Auftreten von Feldspat gneisartige Beschaffenheit annehmen (Gneisglimmerschiefer) oder wenn sich Lagen und Bänke von Gneis einschalten.

Die erzgebirgischen Gneise, Glimmerschiefer und Phyllite, wie auch zum Teil die kambrischen Tonschiefer (s. u.) beherbergen sehr zahlreiche linsen- und plattenförmige, zuweilen recht mächtige Einschaltungen von grünlichen bis schwärzlichen Amphiboliten und Hornblendeschiefern (meist umgewandelte Diabase und deren Tuffe, lokal auch umgewandelte Gabbros), sowie zurücktretend von Eklogit, Gesteine, die wegen ihrer grossen Härte und Zähigkeit vielfach abgebaut werden und namentlich in den Gegenden, wo keine Basalte und Porphyre vorhanden sind, ein sehr geschätztes Schottermaterial abgeben. Dort, wo die Hornblendeschiefer mehr plattig brechen (Harthau, Burkhardtsdorf), werden sie auch zu Mauersteinen, Fussbodenplatten usw. verwendet. Das gleiche gilt von den zahlreichen Einlagerungen von Quarzitschiefer und Quarzit, die ebenfalls an vielen Punkten im Erzgebirge den Lokalbedarf an Schotter und Bruchsteinen decken. (Ueber die Kalksteine und Marmore siehe Abschnitt III.)

Auch im kontaktmetamorphen Schiefermantel des Granulitgebirges treten zahlreiche solche Einlagerungen auf, z. B. Quarzitschiefer, vor allem aber grünliche Epidot-Amphibolschiefer und Amphibol-Adinolschiefer (d. s. umgewandelte devonische Diabase und Diabastuffe), welch letztere eine mächtige, von Sachsendorf bis Schmalbach reichende Zone bilden, in der verschiedene Steinbrüche angesetzt sind.

Phyllit, Tonschiefer, Dachschiefer.

Ein breiter Streifen des Nordwestabfalls des Erzgebirges sowie nicht unerhebliche Teile des Vogtlandes werden von Tonschiefern und Phylliten aufgebaut, deren geologisches Alter zum Teil noch nicht feststeht. Sieht man von den zweifelsfrei kambrischen, vogtländischen Tonschiefern ab, so handelt es sich, insbesondere beim Erzgebirgsabfall, um schwach kristalline Schieferkomplexe, in denen keine organischen Reste nachgewiesen sind und die daher früher den Urtonschiefern=Phylliten zugerechnet wurden, deren geologisches Alter aber wahrscheinlich, wenigstens teilweise, jünger als Kambrium ist.

In früheren Zeiten — mindestens seit dem 16. Jahrhundert — und bis vor etwa 30 Jahren wurden solche Tonschiefer und Phyllite an zahlreichen Punkten in sehr umfangreichen Brüchen als Dachschiefer abgebaut, so im Vogtlande bei Hermsgrün, Oelsnitz, Treuen, Lengenfeld, Hartmannsgrün, Pfaffengrün, im Vorlande des Erzgebirges bei Hartenstein, Stollberg, Klaffenbach, Erfenschlag, besonders aber in der Gegend von Lössnitz und Affalter (südwestlich Zwickau). Während jedoch Anfang der 60er Jahre des vergangenen Jahrhunderts noch etwa 700 Arbeiter in den zum Teil sehr ausgedehnten Brüchen letztgenannter Gegend beschäftigt waren, ist diese Industrie infolge des Vordringens des Lehestener, namentlich aber auch ausländischer Schiefersorten bis ins oberste Erzgebirge gegenwärtig so gut wie erloschen.

Der graugrüne bis dunkelgraue Lössnitzer Dachschiefer weist eine ausgezeichnet ebenplattige Absonderung und gute Spaltbarkeit auf, doch fallen die aus demselben hergestellten Fabrikate nicht ganz so dünntafelig und glatt aus, wie z. B. die französischen Schiefer. Auch schalten sich lokal häufig Linsen und Lagen von weissem Quarz oder quarzitischem Schiefer ein, oder es treten an Stelle der regelmässigen, bankig-plattigen und durch steile ebene Druckklüfte gegliederten Schieferkomplexe solche mit zahlreichen, unregelmässig durchsetzenden Rissen auf. Infolge dieser Umstände betrug die Ausbeute an verwertbarem Schiefer höchstens 25 %, erreichte aber stellenweise noch nicht 10 % des abgebauten Materials. Diese Umstände in Verbindung mit den Fortschritten im Transportwesen und die höheren Modeansprüche an die Färbung des Schiefers haben die einst blühende erzgebirgische Schieferindustrie vernichtet, trotzdem die zum Dachdecken und zur Giebelbekleidung benutzten Schiefer von grösserer Haltbarkeit sein dürften, als die gegenwärtig importierten Fabrikate, wie die Dächer uralter Schlösser und Kirchen sowie zahlreicher Bauerngüter im Erzgebirge und dessen Vorland beweisen.

Ein bescheidener Abbau von Dachschiefer findet ferner gegenwärtig noch im Schiefermantel des Granulitgebirges, nordöstlich Rochlitz, bei den Dörfern Penna, Zettlitz, Methau statt.

Kristalline Grauwacken und Grauwackenschiefer, Andalusitglimmerschiefer und -Hornfelse, Fleck- oder Fruchtschiefer, Biotithornfelse.

In den roten wie auch grauen Gneisen, teilweise auch in den Glimmerschiefern des Erzgebirges, treten an zahlreichen Stellen Einlagerungen fein-

körniger, meist dunkelgrau gefärbter Gesteine auf, die man bis vor wenigen Jahren als sehr feinkörnige bzw. feinschieferige Varietäten der grauen und roten Gneise betrachtete (daher „Dichte Gneise" genannt), die aber in Wirklichkeit hochgradig metamorphe, durch plutonischen Gneiskontakt umgewandelte Tonschiefer und Grauwacken (in wenigen Fällen auch Konglomerate) darstellen und zusammen mit verschiedenen anderen Gesteinen als Reste einer alten Schiefergebirgsdecke der Gneise zu gelten haben (s. S. 147). Diese kristallinen Grauwacken und Hornfelse sind an zahlreichen Stellen, so bei Jöhstadt, Schmalzgrube, Boden, Lengefeld, Grosshartmannsdorf, Mulda und anderen Orten durch Steinbrüche für den Lokalbedarf aufgeschlossen und geben dort, wo sie wenig oder keine Schieferung aufweisen, einen guten Steinschlag sowie gute Bruchsteine.

Zu dieser Gesteinsgruppe gehört auch der in der geologischen Literatur vielgenannte „Metzdorfer Glimmertrapp", eine bei Metzdorf unweit Augustusburg anstehende Fleckengrauwacke, sowie die Konglomerate von Obermittweida, die in der Frage der Bildungsweise der kristallinen Schiefer eine grosse Rolle gespielt haben, bzw. noch spielen. Ferner gehören hierher die kristallinen, grobstückigen Konglomerate und Konglomeratschiefer sowie Andalusitglimmerschiefer, die nördlich von Oschatz in mehreren Steinbrüchen (bei Liebschütz und Clanzschwitz) abgebaut werden und die durch den unmittelbar anstossenden Granitgneis von Laas kontaktmetamorph umgewandelt worden sind.

Eine wesentlich grössere Bedeutung nehmen diejenigen Schieferkomplexe ein, welche die Granitstöcke des Erzgebirges und Vogtlandes als deren Kontakthof umrahmen, oder, wie im Eibenstocker Granitmassiv, als Schieferinseln und -schollen mitten auf dem Granit ruhen. Diese mineralogisch sehr interessanten Gesteine sind aus gewöhnlichen Tonschiefern dadurch entstanden, dass gewaltige, in das Schiefergebirge zur Karbon- und Rotliegendzeit eingepresste Granitstöcke infolge Hitzewirkung und lang andauernder Aushauchung von Gasen und Dämpfen ihre Schieferumhüllung tiefgreifend verändert haben. In der heutigen, durch Denudation und Erosion geschaffenen Anschnittfläche der Granitstöcke und deren Schieferumrahmung finden wir daher in letzterer hart am Granit dunkelfarbige Schieferhornfelse, also massige, fast ungeschieferte, sehr feste Gesteine, die vom Petrographen nach dem Mineralbestand als Andalusit- sowie Kordierithornfelse bezeichnet werden. Steinbrüche in diesem Gestein, die in der Hauptsache Schotter, Packlager und Mauersteine liefern, finden sich in der Umrahmung des Kirchberger Granites, z. B. bei Culitzsch, Cunnersdorf, im Umkreise sowie mitten im Eibenstocker Granitmassiv, z. B. bei Lichtenau, Breitenhof, Eibenstock.

In etwas grösserer Entfernung vom Granit nimmt das Gestein an Schieferigkeit zu, weist zahlreiche durch die Kontaktmetamorphose entstandene, getreidekornähnliche Knoten und Flecke („Früchte") auf und wird deshalb als Fruchtschiefer, auch als Knoten- oder Fleckschiefer bezeichnet. (Die Knötchen bestehen hauptsächlich aus Kordierit, einem in Kontaktgesteinen weitverbreiteten Mineral.)

Die bedeutendsten Steinbrüche in diesem ausgezeichnet spaltbaren, sehr festen Gestein finden sich im Vogtlande, und zwar an der Südwestflanke des Bergener Granitmassivs bei Theuma sowie Pillmannsgrün-Tirpersdorf. Verwendung findet das Gestein hauptsächlich als Fussbodenbelag, Platten für Viehstände, Schleusen- und Brunnendeckel (es lassen sich Platten von mehreren Quadratmetern Fläche brechen), Bord- und Grenzsteine, Zaunsäulen, Stufen, Fenster- und Türgewände; auch schöne, an Ort und Stelle mittels moderner maschineller Einrichtungen gesägte und ge-

schliffene Platten und Stufen werden in grossen Mengen fabriziert. Wegen seiner Säurefestigkeit eignet sich das Gestein ferner zu Kästen für galvanische Bäder und verschiedene Säuren. Durch den vor einigen Jahren geschaffenen Bahnanschluss von Lottengrün nach Theuma ist auch der Fernversand sehr gestiegen. Die Abfälle des Fruchtschiefers werden maschinell zu Gleisbettungsmaterial, Feinschlag für Betonzwecke, sowie zu „Gartenkies" verarbeitet.

Auch die Granitstöcke des östlichen Erzgebirges, bei Weesenstein, Burkhardtswalde, Berggiesshübel, Gottleuba u. a. O. haben mannigfache Kontaktwirkungen auf das benachbarte Schiefergebirge ausgeübt, doch findet nur ein untergeordneter Steinbruchbetrieb in den Kontaktgesteinen statt. Letztere bestehen hauptsächlich aus Andalusitglimmerfels, Kordierithornfels, Fleck- und Knotenschiefern und kristallinen Grauwacken.

Im Gebiete des Lausitzer Granites (s. u.) sind ebenfalls hochkontaktmetamorphe Gesteine, und zwar Quarzbiotithornfelse und kristalline Grauwacken (Knoten- und Fleckengrauwacken) als Reste einer alten (kulmischen) Schiefer- und Grauwackenbedeckung weit verbreitet und durch viele, teilweise ganz bedeutende Steinbruchsunternehmen aufgeschlossen, so in der Radeberger Gegend bei Arnsdorf, Kleinwolmsdorf, Liegau, in der Elstra-Kamenzer Gegend, ferner bei Königsbrück sowie östlich von Strassgräbchen, hier als inselartige Aufragungen im Diluvium (Ossling).

Da diese Grauwackenhornfelse ein vorzügliches Schotter- und Gleisbettungsmaterial abgeben und in ihren nördlichsten Vorkommen gleichzeitig die am weitesten gegen das preussische Flachland vorgeschobenen Hartgesteine darstellen, so werden sie aus einzelnen Brüchen bis weit nach Nord- und Nordostdeutschland ausgeführt.

II. Aeltere und jüngere Eruptivgesteine sowie Tuffe.

Granite.

Infolge der weiten Verbreitung des Granites in Sachsen und entsprechend der hohen Bedeutung, die diesem Gestein in der Bautechnik zukommt, nimmt die Granitindustrie und innerhalb derselben wiederum diejenige der Lausitz eine ganz hervorragende Stelle im sächsischen wie im gesamten deutschen Steinbruchswesen ein. Die zahlreichen Varietäten des Lausitzer Granites bauen jenes gewaltige, jedoch zum grossen Teil von diluvialen Ablagerungen überdeckte Granitareal auf, das unmittelbar östlich von Dresden beginnt und sich über Pulsnitz, Bischofswerda, Neustadt, Bautzen, Schirgiswalde, Schluckenau, Löbau, bis weit jenseits der Landesgrenze (Rumburg, Seidenberg, Görlitz) erstreckt.

Im südöstlichen Teil seines Verbreitungsgebietes, besonders zwischen Rumburg und Zittau, wird es von zahlreichen Basalten und Phonolithen durchbrochen, während es namentlich im mittleren und südlichen Teile (in der Gegend von Stolpen, Neustadt, Steinigtwolmsdorf, Sebnitz, Schluckenau bis nach Schönlinde) von sehr vielen, meist nordwestlich streichenden Diabas-, Diorit- und Porphyritgängen durchsetzt wird.

Auch mächtige, mit Verwerfungen oder Pressungszonen zusammenhängende Gänge von weissem Quarz, der an einigen Stellen zu Schotterzwecken gebrochen wird, setzen im Granit auf, z. B. zwischen Neugersdorf und Rumburg, nordöstlich Bautzen, bei Cunewalde, Schirgiswalde u. a. O. Weitreichende Quetschungszonen, in deren Bereich der Granit rissig und unganz, flaserig-gneisartig und lokal sogar zu einer schieferähnlichen Masse

deformiert wird, kommen ebenfalls vor. Nachteilig wirkt ferner in manchen Granitabarten die Beimengung von feinverteiltem Schwefelkies, der an der Luft oxydiert und alsdann (namentlich geschliffene Flächen) gelblich oder rostfleckig färbt. Auch die lokal ziemlich häufig auftretenden dunklen, Nuss- bis über Kopfgrösse aufweisenden Einschlüsse (teils glimmerreiche Schlieren, teils fremde Einschlüsse) werden vom ästhetischen Standpunkt aus gern beanstandet. Hieraus geht schon hervor, dass dieser Granit innerhalb seines weiten Verbreitungsgebietes nicht überall technisch ausnutzbar ist, ganz abgesehen davon, dass bei seiner Verwertung die Korngrösse, die Absonderung in Bänke, der Abraum und, wie überall, die verkehrswirtschaftliche Lage eine grosse Rolle spielen.

Insgesamt lassen sich neun Abarten des Lausitzer Granites unterscheiden, von denen sieben einer älteren Granitformation, dem Lausitzer Hauptgranit, zwei einer jüngeren, stockförmig in den Hauptgranit eingedrungenen Graniteruption angehören. Diese jüngeren Granitnachschübe sind nur an einigen wenigen Punkten nachgewiesen und treten gegenüber der räumlichen Aus-

Abb. 1. Granitbruch Thumitz I, C. G. Kunath.

dehnung des Hauptgranites stark zurück. Von den sieben Varietäten des Lausitzer Hauptgranites, die nach Korngrösse (fein-, mittel-, grobkörnig), Struktur (gleichmässig-körnig, porphyrisch), Farbe und Lokalität unterschieden werden, ist der mittelkörnige Biotitgranit technisch bei weitem der wichtigste, und wenn von Lausitzer Granit schlechthin gesprochen wird, ist in der Regel der mittelkörnige gemeint.

Die bedeutendsten Bruchbetriebe, welche zusammen Tausende von Arbeitern beschäftigen, finden sich bei Demitz, Thumitz, Rothnauslitz, Schmölln, Tröbigau, Oberneukirch, sodann bei Kamenz, Bautzen, Bischheim, Königsbrück, Taubenheim, Bischofswerda, Wehrsdorf bei Sohland, Spremberg, Neusalza, Löbau, Kubschütz, Neustadt, Elstra.

Was dem Lausitzer Granit (vorherrschend dem mittelkörnigen Biotitgranit) seine hervorragende Stellung innerhalb der sächsischen wie der gesamten deutschen Granitindustrie eingeräumt hat, ist seine ganz ausgezeichnete Absonderung in Bänke, sowie die günstige Verteilung der Lose (Klüfte). Die meist parallel der Oberfläche der

Granitberge orientierte und bis in die grössten Tiefen der Steinbrüche anhaltende Bankung ist oftmals so vollkommen ausgebildet, dass die Abbaufronten grösserer Brüche infolge des etagenweisen Abbaues sich wie riesige Freitreppen ausnehmen. Die senkrecht zu dieser Bankung verlaufenden Klüfte stehen meist recht weit (bis zu 10 m) auseinander, wodurch die Gewinnung sehr langer Blöcke gewährleistet ist. Auch die den Lausitzer Granit in grosser Zahl durchsetzenden Diabas- und Dioritgänge erweisen sich in

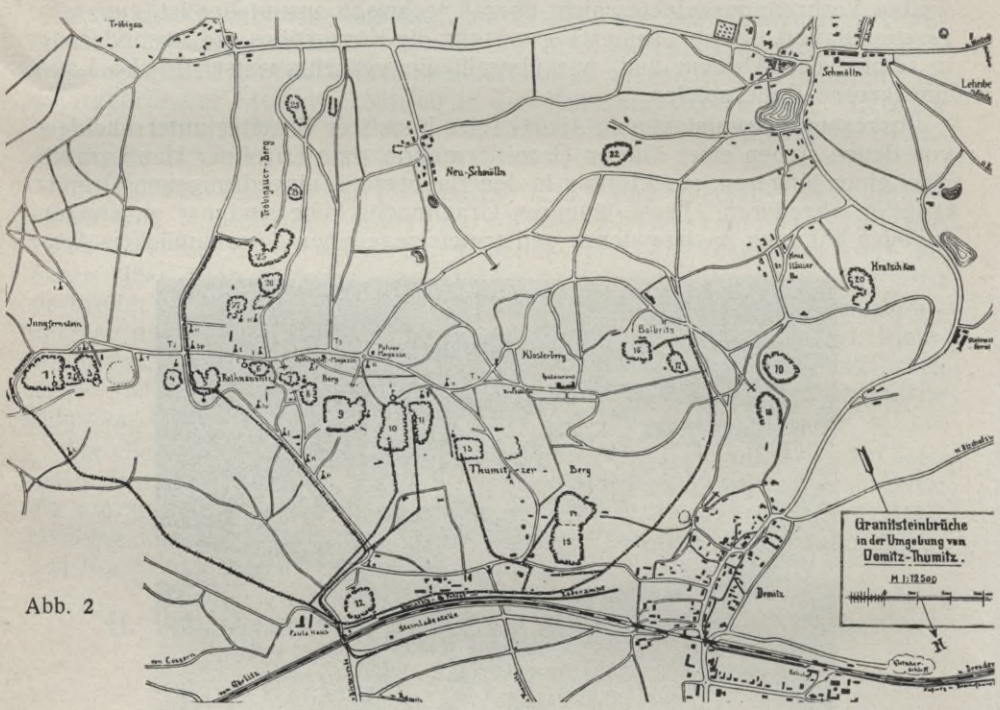


Abb. 2

Nr.	Granitbruch	Firma
1.	Jungfernsteg	C. G. Kunath
2.	„	Ernst Eisold
3.	„	Döcke & Forcke
4.	Rothnauslitz	Paul Thonig
5.	Kanzel	Sparmann & Co.
6.	Rothnauslitz	Ernst Eisold
7.	„	do.
8.	„	G. Fuhrmann
9.	„	R. Rogg
10.	„	C. G. Kunath
11.	Lochberg	Sparmann & Co.
12.	Demitz	C. G. Kunath
13.	Thumitz-Berg	do.
14.	Thumitz I	do.
15.	Thumitz II	C. G. Kunath
16.	Bolbritz I	do.
17.	Bolbritz II	do.
18.	Kloster	Sparmann & Co.
19.	Vincensius	do.
20.	Ratschken	do.
21.	Lehnberg	R. Rogg
22.	Grund	Döcke & Forcke
23.	Tröbigau	E. Rössler
24.	„	H. Eisold
25.	„	Sparmann & Co.
26.	„	H. Eisold
27.	„	Holzamer, Bauer & Co.
28.	Naundorf	do.

vielen Brüchen als ein grosser Vorteil für den Abbau des Granites, weil ihr vollständig verwittertes Material („Klapperwände“ genannt) leicht mit der Hacke zu beseitigen ist und dadurch immer von neuem für die freizulegenden Granitbänke Losung geschaffen wird. Unregelmässig schiefwinklig aufsetzende Klüfte, die in vielen anderen Hartsteinbrüchen die Gewinnung grosser, gut geformter Blöcke sehr erschweren, ja unmöglich machen, sind obendrein selten, und als weiterer Vorteil kommt hinzu, dass der Granit, ganz ähnlich dem bekannten Granit von Baveno am Lago maggiore, parallel

den Bankungsflächen ausgezeichnet spaltet und durch angesetzte Keile leicht in ebenflächige Blöcke und Tafeln geteilt werden kann.

Ausser zu Werkstücken (von teilweise gigantischen Ausmassen) für alle nur denkbaren Zwecke wird der Lausitzer Granit zu Trottoirplatten, Rundsteinen (z. B. für Kollergänge), Bordsteinen, Reihenpflastersteinen, Kleinpflaster, Packlager, Gleisbettung, Feinschlag usw. verwendet. Der Versand von gestockten, gesägten, geschliffenen und polierten Werkstücken, die in eigenen, in der Lausitz gelegenen, teilweise sehr bedeutenden und mit den modernsten Maschinen ausgerüsteten Betrieben zugerichtet werden, erstreckt sich hauptsächlich über Sachsen, grosse Teile Mittel- und Norddeutschlands und Hollands.

Wie bereits betont, nimmt der mittelkörnige Biotitgranit bei weitem die erste Stelle in der Lausitzer Granitindustrie ein. Von den übrigen Abarten sei hier nur noch kurz der kleinkörnige Granit (auch zweiglimmeriger oder Lausitzer Granit genannt) erwähnt, der neben dunklem Glimmer (Biotit= Magnesiaglimmer) auch reichlichen hellen Glimmer Muskovit=Kaliglimmer), ausserdem fast stets grünliche Kordieritkörnchen enthält und dessen kleinkörniges Gefüge streckenweise durch mittelkörnige Ausbildung unterbrochen wird. Nussgrosse Anhäufungen von Magnesiaglimmer (Glimmerbutzen) sind in dieser Varietät häufiger als in anderen Lausitzer Granitarten. Obgleich die Qualität des z. B. am Valtenberg, Mönchswalder Berg, Butterberg bei Bischofswerda u. s. f. verbreiteten Gesteins an sich vorzüglich ist, haben sich die Steinbrüche hier nicht annähernd so entwickelt, wie im mittelkörnigen Granit, vor allem weil das Gestein viel mehr durch unregelmässige Lose zerteilt ist und keine so ausgezeichnete Bankung aufweist.

Bei der grossen Anzahl von Granitstöcken und granitischen Gängen, den Sachsens Boden birgt, hat sich, wie bereits bemerkt, auch noch an zahlreichen anderen Stellen eine lebhafte Granitindustrie entwickelt, deren eingehende Schilderung jedoch zu weit führen würde. Es seien daher nur die wichtigeren Bruchreviere aufgezählt.

Eine ganze Reihe von Brüchen zieht sich hart an beiden Ufern der Elbe, von Meissen bis Althirschstein hinab, woselbst sich das Elbtal in das gewaltige Meissener Granit-Syenitgebiet eingeschnitten hat. Hier treten eine ganze Reihe von Granitvarietäten auf, von denen zunächst der Granit der Riesensteine erwähnt sei, der einige aus dem Elballuvium hervorragende Kuppen, etwa 1 km östlich von Meissen, sowie die etwas weiter nördlich gelegenen Abhänge bei Zscheila bildet. Dieses quarzreiche, glimmerarme Gestein hat eine rote Grundfarbe (ähnlich manchen schwedischen Graniten), hervorgerufen hauptsächlich durch mikroskopischen Eisenglanz und wird wegen seiner hohen Politurfähigkeit und der ausgezeichnet dekorativen Wirkung vielfach zu Denkmälern, Wandbekleidungen, Grabeinfassungen usw. verwendet. Die Gewinnung grösserer Blöcke ist jedoch durch die Verteilung der Lose erschwert, so dass in der Mehrzahl der Brüche das Schwergewicht des Betriebes auf die Herstellung von Pflastersteinen, die wegen der bequemen Wasserfracht weithin versandt werden, sowie von Bordsteinen, Packlager und Schotter gelegt wird.

Weiter stromabwärts von Meissen, bis nach Althirschstein (etwa 14 km unterhalb Meissen), ist an beiden Ufern der Elbe eine lebhafte Granitindustrie zu Hause, die ihre Produkte direkt von den Brüchen der Wasserfracht übergeben kann und dadurch in hohem Masse begünstigt ist. Von den verschiedenen hier entwickelten Granitvarietäten sei der rötliche, hornblendeführende, porphyrische Granit (auch Syenitgranit genannt) der Klosterhäuser bei Meissen erwähnt, ferner ein zwischen den Klosterhäusern und dem Keilbusch den Meissener Hauptgranit in zahlreichen Gängen durchsetzender,

hellfarbiger Ganggranit (Aplit), der besonders zu Strassen- und Gleisschotter geeignet ist und zeitweise auch als Zuschlag bei der Flaschenglasfabrikation verwendet wurde, endlich feinkörnige, von den Arbeitern als „Porphyr" bezeichnete Granitvarietäten, in denen die Feldspatkristalle porphyrisch ausgeschieden sind (z. B. die Brüche bei Rottewitz).

Alle diese längs der Elbe gelegenen Granitbrüche erzeugen in erster Linie Pflastersteine, sodann Packlager, Knack- und Mauersteine, während Werkstücke wegen der Klüftigkeit des Granites nur selten fallen.

Granitbrüche innerhalb des Granulitgebirges. Das Granulitgebirge (s. o.) wird an mehreren Stellen von langgezogenen Granitstöcken und zahlreich gescharten Granitgängen durchsetzt. Das Gestein ist ein rötlicher bis grauer, feinkörniger Granit mit zahlreichen, ziemlich dicht beieinander aufsetzenden Losen und mässiger Bankung. Die umfangreichsten Betriebe gehören dem Granitstock von Berbersdorf (zwischen Böhrigen und Hainichen) an. Hier, wie in den meisten anderen Granitbrüchen des Granulitgebirges, werden hauptsächlich Pflastersteine, Strassen- und Gleisschotter sowie Feinschlag erzeugt. — Weitere umfangreiche Brüche finden sich bei Waldheim, Mittweida, Neudörfchen, Kockisch (hier auch Werkstücke), Mühlau und Hartmannsdorf bei Burgstädt (etwas gröberes Korn und teilweise grosse Werkstücke).

Oestlich von Freiberg setzt in den grauen Gneisen der Bobritzscher Granit, ein kleiner Biotitgranitstock auf, in welchem bei Niederbobritzsch und Naundorf einige Steinbrüche angelegt sind.

Im südwestlichen Erzgebirge und angrenzenden Vogtlande sind es die gewaltigen, durch ihre interessanten Kontakthöfe (s. S. 153) bekannten Granitstöcke von Kirchberg, Eibenstock und Bergen, in denen an zahlreichen Orten ein lebhafter Bruchbetrieb umgeht.

Das fast kreisförmige, etwa 11 km Durchmesser aufweisende Kirchberger Granitmassiv besteht aus einer feinkörnigen Zentralpartie, die von grobkörnigem Granit ringförmig umgeben wird. Der feinkörnige, meist etwas porphyrisch struierte Granit ist ein ausgezeichnetes Material für Reihensteine, Kleinpflaster und Steinschlag. Die hauptsächlichsten Brüche finden sich bei Saupersdorf, am Borberg bei Kirchberg, Obercrinitz, Giegengrün und Röthenbach. Die mittel- bis grobkörnige Varietät, die lokal auch grosse Werkstücke liefert, wird u. a. bei Wolfersgrün und Wildenau abgebaut.

Das grösste erzgebirgische Granitmassiv, in dessen nördlichem Teil die Stadt Eibenstock liegt und das von dem nordwestlich sich anschliessenden Kirchberger Granitstock nur durch eine schmale Brücke von Schiefer getrennt ist, während es sich in südöstlicher Richtung über die Landesgrenze bis nach Karlsbad-Elbogen erstreckt, weist verhältnismässig wenig Steinbrüche auf. Dies liegt wohl daran, dass das Gestein schwer zu brechen und der Lokalbedarf in diesen Teilen des Gebirges kein sehr grosser ist, ferner die Kommunikationsmittel nicht so günstig sind, wie z. B. in der Lausitz. Beim Eibenstocker Granit (nach seinem reichen Gehalt an schwarzem Turmalin „Turmalingranit" genannt) herrschen mittel- und grobkörnige, vielfach porphyrartig struierte Varietäten vor. Abgebaut wird das Pflastersteine wie auch Werkstücke ergebende Gestein z. B. bei Schönheide, Blauenthal, Carlsfeld, Breitenbrunn (hier eine feinkörnige Abart).

In dem viel kleineren, östlich Plauen gelegenen Bergener Granitmassiv, das sich aus einem vorwiegend zweiglimmerigen, weisslichgrauen bis schwach gelblichen Granit aufbaut, finden sich Bruchreviere (hauptsächlich Werksteine) bei Schreiersgrün, Bergen, Trieb, Schönau, Lauterbach u. a. O.

In den kleinen, nordöstlich des Eibenstocker Massivs gelegenen Granitdurchbrüchen von Schneeberg, Aue und Schwarzenberg findet ein ziemlich lebhafter Abbau am Gleesberge (kleinkörniger, weissgrauer Biotitgranit), bei Auerhammer sowie am Rockelmann (einer Granitkuppe bei Schwarzenberg) statt. — Bis vor einigen Jahren ging auch ein lebhafter Steinbruchbetrieb in der durch ihren uralten Zinnbergbau berühmten Pinge von Geyer um (unfern der durch ihre ausgezeichnet bankförmige Absonderung bekannten Granitfelsszenerie der „Greifensteine"), neuerdings hat jedoch der Zinnbergbau den Steinbruchsbetrieb in der Pinge wieder abgelöst, während in dem umgebenden Waldgebiete der Greifensteingranit nach wie vor in verschiedenen Werksteinbrüchen abgebaut wird.

Kleinere Granitbruchreviere finden wir in Sachsen noch in der Gegend von Brambach (südöstlich Bad Elster) sowie am Ostrande des Freiberger Gneisbezirkes, bzw. der Westgrenze des Elbsandsteingebietes bei Gottleuba und Dohna. Der Brambacher Granit ist meist bis auf mehrere Meter tief zu sandigem Grus, der als Bausand gewonnen wird, zersetzt. Die Granite von Markersbach, Gottleuba, Niederseidewitz, Dohna liefern Pflastersteine und Schotter, dagegen nur wenig Werkstücke infolge der diese Gegend durchsetzenden Verwerfungen und Pressungszonen, die den Granit vielfach rissig und unganz machen.

Syenit.

Der Syenit (nicht zu verwechseln mit den häufig als „Syenit" bezeichneten Lausitzer grünlichen Diabasen, s. u.) bildet die breite Randzone des Meissener Granit-Syenit-Eruptivstockes, der vom Elbtale durchschnitten wird und sich von Dresden abwärts bis fast nach Riesa erstreckt. Die Hauptgemengteile dieses granitisch-körnigen, fast immer jedoch gleichzeitig etwas parallel-struierten Gesteins sind Feldspat und Hornblende. Seine Färbung ist in den Distrikten südwestlich Dresden (Plauenscher Grund) rötlich, elbabwärts — besonders auf der rechten Talseite — hellgrau. Vielfach wird der Syenit von weitreichenden, mit der Lausitzer Hauptverwerfung (s. S. 149) zusammenhängenden Quetschungszonen durchzogen, was im Verein mit seiner primären Parallelstruktur die Ursache ist, dass grosse Werkstücke kaum oder doch nur ganz lokal aus ihm gewonnen werden können. Um so besser eignet sich dafür das Material zu Mauersteinen, Pflaster, Gleis- und Strassenschotter, Feinschlag und „Sand". Bei der Verwendung zu Strassenpflaster kommt ihm seine grosse Härte und schwere Abnutzbarkeit zustatten.

Grössere Brüche finden sich im Plauenschen Grunde zu beiden Seiten der Weisseritz in dichter Aufeinanderfolge (Nausslitz, Döltzschen, Coschütz, Potschappel), ferner nordwestlich des Plauenschen Grundes bei Oberwartha, Weistropp, Kleinschönberg, sodann rechts der Elbe (vorzugsweise von weissgrauer Farbe und irrtümlich als „Granit" bezeichnet) bei Kötzschenbroda, Neucoswig, Moritzburg, südöstlich von Grossenhain bei Beiersdorf, Dallwitz, Nauleis u. a. O.

Syenitische Gesteine tauchen nach längerer Unterbrechung im Elbtale nochmals auf unterhalb Riesa, unmittelbar bei dem Hafenorte Gröba (hier Pyroxensyenit, der hauptsächlich bossierte Pflastersteine liefert) und bei den Ortschaften Strehla, Sahlassan und Görzig (hier von sehr wechselnder mineralogischer Zusammensetzung).

Granitporphyr.

Die Granitporphyre sind granitische Ganggesteine, welche in einer fast stets mit blossem Auge noch gut zu entziffernden (also feinkristallinen) Grundmasse grössere Kristalle von Quarz und Feldspat, zuweilen auch

Glimmer, Hornblende oder Augit (Pyroxen) ausgeschieden enthalten. Die bedeutendsten Vorkommen von Granitporphyr finden sich im östlichen Erzgebirge als ein die Teplitz-Altenberger Porphyrdecke (s. u.) begleitender mächtiger Gang, der vom Mückentürmchen über Geising bis Oberfrauendorf sich erstreckt, weiter in Gestalt eines zweiten, fast das gesamte Erzgebirge durchquerenden, von Oberleutensdorf in Böhmen bis nach Dippoldiswalde reichenden, 35 km langen und stellenweise 1 km breiten Ganges. Trotz dieser bedeutenden Ausdehnung ist aber der Steinbruchsbetrieb in dem schönen rötlichen Gestein nur gering und nur dem Lokalbedarf angepasst, weil wenig Verkehrsmittel und ausserdem verschiedene andere vorzügliche Hartgesteine (Quarzporphyr, Basalt) vorhanden sind.

Abb. 3. Der sogen. „Kirchbruch" in Beucha bei Leipzig (Granitporphyr, Firmen Günther & Fiedler und Preisser & Co.).

Ganz anders verhält es sich mit dem nordsächsischen Granitporphyr, der gleichfalls gangförmige Bildungen (der Rotliegendzeit) darstellt, die jedoch nur an wenigen Stellen an die Erdoberfläche treten, im übrigen durch tertiäre und diluviale Ablagerungen verhüllt sind. Die hervorragendsten Aufschlüsse in solchem Granitporphyr befinden sich 16 km östlich von Leipzig, an der Leipzig-Döbeln-Dresdener Eisenbahn, unmittelbar bei dem Dörfchen Beucha, welches selbst dem im Eisenbahnwagen Vorübereilenden durch seine malerische, auf hohem Felsschilde stehende Kirche auffällt (siehe vorstehende Abbildung) ferner an dem nur 1,5 km südöstlich davon sich erhebenden „Kohlenberge" bei Brandis.

Die Beuchaer, dicht beieinander liegenden Steinbruchsbetriebe sind in einer aus dem Diluvium mehrfach kuppenförmig aufragenden Partie eines mächtigen Granitporphyrganges (Gangstockes) angesetzt. Das teils rötlichgraue, teils grau-grünlich bis bläulich-graue Gestein weist in einer feinkörnigen Grundmasse grössere Quarze und ansehnlich grosse Feldspatkristalle (bis über 2 cm) auf und enthält als Nebengemengteile u. a. dunkelgrüne, häufig chloritisch zersetzte Mineralien, die zur Gruppe der Pyroxene gehören (daher Pyroxen-Granitporphyr). Wie der Lausitzer Granit, so enthält auch der Beuchaer Granitporphyr stellenweise Fragmente von fremdartigen, aus der Tiefe mit emporgerissenen Gesteinsbruchstücken (kontaktmetamorphe Schiefer und Grauwacken usw.).

Hinsichtlich seiner Absonderung ähnelt dieses Gestein durchaus den Graniten und wird deshalb in der Technik auch vielfach als „Granit" bezeichnet; es ist also durch Klüfte in mächtige Bänke und Pfeiler geteilt, die die Gewinnung ganz bedeutender Bänke ermöglichen. Hierbei kommt die Eigenschaft des Beuchaer Granitporphyrs, mit ebenen Flächen zu spalten, sehr zu statten, so dass Werkstücke in jeder nur gewünschten Grösse gewonnen werden können, wie z. B. die riesigen zum Völkerschlachtdenkmal bei Leipzig verwendeten Quader und Platten beweisen. Die ausgezeichnete Spaltbarkeit des Gesteins bei gleichzeitig ebener, aber doch rauher Bruchfläche, daneben aber auch die grosse Härte und Zähigkeit des Materials, hat auch einen grossen Aufschwung der Beuchaer Pflastersteinindustrie ermöglicht, zu welcher naturgemäss die unmittelbare Lage an der Bahn, die Nähe der Grossstadt Leipzig, wie die vorzügliche geographische Lage überhaupt (günstige Frachtverhältnisse nach Mittel- und Norddeutschland) das ihre beigetragen haben. An Qualität ist der Beuchaer Granitporphyr, ebenso wie viele Quarzporphyrsorten (s. u.) dem in Deutschland leider sehr viel zur Verwendung kommenden schwedischen Pflastersteinmaterial durchaus ebenbürtig.

Quarzporphyre, Porphyrite und Porphyrtuffe.

Eine ausserordentliche Verbreitung gewinnen in Sachsen die für die Hartgesteinindustrie so ungemein wichtigen Quarzporphyre (schlechthin „Porphyr" genannt), Gesteine, welche in einer dichten Grundmasse kleine porphyrische Einsprenglinge meist von Feldspat und Quarz beherbergen und welche hauptsächlich als weitausgedehnte Deckenergüsse des Rotliegenden, in viel geringerer Verbreitung in Form von Stöcken, Kuppen und Gängen, ganzen Landesteilen wie auch einzelnen bevorzugten Punkten ihren geologischen Charakter und häufig auch das landschaftliche Gepräge aufdrücken. Die Decken sind vornehmlich im nordwestlichen Teile des Landes, in der Gegend von Rochlitz, Kohren, Frohburg, Leisnig, Grimma, Wurzen, Hohburg, Dornreichenbach und Oschatz verbreitet und liefern das Material für eine sehr grosse Anzahl von Steinbruchbetrieben.

Im Gegensatz zum Granit, der meist in starken Bänken und Pfeilern abgesondert ist, weist der Quarzporphyr eine viel intensivere Zerklüftung auf. Seine Lose verlaufen viel unregelmässiger und dichter, so dass das Gestein bis auf lokale Ausnahmen für Werkstücke, namentlich solche grösseren Formats, nur wenig in Frage kommt. Dagegen eignet es sich wegen seiner grossen Härte und schweren Abnutzbarkeit vorzüglich zum Strassenbau (Packlager, Schotter, Kleinpflaster, wie auch gute Reihensteine). Unter den Farbtönen des Gesteins herrschen rötliche, rötlichbraune und graurote Nuancen vor, doch treten auch grünlich-schwarze Färbungen (Pyroxenquarzporphyr, s. u.) auf. Die wichtigsten Bruchreviere, deren Steinbruchunternehmen teilweise zu den grössten in Deutschland gehören, sind folgende:

An der Nordgrenze des Königreichs (nördlich Wurzen) steigen aus dem Diluvium die weithin sichtbaren Hohburger Berge („Hohburger Schweiz") auf, in denen zahlreiche von den Hohburger Quarzporphyrwerken und verschiedenen anderen Firmen betriebene Steinbrüche angesetzt sind, die vorzugsweise einen rötlich-grauen Pyroxenquarzporphyr abbauen und die alle Arten Pflastersteine, Schotter, wie auch Werkstücke erzeugen. Die Brüche liegen hauptsächlich am Steinberg, Zinken- und Frauenberg bei Röcknitz, am Gaudlitzberge, Spielberg bei Böhlitz usw. Der weitaus grösste Teil der Fabrikate wird mittels eigener Anschlussbahn der Leipzig-Torgauer Hauptbahnstrecke zugeführt, um alsdann über Mittel- und Norddeutschland,

jedoch auch nach Thüringen, Nordwestsachsen, Sachsen-Altenburg u. s. f. verfrachtet zu werden.

Ein gleich wichtiges Porphyrareal breitet sich nördlich der Station Dornreichenbach (an der Leipzig-Dresdener Eisenbahn) aus, das deshalb besonders bemerkenswert ist, weil hier der Quarzporphyr lokal ausgezeichnet dünnplattige Absonderung aufweist, die ihn zur Gewinnung des begehrten Kleinpflasters („Mosaik") geeignet machen.

Weitere Porphyraufbrüche, deren Einzelaufzählung zu weit führen würde, finden sich bei Oschatz (Altoschatz), zwischen Grimma und Grossbothen, Rochlitz und in der Frohburger Gegend (Frohburg, Wolftitz, Kohren). Eine nur 4 bis 8 m mächtige, zum erzgebirgischen Becken gehörige Quarzporphyrdecke streicht in der Gegend von Chemnitz zutage aus und wird bei Hilbersdorf, Furth, sodann weiter südwestlich bei Oberlungwitz abgebaut. Bei Flöha wird in einigen Steinbrüchen (u. a. unmittelbar beim Bahnhofe) ein älterer, der Steinkohlenformation zugehöriger Quarzporphyr abgebaut, der hier eine bis 50 m mächtige, an den Gehängen des Zschopau- und Flöhatales zum Ausstrich kommende Decke bildet. Das Gestein gibt guten Schotter, namentlich aber Werkstücke von nicht zu grossen Dimensionen, die bearbeitet einem graugelblichen Sandstein sehr ähnlich sehen. Südlich von diesem Porphyr-

Abb. 4. Teil des Quarzporphyrbruchs „Breite Berg" bei Lüptitz-Wurzen der Firma Fr. Zachmann, Leipzig.

vorkommen erhebt sich die mit altem Schloss gekrönte Porphyrkuppe der Augustusburg, deren in mächtigen Säulen abgesonderter, schöne Fluidalstruktur aufweisender Porphyr an der Südseite der Kuppe abgebaut wird.

Im östlichen Erzgebirge finden wir die Deckenergüsse des Tharandter sowie des Teplitz-Altenberger Porphyrs, in welchen in verschiedenen Steinbrüchen bedeutende Mengen von Strassenbaumaterial, Gleisschotter und Mauersteinen gewonnen werden. Wegen seiner warmen rötlich-grauen Farbe gibt solcher Porphyrschotter namentlich den die Waldreviere bei Bärenburg, Altenberg, Geising, Zinnwald, Eichwald in Böhmen durchziehenden Strassen ein sehr freundliches Aussehen. Mehr vereinzelte Quarzporphyrgänge und -kuppen werden ausserdem im Erzgebirge an so vielen Stellen abgebaut, dass eine Aufzählung der Lokalitäten zu weit führen würde.

Im Gegensatz zu den bei den Quarzporphyren meist vorherrschenden rötlichen bis bräunlichen und grauvioletten Farben ist in der Leipziger Gegend noch ein schwarzgrüner bis grünlich-grauer Porphyr verbreitet, der wegen der ihn dunkelfärbenden Pyroxenmineralien (Augit, Enstatit u. a.)

die wissenschaftliche Bezeichnung Pyroxenquarzporphyr führt. Dieses überaus harte, dabei gut spaltbare und zu Strassenbaumaterial (auch Reihensteine) sehr geeignete Gestein wird im Leipziger Ratsbruch bei Taucha, im fiskalischen Bruch am Dewitzer Berge ebendaselbst, sodann bei Kleinsteinberg (in der Nachbarschaft des Beuchaer Granitporphyrs, s. o.) abgebaut. Die letztgenannten beiden Vorkommen sind berühmt durch die zeitweilige Aufdeckung von Rundhöckern mit Glazialschrammen, die nach Abräumung der dünnen Decke von Geschiebelehm auf der geglätteten Felsenoberfläche sichtbar werden und Zeugnis davon ablegen, dass diese Porphyraufragungen während der Diluvialzeit vom Inlandeis überschritten worden sind.

Weitere Bruchreviere im Pyroxenquarzporphyr finden wir in der Gegend von Wurzen (Breiter Berg [s. Abb. 4], Weinberg, Spitzberg, letzterer arm an Pyroxen), Wolfsberg-Lüptitz (mit Drahtseilbahn nach Bahnhof Wurzen), bei Ammelshain (Haselberg, Butterberg, Frauenberg), Altenhain-Trebsen, Grosssteinberg (mit bedeutendem Schotterwerk), Grimma (Hengstberg mit säulenförmiger Absonderung des Porphyrs, Ruhmberg), Mutzschen (Fremdiswalde, Wermsdorf, Hubertusburger Wald u. a. O.).

Als glasig erstarrte Abart des Quarzporphyrs tritt an einigen Stellen in Sachsen, z. B. in Dobritz-Garsebach bei Meissen, in Ebersbach bei Geithain, Korpitzsch bei Leisnig, Mühlbach bei Frankenberg u. a. O. der sogenannte Pechstein (Porphyrpechstein) auf, ein grünliches, bräunlich-rotes bis schwärzliches Gesteinsglas, welches besonders bei Meissen (Garsebach) zur Schottergewinnung abgebaut wird. Das Gestein findet auch zur Bereitung von Flaschenglasmasse Verwendung und ist noch deshalb bemerkenswert, weil es (ebenso wie viele Quarzporphyre) zu schneeweissem Kaolin zersetzt wird (Porzellanerde von Seilitz bei Meissen).

Anhangsweise seien hier noch die Porphyrite erwähnt, Gesteine, die äusserlich manchen Quarzporphyren gleichen und in der Technik auch meist als „Porphyr" bezeichnet werden. Mineralogisch unterscheiden sie sich vom Quarzporphyr dadurch, dass ihr vorherrschender Feldspat ein Natronkalkfeldspat (Plagioklas) ist (beim Quarzporphyr dagegen Kalifeldspat, Orthoklas) und dass die Einsprenglinge von Quarz meist fehlen, dafür aber Glimmer oder Hornblende ausgeschieden sind (hiernach Glimmer- oder Hornblendeporphyrit). Steinbrüche im Porphyrit, der sowohl in Gängen, wie auch in Decken auftritt und hauptsächlich Schotter liefert, finden sich u. a. bei Weissig, zwischen Wilsdruff und Potschappel, im Wesenitztale bei Schmiedefeld, südlich Leisnig, bei Gnandstein usw.

Porphyrtuffe.

Die gewaltigen vulkanischen Ergüsse der Rotliegendzeit sind ganz wie die heutigen vulkanischen Eruptionen lokal von Aschenregen begleitet gewesen, deren verfestigtes Material wir heute in den Porphyrtuffen erblicken. Eine der bekanntesten dieser Ablagerungen altvulkanischer Tätigkeit ist der von Touristen und Geologen viel besuchte Rochlitzer Berg, in dessen flacher Gipfelregion sich die uralten Steinbrüche gruppieren, die den sogenannten „Rochlitzer Porphyr" liefern. Es gibt wohl keine Steinindustrie in Sachsen, die sich an Alter mit derjenigen des Rochlitzer Berges messen könnte, reichen doch die ersten Anfänge rund 1000 Jahre zurück. An ungezählten uralten Kirchen, Schlössern, Rittergütern, Rathäusern, Bauernhöfen, Brücken usw. in der Umgebung des Berges wie in ganz Sachsen, ja weit über dessen Grenzen hinaus, hat das noch nach Jahrhunderten gut erhaltene und in seiner warmen rötlichen Färbung dem Auge wohltuende Gestein Verwendung gefunden zu Portalen,

Erkerverkleidungen, Dach- und Giebelverzierungen, Fenster- und Türgewänden, Simsen usw.

Der Rochlitzer Porphyrtuff ist ein porig-kleinblasiges, dabei körneliges Gestein mit einer eigenartig kieselig-tonigen Grundmasse, in der man kaolinisierte Feldspätchen, Quarzkörner und dunkle Glimmerschüppchen erblickt. Es wird von weisslichen und rötlichen, schmalen, kieseligen Adern durchzogen und weist zahlreiche Einschlüsse von Lapilli (kleine vulkanische Auswürflinge) und Porphyrkugeln auf. Bruchfeucht ist es sandsteinartig weich, an der Luft erhärtet es nach und nach bedeutend. Der Abbau der nur wenig durch Klüfte gegliederten Porphyrtuffmasse geschieht vorzugsweise durch maschinelle Schrämarbeit, daher die senkrechten Wände der Steinbruchsgruben. Die Gewinnung selbst sehr grosser Blöcke macht keine Schwierigkeiten. Seit einer Reihe von Jahren haben sich die ehemaligen Einzelbrüche zu der G. m. b. H. „Vereinigte Porphyrbrüche auf dem Rochlitzer Berge" zusammengeschlossen. Das in seiner mild-roten, durchaus wetterbeständigen Farbe sehr dekorativ wirkende Gestein wird gegenwärtig wieder stark begehrt.

Die liegendsten Partien der insgesamt über 30 m mächtigen Ablagerung von Rochlitzer Tuff sind stellenweise, namentlich am Ostabhang des Berges („Wilder Bruch") verkieselt und dann von bläulicher Färbung und ausserordentlich hartem, sprödem Gefüge. In diesem kieseligen Tuff treten die namentlich von älteren Mineralogen oft erwähnten Adern und Nester von weisslichem, gelblichem und rötlichem Steinmark auf, die in früheren Jahrhunderten als „Siegelerde" begehrt waren.

Eine andere, bis 50 m mächtig werdende Porphyrtuffmasse breitet sich im „Zeisigwald" bei Chemnitz aus. Das Gestein ist ziemlich weich, von grauer bis blass-rötlicher Farbe und weist viele grünliche und rotbraune Flecken auf. Es bricht vorzugsweise dünnbankig, in den tieferen Horizonten der Brüche jedoch auch in so starken Bänken, dass es für Werkstücke sehr wohl tauglich ist. Trotzdem dieses Gestein, sowohl was Aussehen wie Festigkeit betrifft, nur mässigen Ansprüchen genügt, besteht doch infolge der Nähe der Grossstadt Chemnitz ein sehr lebhafter, in zahlreichen Brüchen umgehender Betrieb auf demselben, und es wandern alljährlich bedeutende Mengen von Packlager, Mauersteinen wie Steinmetzarbeiten aus dem Zeisigwalde nach Chemnitz.

Auch in der Zeisigwalder Tuffablagerung treten verkieselte Zonen auf (besonders in der Nähe des Beuthenbergturmes), welche grösste Aehnlichkeit mit Quarzporphyr haben und deshalb als „harter Porphyr" bezeichnet werden. Sie geben ein sehr gutes Material für Packlager und Schotter.

Diabas, Diorit, Melaphyr.

In der Lausitz treten Diabase vielfach als den Granit und die Grauwacke durchsetzende Gänge auf, welche zuweilen stockartig anschwellen und dann an 100 m Mächtigkeit erreichen. Solche gewöhnlich sehr steil einfallende Diabasgänge lassen sich in vielen Granitbrüchen beobachten; ihr Gestein, in der Technik „Syenit", schlechthin auch „Grünstein" genannt, ist oberflächlich und längs der Gangklüfte meist stark verwittert und alsdann in eine braune, grusige Masse zersetzt.

Die aus grünem bis schwärzlichem Augit und hellem Feldspat bestehende und daher, namentlich in den mächtigeren Gängen, ein grünweiss gesprenkeltes Aussehen besitzenden Diabase sind in den letzten Jahren fast gänzlich durch den schwarzen schwedischen „Granit" (ebenfalls ein Diabas), sowie durch die beklagenswerte Einführung von schwarzen Glasplatten aus ihrer bevorzugten Stellung in der Friedhofskunst verdrängt worden. Bis

dahin hatten die Diabase eine ziemlich bedeutende Rolle in der sächsischen Hartsteinindustrie gespielt, da sich ausgezeichnete, hochpoliturfähige Werkstücke für monumentale Zwecke aus dem Gestein gewinnen lassen. Gegenwärtig wird dasselbe vorwiegend zu Pflastersteinen und Strassenschotter verarbeitet, wozu es sich wegen seiner Härte und Zähigkeit vorzüglich eignet. Brüche finden sich u. a. bei Stiebnitz, Niederguhrig, Schönbach, Wiesa und Oppach.

Ausser den Diabasen treten in der Lausitz noch andere „Syenit"-Gänge, nämlich Diorite auf, Gesteine, die aus Hornblende und Feldspat bestehen, aber weniger häufig und auch in geringerer Mächtigkeit als die Diabase anzutreffen sind, weshalb nur ein unbedeutender Betrieb auf denselben stattfindet.

In grösserer Verbreitung stellen sich Diabase südwestlich von Zwickau und namentlich im Vogtlande, hier fast allgemein als „Grünstein" bezeichnet, ein. Ihre Struktur ist vorherrschend feinkörnig bis dicht, in einzelnen Fällen auch mandelsteinartig, ihr geologisches Auftreten im Gegensatz zur Lausitz ein lager- bzw. deckenartiges. Die ausserordentlich gestörten Lagerungsverhältnisse, namentlich die unzähligen, das Vogtland schachbrettartig durchschneidenden Verwerfungen bringen es mit sich, dass das Gestein hier im allgemeinen keine Werkstücke, dagegen gute Mauersteine und wegen seiner ausgezeichneten Härte ein vorzügliches Strassenbaumaterial abgibt. Grössere Brüche finden sich bei Oberplanitz, Neumark, Plauen, Oelsnitz u. a. O. An verschiedenen Punkten werden auch Diabasbreccien, Diabaskonglomerate und Diabastuffe abgebaut.

Melaphyre, die, ebenso wie Quarzporphyre und Porphyrite Ergussgesteine des Karbons und des Rotliegenden darstellen, spielen in Sachsen eine untergeordnete Rolle. Es sind basaltähnlich dichte bis sehr feinkörnige, graugrüne, oder rötlichbraune Gesteine von meist grosser Festigkeit und splitterigem, muscheligem Bruch, die zu Packlager, Mauersteinen, hauptsächlich aber Strassen- und Gleisschotter verwendet werden (bei Cainsdorf unfern Zwickau, hier teilweise als Melaphyrmandelstein ausgebildet, Planitz, Stenn, Härtensdorf, zwischen Lonnewitz und Ganzig östlich Oschatz, usw).

Basalt, Phonolith.

Die Zahl der Basaltvorkommen (Gänge, Kuppen und Decken) in der Lausitz und im Erzgebirge (einige auch im südlichen Vogtland) ist so bedeutend, dass nur eine beschränkte Aufzählung hier möglich ist.

In der Lausitz sind die wichtigsten Basaltberge der Schlossberg bei Stolpen, der Wacheberg bei Taubenheim, der Löbauer Berg (zum Teil grobkristalline Ausbildung des Basaltmagmas=Nephelindolerit), der Hutberg bei Herrnhut und die Basaltdecken und -kuppen zwischen Ebersbach und Zittau. Im Elbsandsteingebirge wird u. a. der höchste Teil des Cottaer Spitzberges aus Basalt aufgebaut.

Im Erzgebirge treffen wir die zu den schönsten Aussichtspunkten gehörenden und mit weithin sichtbarem Turm gekrönten Basaltberge des Geising, Pöhlbergs, Scheibenbergs, Bärensteins, sämtlich mit ansehnlichen Steinbruchsbetrieben. Die drei letztgenannten Basaltberge stellen höchstwahrscheinlich die tafelförmigen Ueberreste eines gewaltigen Basaltlavastromes dar, der die äusserst flachen Talwannen tertiärer Flussbetten ausfüllte, weshalb wir heute noch an jenen drei Basaltbergen eine mächtige Folge von Kiesen und Sanden unmittelbar unter dem Basalt antreffen, die infolge der grossen Sandarmut des oberen Erzgebirges ebenso eifrig abgebaut werden wie der Basalt. Die säulenförmige Absonderung lässt sich am besten in dem Steinbruch am Scheibenberge

beobachten, woselbst die senkrechten, riesigen Pfeilern gleichenden Säulen bei 1 bis 3 m Dicke eine Höhe von 20 m aufweisen. Weitere Basaltsteinbrüche befinden sich bei Johanngeorgenstadt, an der Steinhöhe (1064 m hoch), am Hirthstein bei Satzung (hier horizontale Lagerung der Säulen), am Steindl, am Landberg und Ascherhübel (westlich Tharandt) und an zahlreichen anderen Punkten.

Phonolith oder „Klingstein", ein dem Basalt ähnliches, jedoch graugrünlich aussehendes Eruptivgestein, wird in verschiedenen Steinbrüchen in der Lausitz und an einzelnen Punkten auch im Erzgebirge — meist zwecks Verarbeitung zu Schotter, in der Lausitz jedoch auch wegen seiner plattigen Absonderung zur Gewinnung recht guter Mauersteine — abgebaut, doch steht er in seiner Bedeutung hinter dem Basalt zurück. In einzelnen Lausitzer Brüchen, z. B. bei Pethau weist der als Mauerstein gern benutzte Phonolith infolge Verwitterung ein sandsteinartiges, poröses Gefüge auf. Aus Phonolith baut sich z. B. die Gipfelpartie des Hochwalds und der Lausche südlich Zittau, sodann der Gipfel des Kottmar westlich Herrnhut auf. Steinbrüche finden sich u. a. bei Hainewalde, Spitzcunnersdorf, Oberoderwitz (Spitzberg), Grossschönau (Galgenberg), Seifhennersdorf.

Serpentin.

Serpentin tritt in Sachsen an verschiedenen Stellen, so im Granulitgebirge bei Waldheim, Böhrigen, Hartmannsdorf, Kändler, ferner bei Kuhschnappel, Reichenbach, Callnberg (hier verknüpft mit Gabbro), besonders aber im Erzgebirge bei Zöblitz auf.

Im Granulitgebirge bildet der Serpentin wenig mächtige Lager (Granatserpentin mit spärlichen Granaten in der Waldheimer, Bronzitserpentin in der Kuhschnappeler Gegend), die gegenwärtig noch bei Waldheim in bescheidenem Masse in Abbau stehen. Das schöne, in allen Nuancen von schwarzgrün bis hellgelblichgrün auftretende, in mässig grossen Stücken brechende Gestein eignet sich besonders zu polierten bildhauerischen und architektonischen Arbeiten, z. B. für Taufsteine, Altäre, Erbbegräbnisse, Urnen etc.

Eine wesentlich grössere Bedeutung hat der Serpentin von Zöblitz im Erzgebirge, der eine unmittelbar östlich der Stadt und z. T. unter dieser selbst sich erstreckende, in Muskowitgneis eingeschaltete Lagermasse (Lagerstock) bildet. Dieselbe fällt gleichsinnig mit dem umgebenden Gneis unter 30 bis 40 Grad nach NNO ein und hat eine durchschnittliche Mächtigkeit von 20 m, schwillt jedoch lokal bedeutend an, so dass dann ihre Ausstrichbreite auf maximal 600 m anwächst; ihre Längserstreckung beträgt rund 3 km.

Seinem Mineralbestand nach stellt der Zöblitzer Serpentin ein hauptsächlich durch hydrochemische Prozesse umgewandeltes Olivingestein, und zwar ein dem Lherzolith ähnliches, basisches Eruptivgestein dar (weshalb er hier unter den Eruptivgesteinen aufgeführt ist). Seine Bestandteile sind hauptsächlich serpentinisierter Olivin, Granat (meist in weichen Chlorit zersetzt), Hornblende, Bronzit und Augit. Das Gestein zeigt eine gewisse Bankung und zahlreiche Klüfte, die die Gewinnung 1 bis 2 m langer, selten grösserer Stücke, zuweilen auch mehrere Kubikmeter grosser Blöcke, die in Einzelstücke zerlegt werden, zulassen. Der Serpentin wird bruchfeucht verarbeitet und lässt sich vorzüglich sägen, hobeln, drehen, schleifen und polieren. Ein besonderer Vorzug des Zöblitzer Serpentins sind seine reichen Farbenabstufungen, unter denen dunkelgrün und rotbraun vorherrschen. Nach alten Urkunden reicht der Abbau des Zöblitzer Serpentinlagers bis in die Mitte des 15. Jahrhunderts zurück, und es dürfte wenige Steinindustrien geben, die eine

so wechselvolle Geschichte und so mannigfache Schicksale durchgemacht haben, wie diejenige des Zöblitzer Serpentins. Eine auch nur kurze Schilderung würde im Rahmen dieser Arbeit zu weit führen, und es muss deshalb auf die reiche Spezialliteratur verwiesen werden.*) Gegenwärtig liegt der Betrieb in den Händen der Sächsischen Serpentinstein-Gesellschaft zu Zöblitz, welche den Serpentin über Tage wie unterirdisch abbaut und in ihren Fabrikanlagen in Zöblitz verarbeiten lässt. Ausser zu Massenartikeln, für welche die kleinen Abfälle ausgenutzt werden (Aschenbecher, Briefbeschwerer, Wärmsteine, Isolatoren, Lampen- und Leuchterteile, Spielwürfel, Dominosteine etc.) wird der Serpentin vor allem zu polierten Kaminen, Säulen, Taufsteinen, Altären, Denkmälern, Platten, Grabsteinen, Wand- und Türverkleidungen, Balustraden und namentlich zu Aschenurnen verarbeitet. Der Versand erstreckt sich über ganz Europa wie auch auf überseeische Länder.

III. Sedimentgesteine.

Kalkstein (Marmor), Dolomit, Pläner.

Wenngleich Kalksteinbrüche heute noch an sehr vielen Punkten in Sachsen anzutreffen sind, so reicht doch ihre Zahl bei weitem nicht an die in früheren Jahrzehnten betriebenen Brüche (mehrere Hundert) heran, eine Erscheinung, die in erster Linie in den geologischen Verhältnissen begründet ist: Die sächsischen Kalksteinvorkommen gehören den verschiedensten geologischen Formationen an, treten über das ganze Land verstreut und vielfach nur in engbegrenzten Lagern auf; die Abbauverhältnisse sind gegenüber anderen Ländern, wo Kalkstein-Schichtenkomplexe mit ungestörten Lagerungsverhältnissen weite Gebiete beherrschen, wenig günstig. Teils sind mächtige Abraummassen zu überwinden, um auf die Kalksteinflöze zu gelangen, teils treten die Kalklager innerhalb steil aufgerichteter Schichten auf, die zwar anfänglich Tagebau, später aber nur noch unterirdischen Betrieb gestatten, teils handelt es sich überhaupt nur um wenig mächtige Flöze oder Linsen, die nach gewisser Zeit gänzlich abgebaut sind.

Unter solchen, wie unter mannigfachen anderen, hier jedoch nicht näher zu erörternden Umständen konnte die sächsische Kalksteinindustrie auf vielen, teilweise durch Jahrhunderte hindurch innegehabten Plätzen ihre Existenz gegenüber dem Wettbewerb aussersächsischer, namentlich bayrischer und mitteldeutscher Kalkwerke nicht mehr behaupten.

Trotz alledem ist aber die Anzahl der Kalksteinbrüche und Kalkbrennereien noch ganz bedeutend, und es können deshalb hier nur die wichtigeren Betriebe Berücksichtigung finden, welche nach geographischen Gesichtspunkten, im Osten des Landes beginnend, aufgezählt werden sollen.

Bezüglich der Verwertung des sächsischen Kalksteins sei bemerkt, dass derselbe zum weitaus grössten Teil zu Baukalk gebrannt wird, sodann als Düngekalk und in geringem Masse auch für chemische und technische Betriebe (Terrazzo, Kunststeinfabrikation, Putz etc.) Verwendung findet. In früheren Jahren fand auch ein lebhafter Absatz an Eisenhütten statt.

Nur wegen des aussergewöhnlichen geologischen Interesses seien zunächst die Fetzen und Schollen von Jurakalk (den einzigen in Sachsen) erwähnt, die an einzelnen Punkten der Lausitzer Hauptverwerfung (s. S. 149),

*) J Schmidt, Geschichte der Serpentin-Industrie zu Zöblitz, Mitteilungen des Königlich Sächsischen Vereins für Erforschung vaterländischer Geschichts- und Kunstdenkmäler, 1869; desgl. H. Zabel, Geschichte der Serpentin-Industrie zu Zöblitz, Annaberg 1890. Auch in dem Werke von O. Herrmann, Steinbruchsindustrie und Steinbruchgeologie, Berlin 1899, das eine sehr eingehende Bearbeitung der gesamten sächsischen Steinindustrie enthält, findet sich ein Auszug aus der Geschichte des Zöblitzer Serpentins.

besonders westlich Schönlinde, ferner bei Saupsdorf und Hohnstein zwischen dem Lausitzer Granit und dem Quadersandstein des Elbsandsteingebirges emporgequetscht worden sind und auf denen bis vor einer Reihe von Jahren Kalkwerksbetrieb umgegangen ist.

An beiden Gehängen des Elbtales, von Dresden abwärts bis Meissen, finden sich spärliche Reste der oberen Kreideformation in Gestalt von Plänerkalkstein, die in früheren Jahren — z. B. bei Weinböhla und am Spitzberg — abgebaut und zu Kalk gebrannt wurden. Eine grössere, der Elbtalerosion entgangene Plänerablagerung zieht sich westlich und südwestlich von Dresden am linken Elbtalgehänge entlang und wird hier in einer Reihe von Steinbrüchen zur Gewinnung von Bausteinen und Wegebaumaterial abgebaut. Der Pläner besteht hier aus fast horizontal lagernden, plattigen Kalksteinbänken, die durch eine Mergel- bzw. Tonschicht in eine obere und untere Abteilung getrennt werden. Nur in der unteren Abteilung treten stärkere Bänke (bis über 1 m) auf.

Der dichte, hellgrau bis blaugrau gefärbte Pläner eignet sich vorzüglich zur Herstellung von Mosaikpflaster sowie Mauersteinen. Grössere Brüche, welche ihre Erzeugnisse hauptsächlich nach dem nahen Dresden und dessen Vororten (die Mosaiksteine jedoch auch für den Fernversand) liefern, finden sich bei Coschütz, Nausslitz, Plauen, Obergorbitz, Löbtau, Leutewitz und Omsewitz.

In dem Schiefergebirge an der Ostflanke des Freiberger Gneisgebietes ist den dortigen Tonschiefern und Diabastuffen ein an 20 km langer, mehrfach unterbrochener Zug von Kalklagern eingeschaltet. Die sich häufig in mehreren Horizonten wiederholenden, gleichsinnig mit den umgebenden Schichtenkomplexen sehr steil einfallenden Kalksteinlinsen und -flöze besitzen 10, in einzelnen Fällen bis 50 m Gesamtmächtigkeit und lassen sich im Streichen auf viele hundert Meter Länge verfolgen. Der dichte, zuweilen von Schieferlamellen durchwachsene, lokal (Maxen) infolge Kontaktmetamorphose auch durchaus kristallinisch struierte und deshalb früher als „Marmor“ auch für bildhauerische Zwecke verwendete Kalkstein wird an Ort und Stelle zu Kalk gebrannt. Bruchbetriebe von teilweise ansehnlichem Umfange befinden sich bei Nenntmannsdorf und Borna.

In Niederhäslich (südwestlich Dresden) treten im Rotliegenden des Döhlener Beckens mehrere schwache, teilweise durch Stollenbau ausgebeutete Kalksteinflöze auf, die durch reiche Funde wohlerhaltener Reste sehr seltener Urvierfüssler (Stegocephalen) wissenschaftliche Berühmtheit erlangt haben.

Nordwestlich von Tharandt wird ein zwischen Tonschiefer eingeschaltetes Lager sehr reinen kohlensauren Kalkes unterirdisch abgebaut, das dadurch bemerkenswert ist, dass — chronikalischen Nachrichten zufolge — bereits im Jahre 806 hier Steinbruchbetrieb umgegangen sein soll. Desgleichen steht bei Braunsdorf nördlich von Tharandt ein in Tonschiefer eingelagerter, von Verwerfungen begrenzter, stark dolomitischer Kalksteinkörper in unterirdischem Abbau.

Nordwestlich von vorgenannten Kalksteinvorkommen treten im Taleinschnitt der Triebisch (südlich Meissen) eine ganze Reihe Kalklager zu Tage, von denen heute nur noch diejenigen von Steinbach, Groitzsch, sowie das durch seine interessante Verknüpfung mit Hornblendeschiefern und seinen Reichtum an Kontaktmineralien bekannte Lager von Miltitz abgebaut werden.

In der Gegend von Mügeln-Ostrau (nördlich Döbeln) lagert in einer flach-beckenartigen Eintiefung des Rotliegenden ein Rest der Zechsteinformation in Gestalt eines 10 bis 20 m mächtigen Flözes von Dolomit (also

magnesiareicher Kalkstein), das wegen seiner Absonderung in dünnen Platten hier wie anderwärts „Plattendolomit“ genannt wird. Dasselbe hat ursprünglich das gesamte Becken angefüllt, ist jedoch gegenwärtig infolge Auflösung des Kalkes und Denudation an zahlreichen Stellen bis auf geringe Ueberreste, ja lokal sogar gänzlich vernichtet. Der Plattendolomit, ein gelblich bis bläulichgraues, dichtes, sehr hartes Gestein, wird von bunten Letten sowie diluvialem Lehm und Sand überlagert, wodurch der Abraum in vielen Fällen so mächtig wird, dass der Dolomit nur im Tiefbau lohnend zu gewinnen ist.

Solche meist unterirdische und alsdann Bergwerken ähnliche Steinbruchsbetriebe, die den geförderten Dolomit zu Graukalk brennen (für Bau- und Düngezwecke), finden sich bei Ostrau, Obersteina, Kiebitz, Schrebitz, Görlitz, Däbritz, Paschkowitz.

Ganz der gleiche Plattendolomit wird in der Gegend von Geithain sowie Meerane-Crimmitschau abgebaut. Bei Geithain-Frohburg erlangt das Dolomitflöz eine Mächtigkeit bis zu 12 m, bei Crimmitschau-Meerane dagegen nur 3 bis 5 m. An beiden Lokalitäten ist der Abraum (bunte Letten und Diluvialmassen, wie im Ostrau-Mügelner Becken) recht bedeutend, wodurch die Gewinnung des Dolomits erschwert wird.

In dem kontaktmetamorphen Schiefermantel der SO-Flanke des Granulitgebirges (s. S. 151) finden sich einige durch unterirdische Steinbrüche erschlossene Kalklager, so bei Kaltofen (nahe Hainichen), Ottendorf (südlich Mittweida) und Rabenstein bei Chemnitz, die jedoch — das letztgenannte nach jahrhundertelangem Betrieb — seit einigen Jahren auflässig geworden sind.

Das Erzgebirge beherbergt innerhalb der Gneise, Glimmerschiefer und Phyllite eine grosse Anzahl von Lagerstätten kristallinen Kalksteins, die, ebenso wie die zahlreichen Erzlager und Erzgänge, zum grossen Teil seit uralten Zeiten ausgebeutet und die trotz ihrer meist nur lokalen Bedeutung einer kurzen Betrachtung unterzogen zu werden verdienen. Von den nördlichen Vorhöhen bis hinauf in die unwirtlichen, höchsten Teile des Gebirges, oft mitten in weiten einsamen Waldungen, ist der Abbau dieser Kalklagerstätten betrieben worden. Einzelne der noch heute nach Erlöschen des Erzbergbaues bestehenden Kalkwerke haben eine interessante, Jahrhunderte zurückreichende Vergangenheit. Diese zähe Lebensfähigkeit erklärt sich hauptsächlich aus der grossen lokalwirtschaftlichen Bedeutung der Kalkindustrie in den kalkarmen Gebirgsgegenden, in welche allerdings seit dem Ausbau des Eisenbahn- und Wegenetzes heute auch viel auswärtiger (thüringischer, bayrischer und böhmischer) Kalk eingeführt wird — ein Umstand, der zugleich mit der zunehmenden Schwierigkeit des Abbaues und der allmählichen Erschöpfung der Lager die erzgebirgische Kalkindustrie allmählich zum Erliegen bringen wird.

Neben diesem wirtschaftlich-historischen Interesse bieten die mit Gneisen und Glimmerschiefer verknüpften Kalkkörper auch in geologischer und mineralogischer Beziehung vieles Interessante, da sie (ebenso wie die obenbeschriebenen Grauwacken und Tonschiefer = „Dichte Gneise“) der Metamorphose von seiten der Eruptivgneise unterworfen und dadurch in kristallinen Kalk = Marmor umgewandelt worden sind, ausserdem lokal eine Fülle interessanter Mineralien, vorzugsweise Kontaktmineralien: Vesuvian, Wollastonit, Granat, Hornblende, Graphit, Talk, Glimmer, Erze u. a.) enthalten.

Die Linsenform ist bei fast allen erzgebirgischen Kalklagern vorherrschend; die Mächtigkeit der Kalksteinmassen ist nicht allzu bedeutend (10 bis 40 m), das Aushalten im Streichen gewöhnlich nicht mehr als höchstens einige hundert Meter, lokale Unterbrechungen mitgerechnet.

Bereits am Nordwestfusse des Erzgebirges, in der Gegend westlich von Freiberg und nördlich Augustusburg, stossen wir auf verlassene Kalksteinbrüche und alte Kalköfen zwischen Frankenstein und Memmendorf (im roten Gneis) einerseits und zwischen Oederan und Erdmannsdorf (im „Phyllit") anderseits. Im Wilschtale, südwestlich Zschopau, treffen wir bei Griesbach-Venusberg Kalkwerksbetriebe an, die linsenförmige Massen von weissem, feinkörnigem Kalk unterirdisch abbauen und an Ort und Stelle zu Weisskalk brennen.

Weitere Kalksteinbrüche, die zum Teil eher den Namen Kalkbergwerke verdienen, sind an folgenden Orten in Betrieb, wobei vorausgeschickt sein mag, dass auch der sächsische Staatsfiskus seit alten Zeiten sich hervorragend an der Nutzbarmachung der Kalklagerstätten beteiligt hat: Südwestlich von Zschopau, bei Lengefeld, baut das fiskalische Kalkwerk Lengefeld auf einer im Tagebau aufgeschlossenen, mächtigen Linse dolomitischen Kalksteins; etwas nordwestlich hiervon, in einsamem Hochwalde stand bis vor kurzem das uralte, gleichfalls fiskalische Kalkwerk „Weisser Ofen" in Betrieb, das auf einer umfangreichen, stockförmigen Kalksteinmasse baute; im östlichen Erzgebirge waren bis vor einigen Jahren die Königlichen Kalkwerke Hermsdorf bei Frauenstein und Zaunhaus bei Rehefeld auf Kalklagern in der Phyllitformation in Betrieb. In Herold bei Ehrenfriedersdorf findet unterirdischer Abbau auf einem im Glimmerschiefer eingeschalteten, zum Teil dolomitischen Lager statt; in der Schwarzenberger Gegend, bei Raschau und Wildenau werden gleichfalls dolomitische Kalklinsen im Glimmerschiefer, sowie ein mit einem Erzlager verknüpftes Kalksteinflöz im Fürstenberg — dessen feinkörniges, weisses Gestein in früherer Zeit Verwendung als „Marmor" fand — abgebaut. Bei Scheibenberg-Crottendorf stehen die fiskalischen Kalkwerke Oberscheibe und Crottendorf in Betrieb.

Von den zahlreichen, südwärts Crottendorf bis Hammer-Unterwiesenthal der Glimmerschieferformation eingeschalteten Kalklagern wird nur noch das staatliche Kalkwerk Hammer-Unterwiesenthal aufrecht erhalten.

In den mehr südwestlich gelegenen Teilen Sachsens sind die Kalksteinbrüche auf die Gegend von Wildenfels sowie einige Punkte im Vogtland beschränkt. In Grünau bei Wildenfels wird seit mehreren Jahrhunderten aus dem fiskalischen sogen. „Schwarzen Bruch" — heutzutage nur noch vorübergehend — ein schwarzer, weissgeaderter Kalkstein in teilweise sehr grossen Blöcken und Tafeln gebrochen, der im 17. und 18. Jahrhundert, gelegentlich auch noch heute bis in die neueste Zeit, als schwarzer Marmor vielfach Verwendung zu monumentalen Zwecken (hauptsächlich Innendekoration) gefunden hat. Das Lager stellt eine von Verwerfungen begrenzte, mächtige Scholle der Kohlenkalkformation (Kulm) dar. In unmittelbarer Nachbarschaft befinden sich einige bedeutende, auf devonischem Knotenkalk bauende Steinbrüche, die das Material für die Grünauer Kalköfen liefern (Knotenkalk, auch „Kramenzelkalk" genannt, ist ein dolomitischer Kalkstein, der durch ein dichtes Netzwerk dünner Häute und Lagen von Tonschiefer in Linsen und Knauern gesondert wird). Auch im Vogtlande, so bei Plauen, Untermarxgrün-Oelsnitz und Pöhl wird Knotenkalk in Tagebrüchen abgebaut und zu Kalk gebrannt, lokal auch zu Bausteinen gewonnen.

Kieselschiefer.

Der der Silurformation angehörende Kieselschiefer ist ein sehr hartes, sprödes, dünnplattig bis würfelig brechendes Quarzgestein, das durch feinverteilten Kohlenstoff dunkelgrau bis schwarz gefärbt und fast immer von zahllosen, weissen Quarzadern durchtrümert ist. Es wird an verschiedenen

Stellen im Vogtlande, z. B. bei Schönfels, Altmannsgrün, Oelsnitz, ferner bei Mühlbach unweit Frankenberg, bei Riechberg, sowie in der Nossener Gegend gebrochen und gibt einen guten Strassenschotter.

Sandstein.

Allgemein bekannt dürfte es sein, dass Sachsen im Elbsandsteingebirge eine unerschöpfliche Lagerstätte ausgezeichneter Sandsteinarten besitzt. Die übrigen Stellen, an denen in Sachsen noch Sandsteine gewonnen werden, sind denn auch dieser gewaltigen „Steinkammer" gegenüber ganz bedeutungslos. So wird z. B. in einem Steinbruche bei Flöha ein grobkörniger, glimmerreicher Sandstein gebrochen, der der dortigen Steinkohlenformation angehört und deshalb erwähnenswert ist, weil sein Material feuerfest ist und zu Gestellsteinen (Ofenfutter usw.) Verwendung finden kann. Vor Jahrhunderten wurde ferner ebenfalls karbonischer Sandstein in Bockwa bei Zwickau gebrochen, welcher zum Bau der Marienkirche in Zwickau gedient hat, ein Gestein, das nicht allzu wetterfest ist und stellenweise abblättert. Diese Sandsteinvorkommen sind jedoch, ebenso wie z. B. die dürftigen Reste der Buntsandsteinformation bei Meerane-Gössnitz, verschwin-

Abb. 5. Quadersandsteinwände im Elbtal, im Hintergrunde der Lilienstein.

dend gegenüber den mächtigen Schichten des Quadersandsteins, die als Ablagerungen der oberen Kreideformation (Cenoman, Turon, Senon) von Nordböhmen und Schlesien nach Sachsen übergreifen und hier die durch ihre Naturschönheiten berühmte „Sächsische Schweiz" und das weitere Elbsandsteingebirge aufbauen.

Letzteres wird an seiner NO-Flanke, und zwar südlich von Zittau bis in die Gegend von Dresden durch die Lausitzer Hauptverwerfung (vergl. S. 148) von dem Lausitzer Granitmassiv scharf geschieden, während es längs seiner Westgrenze (von den Tyssaer Wänden aus in nordwestlicher Richtung) auf das Freiberger Granitmassiv und das elbtalgebirgische Schiefergebiet (Berggiesshübel) übergreift. Dass aber das Meer der Kreidezeit ursprünglich noch viel weiter nach NW und W gereicht hat, beweisen die inselartigen, als Denudationsreste übrig gebliebenen Quadersandsteinschollen unmittelbar südwestlich Dresden, der Gegend von Dippoldiswalde, Tharandt und nordwestlich Freiberg, in denen stellenweise ebenfalls Steinbrüche angesetzt sind.

Der Laie stellt sich gewöhnlich das Elbsandsteingebirge als einen einzigen, vom Elbtale sowie von dessen tiefen Seitentälern durchfurchten, gleichmässigen Sandsteinkomplex vor. Dies ist jedoch weder in geologischer noch in technischer Hinsicht richtig. Die im Maximum 300 bis 400 m mächtigen, fast horizontal lagernden Sandsteinschichten gliedern sich vielmehr in eine ganze Anzahl scharf charakterisierter Schichtenkomplexe, die durch bestimmte Versteinerungen gekennzeichnet, zuweilen durch tonige oder kalkige

Schichten (Tone, Schiefertone, Mergel, Pläner) getrennt sind, vor allem aber — und das ist das technisch Bedeutsame — verschieden sind bezügl. Korn, Härte, Färbung, Bindemittel der Sandkörnchen, Wetterbeständigkeit und dergl. mehr. Schon hieraus ergibt sich, dass nicht alle Schichten des Quadergebirges gleich gut für den Steinbruchsbetrieb geeignet sind. Im allgemeinen weisen die Sandsteine weissgraue bis gelbliche Färbung auf, in einzelnen Horizonten erscheinen sie jedoch auch reinweiss („Weisse Berge" unterhalb der Bastei); auch bräunlich und gelblich gestreifte und geaderte Partien kommen vor.

Die für den Steinbruchsbetrieb wichtigsten Sandsteinhorizonte tragen, vom Liegenden nach dem Hangenden gerechnet, folgende geologische, bzw. technische Bezeichnungen:

Niederschönaer Schichten (Crednerienstufe), teils grobkörnige, teils ziemlich milde, feinkörnige, lokal weisse Glimmerschüppchen führende Sandsteine, stellenweise mit schwachen Bänken von dunklem Schieferton, der zahlreiche Pflanzenabdrücke (eingeschwemmte Laubholzblätter usw.) beherbergt. Im Elbtale ist dieser geologische Horizont nirgends erschlossen, dagegen u. a. in den Steinbrüchen der Quaderinseln bei Paulshain und Ruppendorf unweit Dippoldiswalde, namentlich aber innerhalb der Quaderinseln südwestlich Tharandt bei Grillenburg und Niederschöna in Abbau. Aus Grillenburger Sandstein ist u. a. die berühmte „Goldene Pforte" des Domes zu Freiberg ausgeführt.

Unterer Quadersandstein (Carinatenquader), milde, teilweise glimmerführende Sandsteine und Plänersandstein, letzterer ein gutgeschichteter, fester, dabei etwas toniger Sandstein, der seinen ursprünglichen Kalkgehalt durch Auslaugung verloren hat. Abbau z. B. in den Quaderinseln südöstlich Rabenau (Wendischcarsdorf, Dippoldiswalde) und südlich Dresden (Rippien, Welschhufe).

Mittlerer Quadersandstein (Labiatusquader, Bildhauersandstein), im eigentlichen Elbsandsteingebirge (Elbtal) weit verbreitet, bildet senkrechte, weithin sichtbare Wände. Hierher gehören die ausgedehnten Bruchreviere von Rottwerndorf-Neundorf, Grosscotta (südlich Pirna) und die noch weiter südlich und südöstlich sich anschliessenden Brüche von Langenhennersdorf-Berggiesshübel. Der in erstgenannten Bruchgebieten geförderte Cottaer Sandstein ist ein gleichmässig-feinkörniger, graulichweisser bis blassgelblicher Stein, meist mit ganz schwach kalkhaltigem Bindemittel und mässiger Festigkeit. Besonders die weicheren Steinsorten liefern das Rohmaterial für feinste Bildhauerarbeiten.

Im Langenhennersdorfer Bezirk ist der Stein wesentlich härter, teilweise auch von gröberem Korn, so dass er sich u. a. vorzüglich zu Rundsteinen für Mahl- und Schleifzwecke, Kollergänge etc. eignet.

Oberer Quadersandstein (Brongniartiquader) oder Hauptsandstein, bildet zahlreiche steilaufragende Wände und Pfeiler der Sächsischen Schweiz, u. a. den Königstein, Lilienstein, die Bastei, das Prebischtor und viele herrliche Felsgruppen in den Seitentälern der rechten Elbseite. Ausgedehnte Bruchreviere, die diese Sandsteinetage ausbeuten, finden sich besonders in dem Trakt des Elbtales von Königstein an abwärts bis Wehlen-Posta. Die wichtigeren Bruchgebiete sind Postelwitz, Rathmannsdorf, Porschdorf, Königstein, Weisse Berge, Posta-Wehlen, Liebethaler Grund.

Die sehr mächtigen, teilweise bis über 50 m Höhe aufragenden Sandsteinwände dieses Oberen Quadersandsteins weisen in den zahlreichen Bruchrevieren und Brüchen mehrere wertvolle Abarten des Sandsteins auf; so liefern die Teichsteinbrüche sowohl feinstes, dabei sehr festes, zu Bildhauerarbeit

geeignetes, wie scharfkörnig hartes Material für Bauzwecke. Die Brüche des Postelwitzer Bezirkes, die zu den besten des gesamten Elbsandsteingebirges gehören, ebenfalls ausser gröberkörnigem Baustein auch feinkörnigen, harten Bildhauersandstein, letzterer besonders aus der sogen. „Guten Ader", einem 4 bis 5 m mächtigen, im unteren Teil der Wände durchgehenden Sandsteinhorizont. Das Material der Königsteiner Brüche (Niederkirchleithener Brüche) zeichnet sich durch grauweisse Farbe, feines Korn sowie durch hohe Wetter- und Säurebeständigkeit aus, das des Liebethaler Grundes (Wesenitztal) durch scharfes, etwas gröberes und dabei ungleichmässiges und poröses Korn, wodurch dieses Material in hohem Masse für Mühlsteine zu den verschiedensten Zwecken geeignet ist.

Oberster Quadersandstein (Senonquader, Ueberquader), von dem vorgenannten oberen Quader durch eine etwa 2 m mächtige Tonbank geschieden, nur auf einen wenig ausgedehnten Bezirk bei Zeichen, Posta, Alte Poste, Herrenleithe, Dorf Wehlen (rechtes Elbufer) beschränkt, dabei aber gegen 30 m mächtig. Namentlich bei Zeichen ist diese Sandsteinetage als sogen. „Feine Wacke" oder „Schleifader" entwickelt, ein sehr wertvoller Sandstein von gleichmässig feinem Korn und grosser Festigkeit, der sich vorzüglich zu Schleifsteinen, z. B. für Holzschleifereien, eignet.

Anhangsweise sei noch der südlich von Zittau verbreitete, seinem geologischen Horizont nach ebenfalls zum Brongniartiquader gehörige Quadersandstein erwähnt, der am Ameisenberg, Töpfer, Hochwald und namentlich bei Johnsdorf (westlich Oybin) gebrochen wird. An letzterer Lokalität finden sich die berühmten Mühlsteinbrüche, die ein kieselig-poröses, unregelmässig-grobkörniges Material, das eher einem Quarzit als einem Sandstein gleicht, abbauen. Dieser Mühlsteinquader ist an Basalt- und Phonolithdurchbrüche gebunden und nur in deren Umgebung, also nicht in horizontalen, durchgehenden Bänken zu finden; er verdankt seine Beschaffenheit höchstwahrscheinlich postvulkanischen Prozessen, bei denen heisse Wässer und Dämpfe den Quadersandstein durch Lösung des Bindemittels, teilweise Corrosion der Quarzkörner und erneute Kieselsäureabsätze veränderten.

Interessant ist der Abbau der in gewissen Abständen durch horizontale Schichtfugen sowie durch vertikale Druckklüfte gegliederten hohen Quaderwände im Elbsandsteingebirge, welcher heute noch gern durch Unterschrämen (d. i. Unterhöhlen) ganzer Wände erfolgt, teils um bedeutende Massen hereinzugewinnen, meist jedoch, um auf diese Weise die minderwertigen, oft in grosser Mächtigkeit die guten Bänke überlagernden Sandsteinschichten nicht mühsam abräumen zu müssen. Der bis über 1 m hohe Schram, der zuweilen monatelange Arbeit erfordert, wird manchmal in solcher Ausdehnung durchgeführt, dass dadurch Steinwände von Tausenden, in einzelnen Fällen sogar von Zehntausenden von Kubikmetern Material hereingewonnen werden, deren Aufarbeitung dann jahrelang dauert. Die Verarbeitung des gebrochenen Steins zu roh behauenen, versandfähigen Blöcken geschieht im oder nahe beim Bruche selbst (vielfach auf den das Elbufer begleitenden Terrassen); ein grosser Teil der Blöcke wandert auch in die dortigen Sägewerke (z. B. Rottwerndorf, Cotta, Langenhennersdorf) und auf die Steinmetzplätze, um hier vollständig fertig bearbeitet zu werden.

Die ausserordentlich vielfache Anwendung der Quadersandsteine des Elbsandsteingebirges ist so bekannt, dass nähere Ausführungen hierüber unnötig erscheinen. Für die Haltbarkeit und Wetterfestigkeit der härteren Sorten sei nur ein Beispiel, die alte Augustusbrücke in Dresden, die nunmehr durch eine neue ersetzt ist, angeführt. Dieselbe hat viele Jahrhunderte lang Sturm und Wettern Trotz geboten und ihre Be-

seitigung ist nur erfolgt, weil die Ausmasse nicht mehr dem modernen Verkehr entsprachen. Mit grosser Mühe, teilweise nur durch Sprengungen, konnten die Bogen und Pfeiler dieses altehrwürdigen Bauwerks bezwungen werden, und die gewonnenen Steine waren noch so gut erhalten, dass sie beim Neubau wieder Verwendung finden konnten.

Die Hauptabsatzgebiete des Elbsandsteins sind Sachsen, namentlich Dresden, und — eine Folge der bequemen Wasserbeförderung — Norddeutschland. Auch zu dem Riesenbauwerke des Hauptbahnhofes in Leipzig ist Elbsandstein verwendet worden.

Bekanntlich ist dem Elbsandstein, ebenso wie anderen bewährten und schönen Natursteinen seit einer Reihe von Jahren ein gefährlicher Konkurrent in Kunstsandsteinen (Zement-Sandsteinen) entstanden, was im Interesse der Naturstein-Industrie, wie auch hinsichtlich der Gediegenheit und ästhetischen Wirkung der Bauten sehr zu beklagen ist. Hoffentlich macht aber die hier und da bereits zu spürende Rückkehr zu den durch kein Surrogat zu ersetzenden Natursteinen weitere Fortschritte, zum Wohle der sächsischen wie der gesamten deutschen Steinbruchsindustrie!

Knollensteine (Braunkohlenquarzit).

Innerhalb der tertiären Ablagerungen des nördlichen Sachsens, die sich aus Sanden, Kiesen, Tonen und Braunkohlenflözen aufbauen, treten an zahlreichen Stellen sogen. Knollensteine auf, namentlich in den untersten Tonen und Sanden, die deshalb geologisch als „Stufe der Knollensteine" bezeichnet werden. Es sind dies äusserst harte, kieselige Sandsteine und Konglomerate, meist mit eigentümlich glatter Oberfläche und als Einzelblöcke häufig von bizarrer Gestalt, welche verkieselte Partien ursprünglich lockerer, sandiger oder toniger (nachträglich ausgewaschener) Massen darstellen. Man findet diese Nuss- bis über Kubikmetergrösse aufweisenden Quarzite sowohl vereinzelt auf sekundärer Lagerstätte, als in massenhaften Blockansammlungen und an einigen wenigen Stellen sogar in Form von ein bis mehrere Meter mächtigen Schichten und Bänken, die sich aber gewöhnlich nicht sehr weit fortsetzen, sondern in sandige oder tonige Ablagerungen übergehen. Solche zuweilen ziemlich ausgedehnte „Nester" von Knollensteinmassen werden steinbruchsmässig abgebaut, z. B. in der Gegend von Wurzen, Oschatz, Grimma und finden wegen ihres hohen Kieselsäuregehaltes (bis 99 pCt.) und der hohen Feuerfestigkeit Absatz an keramische und namentlich Dinassteinfabriken.

Thüringische Staaten.

Von Dr. Hess von Wichdorff, Königl. Bezirksgeologen, Berlin.

Die wechselvolle Zusammensetzung des Thüringer Waldes mit seinen zahlreichen nutzbaren Gesteinsarten und die Gesteinsvorkommen des nördlichen und südlichen Vorlandes regen lebhaft zu ihrer praktischen Verwendung an.

Der kammartige, schmale nordwestliche Thüringer Wald von Eisenach bis Amt Gehren besteht wesentlich aus Ablagerungen des Rotliegenden mit seinen mächtigen Sandstein- und Konglomeratschichten und den zahlreichen vulkanischen Ergüssen jener Zeit, welche Quarzporphyre, Porphyrit und Melaphyr in ausgedehnten Decken hinterlassen haben. Mehrere umfangreiche Granitmassive treten ferner in diesem Gebiet auf. Eine schmale Zone von Zechstein, die stellenweise grössere Dolomitriffe und Gipslager aufweist, umgibt rings den zentralen Stock des Thüringer Waldes. Von Amt Gehren ab nach Saalfeld und Lehesten, Gera, Lobenstein und Hirschberg zu ändert sich plötzlich der Gesamtcharakter des Thüringer Waldes. An Stelle des schmalen Kammgebirges tritt eine breite Gebirgshochfläche mit tiefeingeschnittenen Tälern (z. B. das Schwarzatal); hier ist das sog. Thüringer Schiefergebirge entwickelt, das allmählich unmerklich in den Frankenwald übergeht. Schiefer, Grauwacken, Kalksteine (Marmor) und Quarzite sind im Thüringer Schiefergebirge in mächtigen Komplexen entwickelt und werden technisch vielorts genutzt. Dem Silur sind ausgedehnte Eruptivlager von Diabas eingeschaltet, die namentlich im oberen Saaletal und im Vogtland grössere Verbreitung besitzen. Alaunschiefer, Kieselschiefer, Wetzsteinquarzit und Griffelschiefer gehören demselben geologischen Zeitalter an. Ringsum im Vorlande des Thüringerwaldgebirges dehnen sich in weiter Ausbreitung die Ablagerungen der Triasformation aus: Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper, die mancherlei Steinbruchsbetriebe aufweisen. Schliesslich finden sich im Vorlande bedeutende Kalktuff- oder Travertinvorkommen, deren Ablagerung von den in den Tälern zu Tage tretenden Quellen veranlasst worden ist.

Was nun die einzelnen nutzbaren Gesteinsarten Thüringens anlangt, so gehören sie, wenn man von den nutzbaren Erdarten absieht, nur zwei verschiedenen Gesteinsgruppen an; es sind entweder Eruptivgesteine (also ehemalige feurig-flüssige Magmen und Laven) oder Sedimentgesteine (geschichtete Gesteine), die sich meist unter Mithilfe von Wasser in den Meeren und Seebecken der Vorzeit oder auf dem Lande schichtenartig abgesetzt haben.

Wohl existieren in der Gegend von Ruhla-Thal und Brotterode im nordwestlichen Thüringer Wald auch sog. Kristalline Schiefer und zwar Gneis und Glimmerschiefer; bei diesen Vorkommen handelt es sich aber, wie die Forschungen der letzten Jahre ergeben haben, lediglich um dynamometamorph veränderte Granite und deren Kontaktprodukte. Da zudem in den Kristallinen Schiefern zurzeit fast kein Steinbruchsbetrieb umgeht (ausser dem Gneisbruch am Bahnhof Ruhla und den gegenwärtig auch verlassenen Glimmerschieferbrüchen am Ringberg bei Ruhla, die bei dem Dachschiefer anhangsweise kurz erwähnt werden), so erübrigt sich hier eine gesonderte Be-

sprechung der Vorkommen der Kristallinen Schiefer auf dem Thüringer Walde.

I. Eruptivgesteine.

Als älteste Eruptivgesteine treten die Diabase in mächtigen Lavaergüssen in der Silurformation auf. Karbonischen Alters sind vermutlich die Granitmassive des Thüringer Waldes. Der umfangreichen vulkanischen Tätigkeit zur Rotliegenden Zeit verdanken Quarzporphyre, Porphyrit, Melaphyr und Kersantit ihre Entstehung, und als jüngstes vulkanisches Produkt ist endlich der Basalt zu erwähnen, der nur vereinzelt auftritt und gewissermassen nur als Ausklang der lebhaften vulkanischen Tätigkeit in der benachbarten Rhön zur Tertiärzeit anzusehen ist.

1. Granit.

Im Thüringer Wald sind eine Anzahl bedeutender Granit-Massive vorhanden und zwar in der Gegend von Ruhla-Steinbach, Brotterode-Herges, Kl. Schmalkalden-Seligenthal, Zella-Mehlis-Suhl-Heidersbach, Stützerbach-Schmiedefeld, Burgberg bei Neustadt, Mühlsteinbachswand bei Döhlen, Henneberg bei Weitisberga, Helmsgrün und Hirschberg. Trotzdem diese ausgedehnten Granitgebiete ein ausgezeichnetes Granitmaterial von vorzüglichen bei den einzelnen Vorkommen wechselnden Farbentönen und guten Gesamteigenschaften führen, ist die Granitindustrie in Thüringen bisher auffälliger Weise ganz zurückgeblieben. Es mag das zum Teil ja an dem Umstand liegen, dass grosse Teile dieser Granitbezirke einer tiefgehenden oberflächlichen Zersetzung und Verwitterung anheimgefallen sind, die diese Vorkommen strichweise sogar zu einem scharfen kiesigen Granitgrus zerfallen liess, der stellenweise zur Wegbeschüttung als Kies gewonnen wird (Steinbach, Schmiedefeld, Helmsgrün, Heberndorf usw.). Indessen zeigt eine sorgfältige Untersuchung dieser Thüringer Granitterrains, dass sie grosse Gebiete nahezu unverwitterten, festen und schönfarbigen Granites in günstiger Frachtlage aufweisen, die fast keinen Abraum besitzen. Wenn man die gewaltige Ausdehnung der Thüringer Granitvorkommen und ihre ausgezeichnete Lage in Mitteldeutschland an einem weitverzweigten Eisenbahnnetz erwägt, gelangt man zu der Ueberzeugung, dass hier die Grundbedingungen für eine umfangreiche Granit-Steinbruchsindustrie von der Bedeutung der Fichtelgebirgsindustrie vorhanden sind. Zweifellos wird die Thüringer Granitgewinnung im Laufe der Zeiten diesen Aufschwung in der Entwicklung nehmen. Bisher existiert nur ein grosses Granitwerk in Thüringen bei Suhl, das Granitsteinschlagwerk G. m. b. H. in Suhl. In der Nähe bei Zella St. Blasii ist ein kleinerer Steinbruch der Firma F. Gering in Heidersbach bei Suhl. Allmählich beginnt man in Thüringen bereits die gekennzeichnete spätere Entwicklung der Granitindustrie zu erkennen. So ist seit kurzem das gesamte Granitmassiv des Hennebergs (Hainbergs) bei Weitisberga von einem Konsortium für ein grösseres Granitwerk vertraglich gesichert worden. Am Fusse desselben Berges, im Sormitztale, bauen die beiden Firmen Albert Bornschein in Rudolstadt und die Thüringer Granitwerke von E. Neumärker in Neumühle bereits seit Jahren einen kleinen, durch eine Verwerfung abgetrennten Teil dieses Vorkommens ab. Der Granit hat hier einen vorzüglichen blauen Farbenton, dessen architektonische Wirkung an der benachbarten Eisenbahnbrücke an der Tschachenmühle recht hervortritt. Die genannten beiden Firmen liefern ausser diesen Bausteinen Granitplatten und Pflastersteine. Einen schönen warm roten Farbton, der das Gestein für Villenbauten am Waldesrande besonders geeignet macht, besitzt der Granit in dem vor einigen Jahren angelegten Granitbruch an der Mühlsteinbachswand bei Döhlen. Bemerkt mag hierbei noch werden, dass in den zentralen Granitvor-

kommen (z. B. bei Stützerbach) auch Uebergänge zu syenitischen Graniten und syenitähnlichen (schwarzweissen) Gesteinen vorkommen.

2. Quarzporphyr, Porphyrit, Kersantit, Melaphyr und Mühlsteinporphyr.

Wie bereits einleitend bemerkt wurde, besteht der zentrale Teil des nordwestlichen Thüringer Waldes vorwiegend aus gewaltigen vulkanischen Ergüssen der genannten Gesteine, die oft sehr mächtige, langhinziehende Lager bilden und an geeigneten Stellen zahlreiche Steinbrüche aufweisen. An unendlich vielen Stellen dieses Teiles des Thüringer Waldes befinden sich solche mehr oder minder grosse Steinbrüche, die fast alle ein hartes Schottermaterial für die zahlreichen Chausseen dieser Gegend liefern. Fast jedes Tal besitzt einen oder mehrere dieser Steinbrüche für Chausseebeschotterungsmaterial.

Der Quarzporphyr ist ein sehr hartes quarzreiches Porphyrgestein, das je nach der Färbung seiner Grundmasse ein weisslichgraues oder rotbraunes Aussehen besitzt, bei vorwiegendem fleischroten Feldspat gelegentlich auch direkt rot gefärbt ist. Quarzporphyr ist als Chausseestein sehr beliebt. Erwähnt sei hier das Schotterwerk bei Dietharz der Firma Rudolf Schmidt in Hannover.

Porphyrit hat sehr verschiedene Eigenschaften und Aussehen. Manche Arten sind recht hart und eignen sich als Chausseeschotter, andere Sorten sind stark verwittert, wie z. B. einige (nicht alle) Glimmerporphyrit-Vorkommen. Eine eigenartige Stellung nehmen die grauen bis tiefschwarzen Enstatitporphyrite und Pyroxenhornblendeporphyrite ein, die z. B. in einem Steinbruch bei Manebach, im Gratelthal bei Wittgendorf, bei Unterweissbach und bei Knobelsdorf auftreten und in frischem Zustande sehr hart sind. Das letztgenannte Vorkommen von Knobelsdorf bei Saalfeld ist bisher in Steinbruchsinteressentenkreisen nicht bekannt geworden; dieses ausgedehnte gangartige Steinlager enthält aber ein prachtvolles, sehr hartes, politurfähiges grauschwarzes Gestein, das durchspickt ist mit lauter bis halbzollangen schwarzglänzenden Hornblendekristallen, kurz ein ideales Material für die Grabsteinindustrie sowie für Schaufensterbekleidungen in den Grossstädten. Kersantit, ein meist graues bis schwarzes, glimmerreiches porphyrartiges Gestein, wird namentlich im Thüringer Schiefergebirge (im nordwestlichen Thüringer Wald kommt es nicht vor) in schmalen Gängen steinbruchmässig als Chausseebeschotterungsmaterial gewonnen. Das grösste, äusserst hartes Gestein liefernde Kersantitvorkommen befindet sich am Binzighügel bei Schweinbach-Hirzbach unweit Leutenberg; es harrt auch noch seiner sicher rentabeln Erschliessung durch ein grösseres Steinbruchsunternehmen. Mesodiabas, auch Palatinit genannt, ist ein sehr hartes diabasartiges Gestein, das vom Spiessberg bei Friedrichroda aus in breitem Zuge bis nach Schnellbach den zentralen Thüringer Wald quer durchschneidet. Auch dieses ausgedehnte, gleichmässige Gesteinsvorkommen verdient in Zukunft das Interesse der Steinindustrie. Dunkelgrünlicher, bräunlicher und schwärzlicher Melaphyr wird als harter Chausseestein vielfach auf dem nordwestlichen Thüringer Wald in Steinbrüchen gewonnen. Ein grösseres Werk ist die Melaphyr-Steinschlägerei bei Cabarz unweit Friedrichsroda der Firma J. J. v. Skwarczinsky. Als eine besondere Abart der Quarzporphyre ist der durch seine ungemeine Härte und Festigkeit bekannte liparitische Mühlsteinporphyr noch besonders zu erwähnen. Schon in prähistorischer Zeit ist dieses Gestein, das seit dem Mittelalter als „Crawinkler Mühlsteine“ weithin verfrachtet wurde, zu Mühlsteinen verwendet worden, wie Funde auf der heidnischen Wallburg am Kleinen Gleich-

berg bei Römhild dargetan haben. Im Jahre 1507 dienten Crawinkler Mühlsteine zum Mahlen der Goldquarze beim Goldbergwerk Steinheid. Die bedeutendsten Steinbrüche dieses weithin bekannten Mühlsteinmaterials befinden sich in der Lütsche zwischen Borzel und Hoher Warte und am Kleinen Böhler gegenüber dem Grossen Münzeberg bei Frankenhain-Crawinkel.

3. Diabas (Grünstein).

Der grüne bis schwärzlich-grüne Diabas findet sich im südöstlichen Thüringer Wald, im Bereich des Thüringer Schiefergebirges, in Lagerform überall im Verbreitungsbezirk der Devonformation. Grössere Bedeutung und Ausdehnung erhalten diese Diabasvorkommen vor allem in reussischen Landen, wo bizarr gestaltete Bergkuppen und zackige Felsbildungen den harten, schwer verwitternden Diabas dem Kenner schon von weitem verraten. Mächtige Diabasvorkommen, die bisher nur in kleinen Steinbrüchen abgebaut werden, weist die ganze Gegend um Lobenstein herum auf. Bei Göttengrün und Frössen sind ebenfalls kleine Brüche in grösseren Diabasbezirken. Im oberen Saaletal von Lobenstein an flussaufwärts sind zahlreiche Diabaslager vorhanden. Das grösste Diabasschotterwerk befindet sich bei Cossengrün unweit Greiz und gehört den Grünsteinwerken Rentzschmühle A.-G., Ruppertsgrün im Vogtland. Der Diabas ist als hartes Chausseebeschotterungsmaterial sehr geschätzt.

4. Basalt und Phonolith.

Im eigentlichen Thüringer Wald tritt Basalt fast nicht auf. Nur im westlichen Teil, bei Eisenach, sind einige Basaltvorkommen an der Stopfelskuppe und an der Pflasterkaute vorhanden, die nahezu abgebaut sind. Im südlich angrenzenden Grabfeldgau, nach dem basaltreichen Rhöngebirge zu, zum Teil schon zu diesem Gebiete gehörig, sind noch im Bereiche der Thüringer Fürstentümer, in grösseren Basaltvorkommen bedeutende Steinbrüche zur Pflastersteingewinnung und für Chausseeschottermaterial angelegt worden. So betreibt die Stadtgemeinde Römhild am Gleichberg bei Römhild einen grossen Basaltbruch, ebenso die Firma R. Dobenecker & Co. in Vacha Basaltbrüche bei Vacha und Völkershausen. Kleinere Basaltbrüche befinden sich bei Diedorf unweit Dermbach und bei Fischbach, beide der Firma Leimbach & Co. G. m. b. H. in Schweinfurt gehörig; ferner besitzt die Gemeinde Zeilfeld bei Hildburghausen in ihrer Feldmark einen kleinen Basaltbruch und die Firma Carl Hopf in Salzungen einen solchen bei Leimbach.

Phonolith wird in Thüringen nicht gewonnen; das einzige Vorkommen ist der Schlossberg bei Heldburg unweit Meiningen. Dass dieser Phonolith der Heldburg nicht etwa zur Herstellung von „Phonolithmehl" benutzt werden kann, zeigt folgende chemische Analyse dieses Gesteins (nach Hilger): Kieselsäure 56,70 %, Tonerde 24,42 %, Eisenoxyd 1,28 %, Eisenoxydul 1,32 %, Natron 12,04 %, Kali 4,10 %, Wasser 1,59 %. Nach dieser Analyse kommt der Heldburg-Phonolith als Kali-Düngemittelersatz (Phonolithmehl) wegen seines geringen Kaligehaltes nicht in Frage.

II. Geschichtete oder Sedimentgesteine.

1. Kalkstein, Marmor, Travertin, Gips und Alabaster.

Der Kalkstein speziell der Muschelkalkformation ist seit alten Zeiten*) ein handliches, wenn auch nicht gerade sehr ansehnliches Bau-

*) Nach urkundlichen Nachweisen wurde bereits im Jahre 1320 Jenaer Muschelkalk für den Bau der steinernen Saalebrücke bei Jena in unmittelbarer Nähe gebrochen. (Urkundenbuch der Stadt Jena. Bd. I, No. 99)

material gewesen, zu dem man namentlich die dünnplattigen Schichten benutzte. Auch findet man in den Muschelkalkgegenden Thüringens Hausfundamente, Gartenmauern und Ställe aus diesem Material; die Verwendung des Muschelkalkes als Baumaterial geht aber dauernd zurück und ist bis auf unbedeutende lokale Brüche nunmehr ganz verschwunden. So sind z. B. die früher nicht unerheblichen Muschelkalkbrüche am kleinen Seeberg, am Gallberg und am Krahnberg bei Gotha jetzt fast ganz eingegangen. Nur in der Gegend von Jena wird eine bestimmte, technisch bedeutend bessere Schichtenfolge des Muschelkalks, die sogenannte „Schaumkalkzone" in einigen Brüchen als Baustein und als Kalkbrennereimaterial noch heutigen Tages gewonnen, z. B. bei Jena, Münchenroda, Ammersbach, Nennsdorf, Hospeda und Lichtenhain, wo die Firmen Carl Jahn in Jena (Bachstrasse 29), Magnus Rödiger, Bauwarenhandlung in Jena, Karl Harz in Nennsdorf bei Jena, Otto Günther in Jena (Katharinenstrasse 12) und Steinmetzmeister Otto Kramer in Jena (Johannisplatz 7) Steinbrüche betreiben. Gegenwärtig hat der Thüringer Muschelkalk fast nur noch für zwei Industrien Bedeutung, für die Kalkbrennerei und für die Zementfabrikation. Am Fusse des Hörselberges bei Eisenach, unmittelbar am Bahnhof Wutha an der Thüringer Hauptstaatsbahn liegt eine solche, recht günstig entwickelte Kalkbrennerei, die eine reinere Schichtenfolge des Muschelkalkes abbaut, das Kalk- und Zementwerk Wutha von Max Brocke. Bei Melchendorf unweit Erfurt wird Muschelkalk zum Kalkbrennen von Albert Wohlfarth in Melchendorf gleichfalls verarbeitet. Ein grösserer Muschelkalk-Steinbruch bei Treffurt gehört der Firma J. G. Mehler in Hamburg (Rotherbaumchaussee Nr. 63). Den zurzeit bedeutendsten Muschelkalk-Steinbruch in Thüringen besitzt die Firma O. Plöger in Berlin N. 39, Südufer 34; er befindet sich in Weinberg bei Gossel, 7 km von der Bahnstation Crawinkel im Thüringer Wald, Strecke Gotha-Gräfenroda. Er ist im Jahre 1905 angelegt, hat zurzeit eine Angriffsfläche von zirka 200 m; es wird dort eine Arbeiterzahl von etwa 60 Mann beschäftigt. Der Abraum beträgt 5 bis 6 m; es ist eine Steinbank von 1 bis 2 m Höhe vorhanden, die in zwei auch drei Schichten gelagert ist. Das Material ist ein feinkörniger, dem Dorlaer ähnlicher, jedoch härterer Muschelkalkstein von graugrüner Farbe. Aus dem Bruche werden jährlich etwa 1000 cbm Werkstein geliefert. Von diesem Material wurden u. a. ausgeführt: Fassaden Rathaus, Neukölln; Victoria, Lindenstrasse 20-25; Warenhaus Tietz, Alexanderplatz, Erdgeschoss.

Während zum Kalkbrennen möglichst reine und höherprozentige Kalksteine gebraucht werden, verwendet man zur Zementfabrikation tonige Kalksteine. Da gewisse mächtige Ablagerungen der Muschelkalkformation gerade aus wechsellagernden dünnen Kalksteinbänken, Kalkmergeln und festen Tonlettenzwischenlagen bestehen, ist hier im Gebiete des Thüringer Muschelkalks, in Anlehnung an das weitverzweigte Thüringer Eisenbahnnetz, eine bedeutende Zementindustrie entstanden, der folgende grossen Werke zuzählen: Thür.-Sächs. Aktiengesellschaft für Kalksteinverwertung, Bad Kösen; Sächs.-Thür. Portlandzementfabrik Prüssing & Co., Göschwitz; Dornburg-Steudnitzer Portlandzementwerke, Steudnitz bei Dornburg; Aktiengesellschaft Portlandzementwerk Berka a. d. Ilm; Portlandzementfabrik Gössnitz A.-G., Gössnitz (Altenburg). — Bemerkt mag hier noch werden, dass in manchen Fällen die Zementfabriken ausser dem Kalksteinbruch in der Muschelkalkformation noch eine besondere Tongrube in der Rötstufe oder in der Keuperformation in der Nähe besitzen, um eine bestimmte Zusammensetzung des Zement-Rohmaterials erzielen zu können.

Der Kalkstein und Dolomit der Zechsteinformation, der namentlich längs der Eisenbahn von Saalfeld nach Gera auftritt, findet

in gewissen magnesiafreien oder -armen Schichten eine umfangreiche Verwendung teils als Kalkbrennerei-Material, teils als Baustein. In dieser Gegend bestehen folgende Kalkwerke und zugehörigen Steinbrüche: Gera-Leumnitzer Kalkwerke, Leumnitz bei Gera; Gebr. Keil, Pforten (Reuss j. L.), Kalksteinbruch Politz bei Gera; Thür. Kalkwerke Gera, Steinbruch Langenberg bei Gera; Otto Spaethe & Co., Langenberg, Steinbruch Langenberg bei Gera; Gera-Culmer Kalkwerke in Gera, Steinbruch Culm und Zschippach; Minsel & Co., G. m. b. H., Caaschwitz, Steinbruch Caaschwitz bei Köstritz; F. W. Anacker in Chemnitz (Augustusburger Strasse 28), zwei grössere Kalksteinbrüche bei Bieblach und Pohlitz bei Gera; C. L. Zirbel u. G. in Könitz, Steinbruch Könitz; Neuer Verkaufsverein Sächs.-Thür. Kalkwerke, G. m. b. H., Gera, zwei grössere Steinbrüche bei Untitz und Wünschendorf; Robert Völkel, Wünschendorf, Steinbruch Wünschendorf; Richard Köhler, Pössneck-Jüdewein, Steinbruch Rehmen bei Neustadt a. O.; Hermann Fritsche, Lausnitz, Steinbruch Lausnitz bei Neustadt a. O.

Auffällig ist, dass die magnesiareicheren Dolomite (stellenweise 10 % bis 30 %), die in derselben Gegend die eigenartigen Tafelberge der Korallendolomitriffe zusammensetzen, trotz ihrer günstigen Bahnlage noch keine technische Verwendung gefunden haben, obwohl sie sich z. B. zu Bausteinen wohl eignen. Auch Sinterdolomit wird hier nirgends hergestellt. Einige dieser landschaftlich hervorragenden Dolomitriffe, wie z. B. die bekannte Altenburg bei Pössneck, dürften wohl als Naturschutzdenkmal unantastbar sein, während einige andere ausgedehnte, unfruchtbare Bergrücken unmittelbar an der Bahnstrecke in der Gegend von Pössneck, bei Oppurg und Neustadt a. O. günstige Gelände zu Steinbruchsanlagen bieten.

Silurische und devonische Kalksteine finden heute nur vereinzelt, und zwar lediglich als Marmor Verwendung. Diese Gesteinsvorkommen, die im Thüringer Schiefergebirge, d. h. im südöstlichen Thüringer Wald und angrenzenden Frankenwald, in gewissen Gebirgszonen auftreten (Garnsdorf bei Saalfeld, Leutenberg, Döschnitz, Gräfenthal, Saalburg usw.), sind seit Ausgang des Mittelalters bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts wegen ihrer bunten Flaserung als Marmor zu Ornamentzwecken viel genutzt worden. Besonders bekannt waren der Döschnitzer und Garnsdorfer Marmor, von welchen u. a. im Schloss Schwarzburg, Weimar und Saalfeld und in einigen Kirchen (z. B. Graba) Altäre, Denkmäler und Innenschmuckverkleidung einst hergestellt worden und heute noch erhalten sind. Gleichzeitig mit dem Aufhören der Allendorfer Alabasterindustrie, die zusammen mit der Marmorverwertung vor Zeiten im Zuchthause zu Schwarzburg betrieben wurde, ging die Marmorgewinnung zugrunde. Nach hundertjährigem Stillstande haben die Saalburger Marmorwerke in Saalburg an der Saale mit bemerkenswertem Erfolg die verschollene Marmorindustrie im reussischen Anteile dieser Gegend wieder zu Ehren gebracht. In den genannten anderen (meiningischen und rudolstädtischen) alten Brüchen ruht zurzeit noch die Marmorgewinnung; nur gelegentlich werden diese altpaläozoischen Kalksteine als gewöhnliche Bausteine gebrochen. Ihrem geologischen Alter wie ihrer ganzen Beschaffenheit nach sind die Marmorvorkommen dieser Gegend völlig gleichartig mit den analogen Marmorlagern im Fichtelgebirge und bayrischen Frankenwald (Marxgrüner Marmor). In der Nähe von Saalburg ist der Saalburger Marmor als obersilurischer Kalkstein in einem Steinbruch am Pössnigsbach in mehreren 1 bis 3 m mächtigen Gesteinsbänken aufgeschlossen, die von Diabasgängen und Lagern durchzogen werden und den Kalkstein feinst-kristallinisch verändert haben. Durch ungleiche Imprägnation mit Chlorit und Kalksilikaten

erscheint das Gestein wolkig marmoriert und liefert verschiedene graue, grünliche und dunkle, recht gefällige Marmorarten. Die Saalburger Marmorwerke haben Thüringer Marmor bereits zu zahlreichen Bauten, z. B. zur Predigtkirche des Doms in Berlin, zum Regierungsgebäude in Stettin, zum Postgebäude in Halle a. S. und zum Krematorium in Dresden geliefert.

Einer eigentümlichen Thüringer Kalksteinindustrie sei hier noch anhangsweise kurz gedacht, der Märmelherstellung in den sogenannten Märmelmühlen, die die bekannten kleinen, als Kinderspielzeug beliebten bunten Kugeln (Märmeln, Murmeln, Schusser usw. genannt) liefern. Man verwendet dazu harte, feste, gelbe oder graue marmorartige Kalksteine sowohl des Silurs und Devons wie des Muschelkalks, und zwar solche, die sich leicht in kleine würflige Stücke zerschlagen lassen. In den Märmelmühlen werden diese kleinen Gesteinswürfel rund abgeschliffen, zum Teil poliert und bunt gefärbt. Diese speziell Thüringer Industrie ist seit beinahe 150 Jahren (seit 1770) in der Gegend von Sonneberg, Eisfeld, Mengersgereuth und Steinach in Betrieb.

Der Kalktuff, Tuffstein oder Travertin ist ein meist sehr reiner, hochprozentiger Kalkstein, der in der Regel mehr oder minder poröse Struktur besitzt und hellgelbliche und hellgraue Farbentöne aufweist. Je nach dem Grade der Porosität ist seine technische Verwendung verschieden. Jedes Kalktuff- oder Travertinvorkommen ist von kalkhaltigen Quellen abgesetzt worden; auf andere Weise kann dieses eigenartige Gestein nicht entstehen. Ihre grösste Ausdehnung und Verbreitung haben die Travertinlager in Thüringen, wo sie an den Gehängen quellenreicher Täler oft auf grosse Erstreckung entlangziehen; auch in anderen Gegenden Deutschlands, z. B. in Hinterpommern, haben sich unter ähnlichen geologischen Verhältnissen Kalktuffablagerungen von allerdings geringerer Ausdehnung gebildet. Die bedeutendsten Thüringer Travertinvorkommen befinden sich zunächst im Ilmtale in der Gegend von Weimar bei Ehringsdorf, Taubach und Weimar (Grossherzogtum Sachsen-Weimar), ferner bei Burgtonna und Gräfentonna (Herzogtum Sachsen-Gotha), bei Langensalza und Mühlhausen (Provinz Sachsen) und endlich bei Clingen unweit Greussen (Schwarzburg-Sondershausen). Kleinere Lager sind in vielen Teilen des Landes vorhanden und werden teils ebenfalls technisch verwendet, teils liegen sie zurzeit noch unbenutzt. Die Porosität und damit die Festigkeit des Gesteins ist in den einzelnen Lagen ein und desselben Vorkommens oft sehr verschieden und wechselt schichtenweise. Dementsprechend wechselt auch die technische Verwendbarkeit, so dass die Tuffsteingruben oft mehrerlei Material liefern. Ganz mürbe, sandige Partien werden als Tuffsand verwendet (Burgtonna). Die ganz porösen, bizarr gestalteten Sinterkalke werden seit alters mit Vorliebe als Gartenschmuck zu Beeteinfassungen und zum Bau von Steingrotten benutzt, wozu sich gewisse Gesteinsbänke besonders von Burgtonna und Clingen bei Greussen eignen, deren „Grottensteine“ weithin versandt werden. Der durchschnittlich sehr hohe Prozentsatz an Kalk lässt die reineren Lagen zum Kalkbrennen recht geeignet erscheinen, wie z. B. die Firma L. Kämpfe in Ehringsdorf einen sehr reinen gebrannten Kalk liefert, der sogar teilweise zu Farbzwecken verwendet wird. Eine Kalkbrennerei besitzen u. a. auch die Süsswasser-Kalkwerke Wöllnitz bei Göschwitz (Sachsen-Weimar), die gleichzeitig eine Schwemmsteinfabrik betreiben. Die hauptsächlichste Verwendung findet der Tuffstein oder Travertin schon seit dem Mittelalter als Baustein. So ist z. B. in Langensalza die Marktkirche bereits im 11. bis 12. Jahrhundert, die dortige Bergkirche im Jahre 1394 aus Langensalzaer Travertin erbaut. Auch

überall in den Dörfern, wo kleinere, zurzeit noch nicht technisch ausgebeutete Tuffsteinvorkommen vorhanden sind, bedient man sich stets dieses wohlfeilen und ebenso haltbaren wie ansehnlichen Bausteins zu allen Gebäudefundamenten. Zahlreiche Dörfer in Thüringen, wie z. B. die preussische Enklave Mühlberg, Burgtonna, Gräfentonna, Ehringsdorf usw. zeigen vorwiegend Tuffsteingebäude. Als Baustein sind alle festeren Gesteinsbänke der Kalktufflager verwendbar. Zu seiner Gewinnung sind zahlreicne tiefe Tuffsteinbrüche angelegt, während man sich zur Ausbeutung der lockeren und poröseren Grottensteine meist flacher Tuffsteingruben bedient, wenn nicht, wie z. B. bei Burgtonna, beide Bildungen wechsellagernd zusammen auftreten. Im Ehringsdorfer Bezirk bei Weimar, der durch die Ausdehnung und Mächtigkeit (10 bis 15 m) seiner Travertinablagerung sich auszeichnet, sind allein vier grössere und einige kleinere Travertinsteinbrüche vorhanden, die Firmen: Karl Kämpfe, Gustav Fischer, Gustav Haubold, Louis Böttner und Carl Gruber sowie Hackemesser, sämtlich in Ehringsdorf bei Oberweimar. In der nächsten Umgebung befinden sich unmittelbar bei Weimar

Abb. 1 Deutsche Travertinwerke Langensalza von Carl Teich in Berlin

und bei Taubach weitere Tuffsteinbrüche. Bei Burgtonna und Gräfentonna werden ebenfalls eine Anzahl zum Teil grössere Brüche derselben Art betrieben, z. B. der Bruch von Reinh. Haum in Burgtonna. Bei Brüheim unweit Sonneborn, ebenfalls im Herzogtum Gotha, baut die Firma Hugo Huschenbett in Brüheim ein kleineres Vorkommen ab. Die Tuffsteinbrüche in Clingen bei Greussen und in der Gegend von Greussen selbst sind sehr zahlreich. In Clingen bei Greussen besitzen Tuffsteingruben: Friedr. Schuchardt, C. A. Dietrich Nachf. und Gustav Böttger und der Magistrat zu Clingen bei Greussen. In der Umgebung von Greussen selbst sind folgende Tuffsteinbrüche in Betrieb: J. G. Mehler, Hamburg, Rotherbaumchaussee 63, Joh. Schleenvogt, Karl Scheide, Theodor Hafermalz, Thilo Gräser, Emil Conradus, sämtlich in Greussen, und Louis Richter, Theodor Frobin, Hildegard Weber in Clingen. In der Gegend von Mühlhausen und Langensalza haben neuerdings zwei Berliner Firmen die Travertingewinnung in grossem Massstabe in die Hand genommen; bei Mühlhausen: Carl Schilling, Berlin-Tempelhof, Ringbahnstrasse 40; bei Langensalza: Deutsche Travertinwerke Langensalza (Karl Teich), Berlin W. 62, Maassenstrasse 34. Namentlich der

letzteren Firma, den Deutschen Travertinwerken in Berlin, mit ihrem ausgedehnten Steinmetzbetrieb in Langensalza (Abb. 1), bei dem durchschnittlich 180 bis 200 Steinmetzen, Bossierer, Dreher usw. ständig beschäftigt sind, ist es bei einer Jahresproduktion von zirka 2500 bis 3000 cbm Material gelungen, dem deutschen Travertin eine früher nie geahnte, bedeutungsvolle Rolle bei Monumentalbauten zu schaffen. Besitzt der Travertin von Ehringsdorf und Gräfentonna bereits in einfacher Werksteinverarbeitung eine gewisse massive Eigenschaft, die ihn als Baustein recht gefällig macht, so gewinnt dieses Material noch weiter durch die maschinelle Bearbeitung, die in den Deutschen Travertinwerken in Langensalza eingeführt ist. Hier wird der Travertin lagerrecht in Platten bis zu 4 cm Stärke gesägt und dann für Innenarbeiten, Verkleidungen von Vestibülen, Fussböden und dergl. in geschliffener wie roher Bearbeitung verwendet. Wie beliebt bereits das Travertinmaterial für Monumentalbauten ist, lässt sich aus den folgenden von den Deutschen Travertinwerken in Langensalzaer Travertin ausgeführten Bauten ersehen: Schlossbau in Elgersburg (Thüringen), Neubau der Darmstädter Bank in Berlin und Leipzig, die Reichsbankgebäude in Mühlhausen, Elbing und Mannheim, Schloss Prössdorf in der Altmark, Polizeidienstgebäude Magazinstrasse in Berlin, Bahnhof Hohenzollerndamm in Berlin, Passage-Kaufhaus in Berlin (Treppenanlagen) usw. Man ersieht daraus, dass der Verwendung des Thüringer Travertins oder Tuffsteins als Baustein noch ein weites Feld der Tätigkeit offen steht. Dieser Umstand ist um so mehr von Bedeutung, als sowohl bei Ehringsdorf wie im Burgtonna-Gräfentonnaer Bezirk noch grosse Flächen mächtiger Travertinablagerungen für spätere Ausbeutung vorhanden sind.

Der Gips besteht im Gegensatz zu den Kalksteinen und Travertinen, die aus kohlensaurem Kalk zusammengesetzt sind, aus schwefelsaurem Kalk. Auch aus dem Gips wird durch Brennen gebrannter Kalk gewonnen, der im Unterschied zu dem aus Kalkstein oder Travertin hergestellten Material „Sparkalk" genannt wird (Mörtelmaterial). Eine solche Gipsverwendung als Sparkalk findet noch heute im Büchig bei Friedrichroda-Reinhardsbrunn und am sogenannten Kalkberg (Gipsberg) bei Kittelsthal statt. In beiden Fällen handelt es sich um Zechsteingips. Der Kittelsthaler Kalkberg stellt einen mächtigen Gipsstock dar, der aus weissem oder grauen dichten bis körnig-schuppigen Gips aufgebaut ist und viele Klüfte und Schlotten enthält. Zu gleichem Zweck wurde, namentlich früher, das im mittleren Muschelkalk auftretende, ebenfalls bedeutende Gipsvorkommen am kleinen Seeberg bei Gotha in grösserem Massstabe als Steinbruch und teilweise auch unterirdisch abgebaut, bis ein Einbruch (Erdfall) den Betrieb sehr einschränkte (Abb. 2). Eine andere Gipsindustrie ist in der Gegend von Pössneck und Krölpa im Orlatale seit langen Zeiten in Betrieb. Hier wird der Gips teils als Rohgips (Düngemittel), teils gemahlen und gesotten zu technischen Zwecken (Formen) in den Porzellanfabriken verwendet. Schon um das Jahr 1873 wurde der Versand von Gips aus diesem Bezirk jährlich auf über 80 000 Zentner ge-

Abb. 2 Gipsbruch im mittleren Muschelkalke am Kl. Seeberg bei Gotha

schätzt. Jetzt hat sich in diesem recht günstig an der Bahn gelegenen Vorkommen, das zur Zechsteinformation gehört und am linken Ufer der Orla von Krölpa bis Schlettwein in kahlen weissen Gipsbergen als langgestrecktes Band entlangzieht, ein ausserordentlich reger und bedeutender Betrieb entwickelt, der von den Firmen Krölpaer Gipswerke (Rechtsanwalt Mohr in Rudolstadt), Gipsbrüche Krölpa; Gebr. Fischer in Krölpa, Gipsfabrik Krölpa, und F. L. Schmidt in Schlettwein, Gipsbrüche Schlettwein und Oepitz in moderner Weise industriell genutzt wird.

Im nördlichen Thüringen liegt ein weiteres ausgedehntes Gipslager bei Elxleben, das ebenfalls in zahlreichen Gipsbrüchen vorzüglich aufgeschlossen ist und von den Firmen: Gipswerke Elxleben (Fr. Samtleben in Erfurt, Nordhäuser Strasse 18 b); Robert Beier, Elxleben a. d. Gera, und Ludwig Fuldner, Elxleben a. d. Gera, ausgedehnt betrieben wird.

Anhangsweise mag der einst in Thüringen recht umfangreichen Alabasterindustrie gedacht werden, die in Kittelsthal und Allendorf früher betrieben wurde. Verwendet wurde grauweiss und rotgebänderter, fein kristalliner Gips (ein solcher Alabasterbruch befindet sich am Wege von Allendorf nach Schwarzburg), der geschliffen zu Leuchtern, Uhrgehäusen usw. verarbeitet wurde und im vorvorigen und vorigen Jahrhundert als Hausratszier im allgemeinen sehr beliebt war. Die Alabasterverwendung hat mit dem Eingehen der gleichzeitig betriebenen Marmorwarenfabrik im Zuchthaus zu Schwarzburg gänzlich aufgehört.

2. Dachschiefer, Griffelschiefer und Wetzstein.

An der Grenzscheide zwischen Thüringer Wald und Frankenwald, mitten im eigentlichen Thüringer Schiefergebirge, erstreckt sich ein weites Gebiet, das seit Ausgang des Mittelalters Sitz der bedeutendsten Schieferindustrie des Kontinents geworden ist. Es ist das bekannte Schiefergebiet von Lehesten, das sich von Probstzella über Unterloquitz, Leutenberg, Wurzbach, Lobenstein, Lehesten über die bayrische Grenze hinüber bis nach Ludwigstadt hin erstreckt. Der Schiefer, der sowohl als Dachschiefer wie Tafelschiefer Verwendung findet, tritt in bestimmten Zonen der Culmformation auf, die in dem genannten Bezirk weite Verbreitung besitzt. Der Qualität nach unterscheidet man im Lehestener Schiefergebiet scharf zwischen den „schwarzen“ (d. h. ganz dunklen) und den licht graublau gefärbten, wertvollen „blauen“ Dachschiefern, die verschiedenen Horizonten der Culmformation anzugehören scheinen. In gewissen Lagen ist der Schiefer nahezu schwefelkiesfrei und dann technisch von fast unbegrenzter Haltbarkeit. Das seit dem Jahre 1567 auf dem Schlosse Heldburg liegende Schieferdach zeigt noch keinerlei Verwitterung des Schiefers, ein Beweis für die ausgezeichneten Eigenschaften des Lehestener Schiefers. Andere Lagen sind ziemlich reich an Schwefelkies und werden dann als technisch unbrauchbar mit dem Schieferabfall zusammen auf die Halden gestürzt. Leider zersetzt sich dieses Haldenmaterial sehr leicht und die freiwerdenden kleinen Mengen von Schwefelsäure, die vom Regenwasser begierig aufgenommen werden, laugen den Schiefer aus und führen grosse Mengen von Magnesiaalaun in die Bäche, so dass namentlich der Sormitzbach (bei Leutenberg) davon verseucht worden ist. In diesen durch ihr gletschergrünes Wasser und weisse Alaunabsätze auf den Bachkieseln und Steinen sich kennzeichnenden Gewässern sind alle Fische eingegangen und die Wiesen geschädigt, so dass seit Jahren Prozesse mit den Schieferbruchsbesitzern schweben. Wichtig wäre es daher für die Schieferbruchsbesitzer, wenn ein Verfahren zur rationellen Verwertung der sich immer mehr anhäufenden Schieferhalden gefunden würde, das damit zugleich die Schädigung der Fischerei in den

Analysen von bestem Dachschiefer aus den Herzogl. Schieferbrüchen in Lehesten.

Bestandteile	Analyse der Kgl. Chemisch-technischen Versuchsanstalt in Berlin	Analyse der Kgl. Geologischen Landesanstalt in Berlin
Kieselsäure	59,29 %	66,40 %
Tonerde	21,40 %	16,95 %
Eisenoxydul	6,58 %	5,79 %
Eisenoxyd	1,74 %	—
Kohlensaurer Kalk . .	0,11 %	—
Kieselsaurer Kalk . .	0,13 %	—
Magnesia	0,28 %	1,71 %
Kali	4,82 %	2,77 %
Natron	1,06 %	0,98 %
Phosphorsäure	0,08 %	—
Schwefelsäure	—	0,24 %
Schwefelkies	0,04 %	0,10 %
Wasser und organische Substanzen	4,47 %	4,41 %
Summe	100,00 %	100,03 %

Nachbarflüssen beseitigte. Gegenüber diesem einzigen Nachteil zeigt die Thüringer Schieferindustrie im allgemeinen einen ausserordentlich erfreulichen Hochstand, der nicht nur den Schieferbruchsbesitzern und dem Staate, der selbst Schieferbrüche betreibt, sondern auch der ganzen Gegend zugute kommt. Immer mehr erhöht sich die Zahl der Schieferbrüche in dem genannten Schieferbezirk und doch erreicht die Produktion immer noch nicht die Höhe der Nachfrage. Ueber die technischen Verhältnisse der Thüringer Schieferindustrie vergl. den Aufsatz des Direktors der Herzogl. Schieferbrüche in Lehesten, Bergrat Vollhardt. Die hauptsächlichsten Schieferbrüche in diesem Gebiet, das teils zum Herzogtum Sachsen-Meiningen, teils zum Fürstentum Schwarzburg-Rudolstadt gehört, gehören folgende Firmen: Herzogl. Schieferbrüche Lehesten, Schieferbrüche Lehesten; Karl Oertel, Schieferbrüche Lehesten, G. m. b. H., Oertelsbrüche bei Lehesten; Gebr. Grosser, Gabe Gottes bei Marktgölitz, Lichtentanne zwei Brüche, Marktgölitz, Gabe Gottes, Probstzella, Roda und Rosenthal; Schieferbruch „Glückauf" bei Schaderthal bei Unterloquitz, Schieferbruch „Glückauf" bei Schaderthal; Hartmann & Brand in Unterloquitz, Bruch Unterloquitz; Schraidt & Hoffmann in Coburg, Bruch Lehesten; Ernst Wachter, Ossla bei Wurzbach, Bruch Lehesten; Aktiengesellschaft „Ausdauer" in Siegen (Westfalen), Bruch Grossgeschwenda; Chr. Kern (Inh. Ernst Kern) in Probstzella, Bruch Probstzella; Hermann Oertel, Röttersdorf bei Lehesten, Bruch Röttersdorf; Franz Kühns Erben, Lehesten, Brüche Bärenstein und Lichtentanne; Thür. Schieferbergbaugesellschaft in Reichenbach, Brüche Reichenbach und Schaderthal; Schieferbruch „Fortuna" in Reichenbach bei Unterloquitz, Bruch „Fortuna" bei Reichenbach; Fr. Glaser in Heinersdorf bei Lobenstein, Bruch Heinersdorf; Theodor Grosser, Grossliebringen bei Stadtilm, Brüche (zwei) Lichtentanne; Albert & E. Wagner in Zopten, Bruch Marktgölitz.

Während die Schieferbrüche des oben in seinen Grenzen näher bezeichneten Lehestener Schiefergebietes, wie erwähnt, einen dunklen bis lichtblaugrauen Dachschiefer der Culmformation („blauen" und „schwarzen" Dachschiefer) führen, sind weiter westlich im Gebiete des Schwarza-

tales eine Anzahl Schieferbrüche in der Cambriumformation vorhanden, die einen lichtgrünlichgrauen Dachschiefer besitzen. Diesen grünlichen Dachschiefer liefern folgende Firmen bzw. Schieferbrüche: Neumeister & Co., G. m. b. H., Unterweissbach, Bruch Unterweissbach; Oskar Breternitz, Hofschieferdecker, Bruch Böhlscheiben; Hermann Breternitz, Böhlscheiben, Bruch Böhlscheiben; und Gemeinde Lichtenhain, Bruch Cursdorf.

In dem Thüringer Schieferbezirk ist die Zusammenstellung des Lehestener blauen und Schwarzataler grünlichen Dachschiefers zur Herstellung von Mustern und Figuren sowohl auf den Dächern wie namentlich an den Giebelbekleidungen sehr beliebt. In vielen Dörfern dieser Gegend findet man diese schmucke, eigenartige Wandverkleidung der Häuser, z. B. im Orte Meuselbach.

Anhangsweise sei hier noch erwähnt, dass früher in Thüringen noch eine weitere sehr dekorative Schieferart von violettrötlichgrauem Metallglanz in mehreren Brüchen gewonnen wurde, der Glimmerschiefer der Gegend von Thal und Ruhla. Die heute eingegangenen Schieferbrüche am Ringberg bei Ruhla haben im 18. Jahrhundert das Dachschiefermaterial für Kirchen und Türme in Eisenach, Marksuhl und Kreuzburg geliefert.

Eine besonders langstenglige und kurzklüftige Abart des Dachschiefers kommt in der Silurformation Thüringens vor, der Griffelschiefer; er ist bedeutend härter wie der culmische Dachschiefer und spaltet infolge des Zusammentreffens zweier Schieferungen leicht in stäbchenförmige Stücke, aus welchen die Griffel maschinell hergestellt werden. Grössere Griffelbrüche befinden sich in der Gegend von Spechtsbrunn (Fr. Sorge in Hasenthal in Thüringen) und vor allem von Steinach. Steinach ist das Zentrum der deutschen Griffelindustrie wie Lehesten dasjenige der Dachschiefer- und Tafelschiefergewinnung. Ausser einigen kleineren Betrieben ist in Steinach die Erste Thüringische Griffelfabrik Steinach und ferner die Herzoglichen Griffelbrüche Steinach, welche letzteren ausser Griffeln noch Steine zu elektrotechnischen Zwecken, Platten, Walzen und Schiefersockelleisten zu Bauzwecken liefern. Kleinere Griffelbrüche befinden sich bei Lichtenhain unweit Gräfenthal, Königsthal bei Marktgölitz, Birkenheide und Witzendorf bei Arnsgereuth.

In den gleichen silurischen Schichten, die den Griffelschiefer liefern, treten sehr harte, gleichmässig körnige, quarzitische Schichten auf, die zur Herstellung von Wetzsteinen verwendet werden. Auch den Herzogl. Griffelbrüchen in Steinach ist eine Wetzsteinfabrik angegliedert; andere kleinere Wetzsteinfabriken befinden sich ebenfalls in Steinach und Lichtenhain bei Gräfenthal.

3. Grauwacken, Kieselschiefer, Alaunschiefer und Quarzite.

Die Grauwacke, ein im Schiefergebirge mit den Schieferablagerungen häufig abwechselndes und zwischengelagertes, bald fein-, bald grobkörniges, sandsteinartiges Gestein von meist dunkler Farbe wird, wenn es einen gewissen Härtegrad aufweist, als Chausseebeschotterungsmaterial benutzt. Grössere Grauwacken-Steinbrüche befanden sich bei Probstzella (Reinhold Jahn, Probstzella) und bei Wünschendorf unweit Neustadt an der Orla (Robert Kahnes, Wünschendorf); kleinere Brüche sind bei Chausseebauten seiner Zeit angelegt worden (z. B. Hockerode bei Leutenberg) und werden von den Chausseeaufsehern gelegentlich noch benutzt.

In der Silurformation treten zusammen, oft in mächtigen Ablagerungen, die beiden schwarzen Gesteine Kieselschiefer und Alaunschiefer auf, die wegen ihres bedeutenden Markasit- und Eisenkiesgehaltes vom Ausgange des Mittelalters an (vom Jahre 1544 ab) bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts an zahlreichen Orten zu Zwecken der Alaun- und Vitriolgewinnung abgebaut wurden. Solche Alaun- und Vitriolhütten befanden sich z. B. bei Garnsdorf und am Wetzelstein bei Saalfeld, bei Reschwitz, am Schwefelloch bei Gräfenthal, bei Arnsbach, bei Wallbrücke unweit Grossbreitenbach und bei Pottiga in der Lobensteiner Gegend. Gegenwärtig sind sie sämtlich eingegangen und dienen meist nur noch der Farberde (Ocker)-Gewinnung. Die harten Alaunschiefer verwendet man heute gern als Chausseebeschotterungsmaterial, allerdings in geringem Umfange. Die Kieselschieferbrüche sind meist wenig umfangreich (z. B. am Buchhübel bei Schleiz, Langgrün bei Lobenstein usw.).

Die ausserordentlich harten violettgrau bis bräunlichgrauen kambrischen Quarzite, die in vielen Teilen des Schiefergebirges, z. B. in den Eisenbahneinschnitten am Tännig bei Schwarzburg und an zahlreichen anderen Punkten des Schwarzatales, ferner auch in der Umgegend von Steinheid usw. in mächtigen Ablagerungen auftreten, werden bisher viel zu wenig ausgebeutet, obwohl sie ein geradezu ideales Chausseebeschotterungsmaterial darstellen. Für künftige Steinbruchsanlagen und Schotterwerke sei speziell auch dieses kaum bekannte, erstklassige Schottermaterial hingewiesen.

4. Sandstein.

Sandsteine verschiedenen geologischen Alters und mannigfacher Beschaffenheit werden im Thüringer Wald und in seinen Vorlanden gewonnen.

Gewisse rote bis rotbraune Sandsteine und feinkörnige Konglomerate des Ober-Rotliegenden (Tambacher Schichten) werden in einer Anzahl von Steinbrüchen bei Tambach, Friedrichroda, Eisenach, Elgersburg usw. als Baustein gefördert. Dieses gewöhnlich als „rote Waldplatten“ bezeichnete Gestein ist im nordwestlichen Thüringer Wald seit alters der übliche Baustein.

In der Buntsandsteinformation sind an vielen Stellen am Rande des Thüringer Waldes Sandsteinbrüche angelegt zur Gewinnung von Bausteinen (z. B. bei Reinhardtsbrunn. Gr. Tabarz, Martinroda, Oberpörlitz usw.). Die grosse Buntsandsteinscholle, die auf der höchsten Höhe des südöstlichen Thüringer Waldes (800 m über dem Meere) mitten im Schiefergebirge erhalten geblieben ist, am sog. Sandberg bei Steinheid und Scheibe, wird seit dem Mittelalter in einigen grossen Steinbrüchen abgebaut zur Gewinnung von Bausteinen. Hier wird, ebenso wie bei Oberpörlitz (Sandwerke Richard Jahn & Co. G. m. b. H., Oberpörlitz bei Ilmenau) gleichzeitig das aus Kaolin bestehende Bindemittel dieser Abart des Buntsandsteins technisch ausgenutzt. Auf zahlreichen sog. „Massenmühlen“ werden diese kaolinhaltigen Sandsteine zerstampft und aus ihnen der weisse Porzellanton ausgeschlämmt; aus dieser Verwendung des Kaolins der Thüringer Buntsandsteine hat sich die besondere Stellung der Thüringer Porzellanindustrie entwickelt. Der leicht schmelzende, ebenfalls der Buntsandsteinformation entstammende Quarzsand von Scheibe und Oberpörlitz wird sowohl zur Porzellanfabrikation wie auch zur Glasfabrikation verwendet.

Der Rhätsandstein des Gr. Seebergs bei Gotha und bei Wandersleben ist wegen seiner vorzüglichen Eigenschaften als monumentaler Baustein, der an Qualität dem Pirnaer Quadersandstein ebenbürtig ist, seit alten Zeiten in Steinbrüchen gewonnen worden (Abb. 3). Gegenwärtig bestehen hier folgende Sandsteinbrüche: C. A. Merkel Nachf., Erfurt; Alfred Hossfeld, Wandersleben; Adolf Unger, Gotha (Stbr. am Gr. Seeberg bei Gotha)

Abb. 3 Steinbruch im Rhät, Herrschaftlicher — oder Kammerbruch genannt — am Gr. Seeberg b. Gotha

und Phil. Holzmann G. m. b. H,. Frankfurt a. M., Wandersleben bei Gotha.

Auch Keupersandsteine sind früher viel gewonnen worden. Der „rote Sandsteinbruch" am Tollen Hund bei Gotha mit seinem braunroten Material wird schon im Jahre 1567 urkundlich erwähnt und ist erst vor 20 Jahren eingegangen. In der Umgebung von Coburg wird Keupersandstein noch heute an mehreren Orten ausgebeutet.

III. Sonstige Mineralgewinnung.

(Farberdegruben, Walkererde- und Kaolin-Gewinnung.)

Seit dem Eingange der Alaun- und Vitriolgruben des Thüringer Waldes werden die sich in den alten Bauen aus den Grubenwässern ausscheidenden Ockermengen als Farbocker gewonnen; so hat z. B. die ehemalige Vitriolgrube Jeremiasglück bei Garnsdorf unweit Saalfeld bisher jährlich gegen 100 Zentner Farberde geliefert, die z. T. roh als Goldocker, gebrannt als rotes Caput mortuum verkauft wurde. Wallbrücke bei Gr. Breitenbach, Arnsbach u. a. alte Alaungruben haben zeitweise ebenfalls viel Ocker geliefert. Der sog. Ockerkalk, der im Schiefergebirge in gewissen Zonen auftritt, bildet bei seiner Zersetzung ebenfalls oft mächtige Ockerlager, die z. B. auch bei Garnsdorf unweit Saalfeld durch Ernst Gutheil, Carl Kühn und Doris Laue in Garnsdorf abgebaut werden. Bei Gebersdorf unweit Gräfenthal wird durch die Firma F. Büchner in Gebersdorf, in der Nähe bei Grossneundorf durch H. F. Reusch in Grossneundorf, ebenso bei Oberloquitz Ocker gewonnen. Bei Creunitz bei Saalfeld lässt R. Hennig in Naschhausen-Dornburg Ocker graben. Bei Gefell gewinnt die Firma J. Eckardt in Gefell Ocker und verarbeitet ihn in einer Ockerschlämmerei. Die bedeutendsten Ockergruben liegen bei Steinach; sie werden von der Steinacher Ockergrubengewerkschaft ausgebeutet und in eigener Farbenfabrik verarbeitet.

Eine andere Farberde, Umbra, kommt u. a. bei Gehlberg, Elgersburg und Leutnitz vor und wird gegenwärtig in den Umbragräbereien bei Leubsdorf bei Neustadt an der Orla durch die Firma Carl Barlösius in Saalfeld gewonnen.

Walkererde oder Fullererde wird seit dem Ausgange des Mittelalters in unmittelbarer Nähe von Rippersroda, z. B. auch am Läusebühlberg nördlich von Gräfenroda gewonnen, wo diese für die Tuchindustrie von Pössneck und anderen Orten wichtige Tonart in den dortigen Pliocänablagerungen in wechselnder, oft sehr bedeutender Mächtigkeit mit Chamottetonen und Braunkohlenlagern zusammen auftritt. Der Export wechselt zeitweise stark und ist bereits oft recht bedeutend gewesen.

Kaolin oder Porzellanerde wird, wie oben erwähnt, aus kaolinhaltigen Buntsandsteinen der Gegend von Steinheid und Oberpörlitz bei Ilmenau gewonnen und in sog. Massenmühlen gereinigt.

Flussspat und Schwerspat werden in Thüringen bei Leutnitz und Könitz, bei Thal und Farnroda, am Stahlberg und an der Mommel, bei Steinbach und an anderen Orten gewonnen, aber nur bergmännisch, so dass die nähere Besprechung dieser für die Thüringer Industrie recht bedeutenden Mineralgewinnung an dieser Stelle nicht geeignet erscheint.

Das Grossherzogtum Hessen und angrenzendes Gebiet.

Einleitung.

Von A. Steuer.

Das Grossherzogtum Hessen wird politisch in drei Provinzen eingeteilt: Starkenburg, Rheinhessen und Oberhessen. Diese sind auch nach ihrer Bodenbeschaffenheit wesentlich verschieden, ja sie gehören sogar verschiedenen Gebirgsländern an.

Die Provinz Starkenburg erstreckt sich über den grössten Teil des Odenwaldes, der im Osten und Norden allmählich nach der Mainniederung herabsinkt, während er im Westen mit steilem, durch Verwerfungen bedingten Abfall scharf an der 20 bis 30 km breiten Rheinebene, dem hessischen Ried, absetzt, das zum grössten Teile ebenfalls noch zu dieser Provinz gehört. Nur ein kleiner Teil der Rheinniederung greift auch auf das linke Stromufer über und wird somit der

Provinz Rheinhessen zugeteilt. Rheinhessen ist ein Hügelland, an dessen Aufbau hauptsächlich Sande, Mergel und Kalksteine tertiären Alters beteiligt sind, es ist das Gebiet, das geologisch als Mainzer Becken im engeren Sinne bezeichnet wird. Nur im Nordwesten greifen mit dem Rochusberg bei Bingen die alten devonischen Schiefer und Quarzite des rheinischen Gebirges über Rhein und Nahe über, und im Südwesten taucht unter dem Tertiär das Rotliegende des Donnersberges hervor, das sich auch zwischen Nackenheim und Nierstein am Rhein nochmals in einem schmalen Zuge heraushebt.

Den grössten Teil der Provinz Oberhessen nimmt der aus basaltischen Gesteinen bestehende Vogelsberg ein, dessen Buntsandsteinunterlage im Osten emportaucht, während im Süden noch Gesteine vom Alter des Rotliegenden über Tage auftreten. Der Vogelsberg endet im Westen an einer im Süden breiten, nach Norden sich verschmälernden Niederung: der Wetterau, jenseits deren sich der Taunus erhebt, dessen letzte Ausläufer also noch auf hessisches Gebiet herüberziehen.

Das Grossherzogtum Hessen bildet infolge seiner Lage am Ausgange der mittelrheinischen Tiefebene das Verbindungsglied zwischen Nord- und Süddeutschland im Westen des Reiches. Infolge dieser günstigen Lage zieht ein Teil der wichtigsten Verkehrsadern durch das Land. Die Bewältigung des Transportes von Massengütern vollzieht sich in erster Linie auf dem Rheinstrom, der ja bei Mainz auch den von Frankfurt kommenden Mainverkehr aufnimmt. Von diesem Nebenfluss ist eine beträchtliche Steigerung gerade auch für den Verkehr mit Gesteinen zu erwarten, wenn die Kanalisation über Hanau-Aschaffenburg nach Bayern hinein und der Anschluss an das bayerische Kanalnetz durchgeführt sein wird.

Auch für die Lahn bis Giessen trägt man sich ja mit dem Gedanken des weiteren Ausbaues der Kanalisation, die gewiss für die Basaltindustrie des Vogelsberges von Wichtigkeit werden könnte.

Die grossen Eisenbahnlinien entlang des Rheines, durch das Nahetal, die Wetterau und die Hauptverkehrsadern nach Osten über Bebra und nach Bayern nehmen eine grosse Anzahl Seitenstrecken aus den hessischen

Bergländern auf, deren Führung so gewählt ist, dass für den wirtschaftlichen Aufschluss mancher entfernter liegenden Gebiete vieles getan ist.

Trotz dieser anscheinend so günstigen Transportverhältnisse kann man leider nicht sagen, dass allgemein die Gesteinsindustrie in Hessen zu der hohen Entwicklung gelangt sei, wie sie es nach der geographischen Lage des Landes in dem industriereichen, stark bevölkerten und mit vielen grossen und mittleren Städten und sehr guten Strassen versehenen Gebiete verdiente, wie es ihm aber vor allem zukäme nach dem Vorhandensein ausgezeichneter Gesteine aller Art, die sich sowohl für Strassen- und Tiefbau, wie für den Hochbau vorzüglich eignen.

Als glänzend ist die Entwicklung des Abbaues der Kalksteine und Mergel zu bezeichnen, die im Mainzer Becken für die Cementindustrie gewonnen werden. Für ihr Emporblühen spielt naturgemäss die günstige Lage an der grössten deutschen Wasserader eine höchst wichtige Rolle. Dagegen hat die Hartsteinindustrie mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen. Wohl sind auch da einzelne ausgezeichnete und grosse Betriebe vorhanden, in denen Quarzporphyre, Hornfelse und Basalte abgebaut werden, insbesondere nimmt auch die Gewinnung von Basaltlava (Lungstein) im Vogelsberg eine immer mehr sich steigernde Ausdehnung an, allein der Abbau der körnigen Gesteine, wie Granite, Diorite, Diabase usw., die an Güte den besten Gesteinen ihrer Art in anderen Gebirgen nicht nachstehen, wäre noch in beträchtlichem Masse steigerungsfähig.

Man ist erstaunt, wenn man von den Klagen der Steinbruchsbesitzer hört, dass in den grossen Städten im Umkreis um die hessischen Gebirge, hauptsächlich um den Odenwald, die Strassenbaumaterialien, Reihenpflastersteine usw. in der grösseren Menge nicht aus diesen, sondern meist aus weiterer Ferne, ja aus dem Ausland bezogen werden. Schon oft ist hier der Ruf laut geworden, dass doch die einheimische Industrie bevorzugt werden müsse. Diese Forderung ist ganz gewiss berechtigt und an dem guten Willen der Städte, sie zu erfüllen, ist nicht zu zweifeln, trotzdem lassen sich sehr häufig die entgegenstehenden Hindernisse, die in Transportschwierigkeiten und der Preisbildung liegen, nicht überwinden.

Wie die grosse Wasserstrasse es ermöglicht, grosse Gütermassen aus dem Lande wegzuschaffen, so fördert sie auch die Zufuhr, und diese Wasserzufuhr bei dem ausserordentlich grossen Bedarf ist eben erheblich vorteilhafter für die an den Strömen gelegenen Grossstädte als der Eisenbahntransport selbst aus den nahen Gebirgen. Die Entfernung des Odenwaldes vom Rhein und Main beträgt 20 bis 30 km; ausserdem liegen die Brüche mit den besten Gesteinen oft noch mehrere Kilometer von der nächsten Eisenbahnverladestation entfernt, so dass noch ein erheblicher Achsentransport erforderlich ist. Diese Transportverhältnisse im Verein mit den niedrigen Preisen, die die ausländische Konkurrenz einzuhalten in der Lage ist, haben in den letzten Jahren die Entwicklung unserer Gesteinsindustrie stark gehemmt. Auch für die Entwicklung der Basalt- und Basaltlavaindustrie im Vogelsberg kommen ähnliche Umstände nachteilig in Betracht.

Demgegenüber scheinen die Werke, die neben der Gewinnung noch die feinere Bearbeitung des Materials durch Sägen, Schleifen, Polieren und auch durch feinere Bildhauerarbeit betreiben, solche Transportschwierigkeiten weniger hindernd zu empfinden. Treffen wir doch im Odenwald in Lindenfels, Reichenbach, Wilmshausen, Bensheim, Gross-Bieberau usw. wohleingerichtete und lebhafte Fabriken an, in denen zum grossen Teile einheimisches, aber auch farbenschönes fremdes Gestein verarbeitet und weithin verfrachtet wird.

In allen drei Provinzen ist auch Sandsteinindustrie entwickelt. In Rheinhessen werden im südwestlichen Teile in der Umgebung von Flonheim, Weinheim usw. Sandsteine des Rotliegenden gebrochen, die sich sehr gut für ornamentale Ausarbeitung eignen und darum als ein gern verwandtes Material bis in grosse Entfernungen versendet werden. Auch am Südrande des Vogelsberges finden sich in gleichaltrigem Gebirge allerdings meist nur kleinere Abbaue. Grosse Sandsteinbrüche im Buntsandstein finden sich im östlichen Teile des Odenwaldes zum Teil mit recht bedeutendem Absatz. Auch auf der Ostseite des Vogelsberges wird Buntsandstein gewonnen, der meist in der näheren Umgebung verwendet wird.

Die Steinindustrie des Odenwaldes.

Von Bergrat Prof. Dr. G. Klemm in Darmstadt.
(Mit 8 Abbildungen.)

Topographie und Verkehrsverhältnisse.

Der Odenwald ist ein ausgeprägtes Mittelgebirge mit einer in der Hauptsache nach Norden und Westen gerichteten Abdachung. Nach Norden senkt er sich ganz allmählich zur Mainebene, während er im Westen, besonders südlich von Darmstadt, sich scharf gegen die Rheinebene absetzt. Im Süden trennt ihn die Kraichgauer Senke vom Schwarzwald; nach Osten hin wird er im Norden der Stadt Miltenberg durch den Main vom Spessart geschieden und geht südlich von jener Stadt ganz allmählich in das „Bauland" über. Der Teil des Odenwaldes, der nördlich vom Neckar liegt — und nur dieser soll hier in Betracht gezogen werden — wird durch die Täler der Itter, des Ulfen-, Gammels- und Finkenbaches und der Steinach nach jenem Flusse hin entwässert; dem Main fliessen die Mümling und die Gersprenz zu; nach der Rheinebene hin öffnet sich eine grössere Anzahl von Tälern, deren bedeutendste die der Weschnitz, der Lauter und der Modau sind.

In allen diesen Tälern und auch in vielen der hier nicht aufgezählten kleineren Bachtäler laufen gute Landstrassen; aber nur wenige Bahnen dringen in das Gebirge ein. Die wichtigste derselben ist die Linie Hanau-Wiebelsbach-Eberbach (am Neckar), von der in Wiebelsbach eine Linie nach Darmstadt abzweigt und in Höchst an der Mümling eine kürzlich eröffnete Nebenbahn nach Neustadt-Aschaffenburg. Dem Gersprenztale folgt von Reinheim (an der Linie Wiebelsbach-Darmstadt) eine Nebenbahn nach Reichelsheim. Von der Hauptlinie Frankfurt-Darmstadt-Heidelberg, die bis nach Weinheim zum Teil hart am Westabfall des Gebirges hinzieht, geht bei Weinheim die Nebenbahn nach Mörlenbach-Fürth ab, die im Weschnitztale liegt und bei Mörlenbach eine Stichbahn nach Waldmichelbach-Wahlen entsendet. Der Plan, das im Herzen des Odenwaldes gelegene Lindenfels durch eine Bahn im Lautertale nach Bensheim oder im Modautale nach Darmstadt hin mit der Main-Neckarbahn zu verbinden, ist noch nicht zur Ausführung gelangt.

Die nördlichen Ausläufer des Odenwaldes werden durchschnitten von den Bahnlinien Darmstadt-Dieburg-Aschaffenburg, mit der in Dieburg eine Nebenbahn von Darmstadt über Grosszimmern zusammentrifft, den Nebenbahnen Sprendlingen-Ober-Roden und Offenbach-Dietzenbach sowie der an ihrem Ostrande verlaufenden Linie Offenbach-Dieburg-Reinheim.

Wie hieraus hervorgeht, sind die Zufahrtswege zu den Bahnlinien für viele Teile des mittleren Odenwaldes recht weit. Wassertransport ist nur auf dem Main und dem Neckar möglich und kommt fast nur für die in un-

mittelbarer Nähe dieser Flüsse gelegenen Brüche in Frage. Die Beschaffung von Arbeitskräften wird der Steinindustrie durch die Nähe der grossen Fabrikstädte Mannheim, Frankfurt und Offenbach nicht unwesentlich erschwert, zumal auch in Heidelberg, Worms, Mainz, Weinheim, Bensheim, Darmstadt, Hanau und Aschaffenburg die Anzahl der Fabriken beständig im Steigen begriffen ist.

Allgemeiner geologischer Aufbau.

Seiner geologischen Zusammensetzung nach zerfällt der Odenwald in drei Gebiete, deren östlichstes gegen Westen durch eine Linie begrenzt wird, die aus der Gegend etwas nördlich von Heidelberg über Waldmichelbach nach Gross-Umstadt verläuft; in ihm herrscht der Buntsandstein vor. Westlich von jener Linie liegt das Bereich des kristallinen Grundgebirges, das im Norden bis in die Gegend von Darmstadt-Reinheim sich erstreckt. Im Norden dieser letzteren Grenzlinie taucht das kristalline Gebirge unter das Rotliegende unter.

In allen diesen drei Abteilungen wird das feste Gestein lokal durch jüngere Ablagerungen verhüllt, die aus Schichten der Tertiärformation bestehen, Tonen und Sanden mit untergeordneten Braunkohlenlagern, sowie aus diluvialen Kiesen, Sanden, Löss und Flugsand und deren Umlagerungsprodukten. Am geringsten ist die Verbreitung solcher oberflächlicher Bildungen im Buntsandsteinodenwald, viel grösser in den beiden anderen Gebieten, und zwar in einem nach Norden zu immer mehr anwachsenden Grade. Nicht zu vergessen sind endlich Ausbrüche von Eruptivgesteinen, die während der Tertiärzeit erfolgten, darunter besonders Basalte und Trachyt.

Literatur: Der Odenwald ist geologisch dargestellt in den von den Geologischen Landesanstalten Hessens und Badens herausgegebenen Kartenblättern im Massstab 1 : 25 000 und den dazu gehörigen Erläuterungen. Ausserdem liegt eine geologische Uebersichtskarte des Odenwaldes in 1 : 100 000 vor, bearbeitet vom Verfasser und herausgegeben von der Grossh. Hessischen Geologischen Landesanstalt. Eine Uebersicht der geologischen Verhältnisse gab der Verfasser im ersten Teile des „Führer bei geologischen Exkursionen im Odenwalde“, Berlin, Bornträgers Verlag 1910.

1. Das kristalline Grundgebirge.

Der Odenwald baut sich ebenso wie die anderen deutschen Mittelgebirge in seinen kristallinen Teilen auf aus Schichtgesteinen, die aus Wasser abgelagert wurden, und aus glutflüssigen, in jene hineingepressten und wohl in beträchtlicher Tiefe erstarrten Gesteinen, sogenannten Tiefen- und Ganggesteinen. Diese eruptiven Massen haben jene Schichtgesteine zu Bergzügen emporgestaut, die in der Hauptsache südwestlich-nordöstlich verlaufen, und haben sie gleichzeitig in stärkstem Masse verändert, d. h. völlig umkristallisiert (Kontaktmetamorphose). Es ist hierbei das ursprüngliche Gefüge der Schichtgesteine samt den in ihnen jedenfalls früher enthaltenen Versteinerungen zerstört worden, so dass man das genaue geologische Alter nicht mehr feststellen kann. Wahrscheinlich sind aber die Schichtgesteine des Odenwaldes ebenso wie die des kristallinen Schwarzwaldes, der Vogesen usw. in der Silur- und Devonzeit, vielleicht auch noch teilweise während des älteren Teiles der Steinkohlenformation — dem Kulm — abgelagert, dann während der Zeit, in welcher sich in der Nachbarschaft, wie im Saargebiete, die Steinkohlen bildeten, zum Gebirge aufgestaut worden, das aber alsbald wieder durch die abtragende Wirkung der Gewässer zerstört wurde, so dass sich schon die Schichten des auf die Steinkohlenperiode folgenden Rotliegenden übergreifend auf die eingeebnete Rumpffläche des kristallinen Gebirges absetzen konnten.

Die von den Tiefengesteinen umgewandelten Schichtgesteine sind als Hornfelse zu bezeichnen, die je nach ihrer Zusammensetzung als Schieferhornfelse, Hornblendeschiefer (Amphibolite), Kalksilikathornfelse (mit Marmor), quarzitische Hornfelse zu unterscheiden sind. Alle diese Gesteine sind vorwiegend feinkörnig bis dicht, so dass man nur selten ihre Gemengteile mit blossem Auge zu unterscheiden vermag. Die Schieferhornfelse sind reich an dunklem Magnesiaglimmer oder hellem Kaliglimmer und bestehen ausser diesen oft auch nebeneinander auftretenden Glimmern aus Feldspat und Quarz. Ihre Schieferung tritt im unzersetzten Gestein oft wenig hervor, vielmehr haben sie, wie ihr Name ausdrückt, oft ein hornartig dichtes Aussehen. Sie sind durch Wechsellagerung und Uebergänge verbunden mit den vorwiegend schwarzen Hornblendeschiefern, deren wichtigster Gemengteil Hornblende (Amphibol) ist. Diese wiederum gehen einerseits in die sehr wechselvollen Kalksilikathornfelse über, die in einer dichten Quarzfeldspatgrundmasse öfters grössere Körner von Granat, Epidot, Hornblende usw. enthalten, anderseits in die ganz vorwiegend aus sehr kleinen Quarzkörnchen bestehenden quarzitischen Hornfelse.

Als Einlagerungen in den anderen Hornfelsen finden sich an verschiedenen Stellen des Odenwaldes, wie am Kirchberg bei Bensheim, bei Bierbach und Höllerbach, kleine Marmorlager, die früher wohl sämtlich im Abbau gestanden haben; zurzeit sind aber fast alle diese Vorkommen entweder erschöpft oder ihr Abbau wurde aus anderen Gründen unrentabel. Nur die Marmorlager des Hochstädter Tales bei Auerbach werden noch heutigentags ausgebeutet. Es findet dies in einem Tagebau statt, nachdem seit einer längeren Reihe von Jahren dort die Gewinnung auf bergmännische Art betrieben worden war. Das Marmorlager besteht aus zwei nur durch ein Zwischenmittel von Schieferhornfels und Granit getrennten Massen, die in horizontaler Richtung etwa 500 m sich erstrecken bei einer Gesamtmächtigkeit bis zu etwa 40 m (mit den bis etwa 15 m mächtigen Zwischenmitteln). Der Marmor wird zum grössten Teile an Ort und Stelle gebrannt, um als Düngekalk oder zur Herstellung von Bordelaiser Kupferkalkbrühe, die im Weinbau zur Bekämpfung der Peronospora gebraucht wird, verwendet zu werden. Ein Teil wird im ungebrannten Zustande fein gemahlen und in der chemischen Industrie zur Kohlensäureherstellung benützt; auch zur Entsäuerung kohlensäurereichen Wassers (Frankfurter Wasserleitung) steht er im Gebrauch. In der Bildhauerei findet dagegen der Auerbacher Marmor fast keine Anwendung.

Die Hornfelse treten im Odenwalde einerseits in Form langgestreckter, vorwiegend nordöstlich streichender Züge auf, deren wichtigste zwischen Weinheim an der Bergstrasse-Waldmichelbach, Heppenheim-Lindenfels-Gross-Gumpen, Gadernheim - Kolmbach - Laudenau, Allertshofen - Gross-Bieberau, Eberstadt-Rossdorf verlaufen, anderseits als Mantel um das Gabbromassiv des Frankensteins an der Bergstrasse und die Granitmassen der Böllsteiner Höhe im östlichen Odenwalde, von der aus sie sich auch noch bis in die Gegend von Gross-Umstadt verfolgen lassen.

In technischer Hinsicht dienen die umkristallisierten Schiefergesteine des Odenwaldes fast nur zur Herstellung von Strassen- und Bahnschotter. Ausser einer grösseren Anzahl von kleineren Steinbrüchen, die solchen Schotter nur für die Verwendung in nächster Umgebung gewinnen, besonders für Waldwege, bestehen bei Nieder-Ramstadt (bei Darmstadt), bei Erlenbach, bei Lindenfels und bei Ober-Mengelbach in der Nähe von Waldmichelbach grössere Steinbruchsanlagen mit maschinellen Einrichtungen zur Förderung und Zerkleinerung des Materials.

Im Wingertsberg am Bahnhofe Nieder-Ramstadt-Traisa der Strecke Darmstadt-Wiebelsbach liegt der grosse Steinbruch der Odenwälder Hartstein-Industrie, der harte, zähe schwarze Hornblendeschiefer und andere Hornfelse und ausserdem die in diesen aufsetzenden Diorite abbaut. Das Schotterwerk hat Anschlussgleise zu der am genannten Bahnhofe liegenden Verladestelle. Die Druckfestigkeit der Hornfelse beträgt 3420 bis 3970 kg/qcm, und als Abnützung ergeben sich für Würfel von 5,5 cm Kantenlänge bei 200 Umdrehungen der Gusseisenscheibe auf dem Normalradius 49 cm im Mittel 9,6 Gr. = 3,1 ccm. (Vergleiche die Beschreibung des Bruches und des Basaltwerkes Rossdorf durch den Verfasser in den „Historisch-biographischen Blättern". Ecksteins biographischer Verlag, Berlin 1911.)

Bei Erlenbach südwestlich von Lindenfels wird ein Mischgestein von Hornfels und Granit durch die Firma Bitsch & Co. abgebaut, das sich als Strassenschotter gut bewährt hat. Die Abfuhr geschieht mit Pferdegeschirr zur Bahnstation Fürth. Das Obermengelsbacher Hartsteinwerk bricht einen schwarzen, fast massigen Amphibolit. Von anderen Brüchen ist noch der kürzlich aufgelassene Birkenauer Gemeindebruch im Kallstädter Tal zu erwähnen, in dem ein Mischgestein von Schieferhornfels und Granit ansteht, aus dem auch Pflastersteine geschlagen wurden (durch das Weinheimer Porphyrwerk Herpel, Wilhelm & Hildebrand), sowie ein Amphibolitbruch bei Fischweiher östlich von Heppenheim, der zurzeit ausser Betrieb steht.

Während der Ablagerung der nachmals zu Hornfels gewordenen Sedimente des Odenwaldes haben deckenförmige Ergüsse von dunklen, dichten Laven, den Diabasen, stattgefunden, die später zugleich mit den Schiefergesteinen aufgerichtet und durch die Tiefengesteine kontaktmetamorph verändert wurden. Aus den Tuffen dieser Diabase sind wahrscheinlich die Amphibolite entstanden. Solche Diabase, die sich ursprünglich aus Feldspat und Augit zusammensetzten, die aber jetzt aus Feldspat und faseriger Hornblende (Uralit) bestehen und deshalb als „Uralitdiabase" bezeichnet werden, kommen namentlich zwischen Darmstadt und Rossdorf vor. Sie werden hier teils von der Forstverwaltung, teils von Privaten in mehreren Steinbrüchen gewonnen zur Beschotterung von Waldwegen und Strassen.

Die Tiefengesteine wurden als glutflüssige Massen in das alte Schiefergebirge aus der Tiefe eingepresst, wobei sie in ihren zentralen Partien massige, richtungslos körnige Struktur annahmen, während sie in der Nähe der Schiefergesteine durch die beim Empordringen an dieser Grenze stattfindende Reibung eine mehr oder weniger deutliche Parallelstruktur erhielten. Diese wird bewirkt vorwiegend durch die parallele Anordnung der dunklen Gemengteile (Glimmer, Hornblende), die sich in parallelen Ebenen anordnen, bisweilen aber auch grössere Feldspäte derartig umschmiegen, dass diese wie helle Augen hervortreten (Abb. 1). Tiefengesteine mit deutlicher Pa-

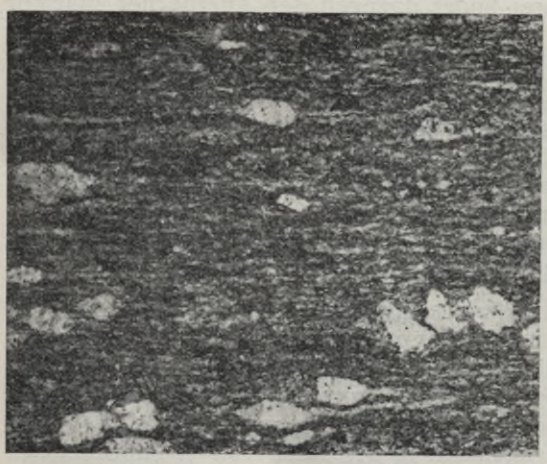


Abb. 1
Porphyrischer Flasergranit, Neunkircher Höhe.

rallelstruktur wurden früher ganz allgemein als „Gneise“ bezeichnet, und auch heute ist diese Bezeichnung, welche ihrer Unbestimmtheit wegen viele Verwirrung angerichtet hat, leider noch vielfach im Gebrauch.

Neben solchen Graniten mit ursprünglicher (primärer) Parallelstruktur finden sich lokal an Verwerfungsspalten solche, welche durch die in den Spalten erfolgten Verschiebungen eine sekundäre Parallelstruktur erhalten haben. Gewöhnlich ist an diesen Verwerfungen das Gestein von zahlreichen glänzenden, mit parallelen Rillen bedeckten Flächen (Rutschflächen, Harnischen) durchzogen und es ist in seinem ganzen Gefüge stark verändert, gelockert, meist auch stark zersetzt, so dass derartige Gesteine als technisch sehr minderwertig bezeichnet werden müssen. Manchmal aber ist an derartigen Spalten das Gesteinszerreibsel durch neugebildete Mineralien, besonders Quarz und Epidot, so fest verkittet worden, dass ein solches Stück sich in seiner Festigkeit nicht vom normalen Gestein unterscheidet. Solche gut ausgeheilte „Stiche“ (Abb. 2) können daher nur als Schönheitsfehler gelten, ohne die technische Verwendbarkeit des stichigen Gesteins zu beeinträchtigen.

Abb. 2 Granit mit epidotreicher Quetschzone vom Melibocus

Sehr oft sind Mischgesteine durch den Kontakt der Tiefengesteine — besonders der Granite — mit den Schiefergesteinen entstanden, indem letztere von den ersteren stark injiziert und hierbei teilweise aufgelöst (resorbiert) wurden. In derartigen Mischgesteinen liegt zum Teil eine so innige Verwachsung und Durchdringung der beiden Komponenten vor, dass man vielfach nicht mehr angeben kann, ob eine gewisse Stelle des Gesteins zum Granit oder zum Schiefer zu rechnen ist (Abb. 3).

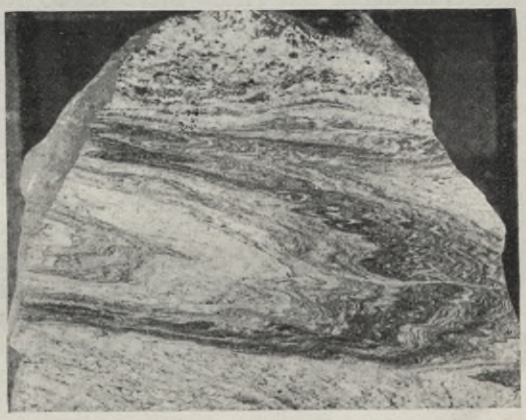


Abb. 3 Granit mit stark resorbiertem Hornblendeschiefer, Linnenbach b. Fürth

Die Tiefengesteine des Odenwaldes bestehen aus Gabbro, der randlich in Diorit übergeht, und aus Graniten. Letztere sind zweifellos jünger als der Gabbro. Unter den Graniten aber kann man mit aller Sicherheit wieder drei verschiedenartige, auch in ihrer Zusammensetzung und in ihrem Aussehen sich unterscheidende Abarten nachweisen. Der älteste unter ihnen ist wegen seiner Hornblendeführung als Hornblendegranit zu bezeichnen, während die beiden jüngeren mittel- und kleinkörniger Biotitgranit sind.

Ausserdem findet sich noch eine ganze Reihe von gangförmigen, jüngeren Gesteinen, die als Nachschübe der Tiefengesteinsmassen in diese selbst und in die umgewandelten Sedimente eingedrungen sind.

Der Gabbro, zusammengesetzt aus Kalknatronfeldspat und Diallag, einer Abart des Augites, ist ein vorwiegend dunkelgraues bis schwarzes Gestein von mittlerem Korn, das aber teils wegen des stark wechselnden Mengenverhältnisses der beiden Hauptgemengteile, teils wegen der vielfachen Schwankungen in der Korngrösse sehr verschiedenartiges Aussehen hat.

Und zwar treten anscheinend ohne alle Gesetzmässigkeit helle und dunkle klein- bis fast grobkörnige Ausbildungsformen dicht nebeneinander auf. Die Gemengteile des Gabbro sind meist unregelmässig rundlich oder polyedrisch begrenzt und manchmal sehr stark durcheinandergewachsen.

Ausser Feldspat und Diallag enthält der Gabbro des Odenwaldes fast stets auch Hornblende, die manchmal in runden Flecken von über 1 bis 2 cm Durchmesser ausgeschieden ist.

Der Gabbro bildet südlich von Darmstadt eine grössere, geschlossene Masse zwischen den Orten Eberstadt, Seeheim, Frankenhausen, Nieder-Modau, Oberramstadt, Niederramstadt. Der Höhenzug des Frankensteins liegt in diesem Gebiet. Ein zweiter Gabbrobezirk findet sich weiter nach Osten zu zwischen Gross-Bieberau, Lichtenberg und Wersau. Hier enthält das Gestein als charakteristischen Uebergemengteil Hypersthen (rhombischen Augit) und wird danach als Hypersthengabbro bezeichnet. Solcher kommt auch noch in einer rings von Granit umschlossenen Scholle vor zwischen Ernsthofen und Klein-Bieberau am „Steinernfirst".

Bei der Verwitterung zerfällt der Gabbro zu einem grünlichgrauen, oft mehrere Meter mächtigen Grus, in dem noch grosse runde oder eiförmige feste Blöcke stecken. Nur an wenigen Stellen tritt er in Form grösserer Klippen zutage, wie am Frankenstein und am Billerstein südlich von Waschenbach. Obwohl sich der Gabbro seiner dunklen, häufig ins Grünliche neigenden Farbe wegen vermutlich recht gut zur Herstellung von Grabdenkmälern usw. eignen würde, wird er doch in dem Frankensteinmassive nirgends zu diesem Zwecke gewonnen, sondern nur in einigen Brüchen bei Eberstadt, Seeheim und Waschenbach als Bruchstein für rauhes Mauerwerk sowie zur Herstellung von Kopfsteinen für Strassenpflaster und als Schottermaterial.

Der Hypersthengabbro aber wird im Gersprenztal südlich von Gross-Bieberau durch die Firma Merz & Co Nachf. in einem grösseren Bruche abgebaut und in Gross-Bieberau selbst weiterverarbeitet und zum Teil zu Grabdenkmälern verschliffen. Die verbreitetste Abart desselben hat von weitem gesehen hellgraue Farbe; es ist aber auch eine schwarze und eine rötliche Abart vorhanden, die beide in poliertem Zustande sehr schönes Aussehen besitzen. Auch der oben erwähnte Hypersthengabbro des „Steinernfirst" wurde vor einiger Zeit durch die Deutsche Steinindustrie A.-G. in Reichenbach zu gleichem Zwecke gebrochen, und bei Lichtenberg standen früher ebenfalls mehrere Brüche im gleichen Gestein im Betriebe.

Am Frankenstein (Magnetstein und Umgegend) sowie am Mühlberge bei Waschenbach umschliesst der Gabbro Schollen von Serpentin, die aber leider ihrer starken Zerklüftung und Zersetzung wegen nicht zur Gewinnung von Material für polierte Platten, Schalen usw. brauchbar sind, sondern nur zur Beschotterung der Waldwege.

Den Gabbro des Frankensteinmassivs umgibt eine Hülle von Schiefergesteinen, besonders Amphiboliten. Mit der Annäherung an diesen Schiefermantel erleidet der Gabbro sowohl seiner mineralischen Zusammensetzung als seiner Struktur nach auffällige Veränderungen und geht in D i o r i t über, der sich aus Kalknatronfeldspat und Hornblende als Hauptgemengteilen zusammensetzt. Die Hornblende ist teilweise wenigstens in prismatischen Kristallen ausgeschieden, während der Feldspat im allgemeinen nur die Zwischenräume zwischen den Hornblenden ausfüllt. An manchen Stellen sieht man aber die Hornblende vorwiegend in runden Körnern, deren Zwischenräume durch Feldspat eingenommen werden.

Das Korn der Diorite ist meist kleiner als das des Gabbro, ihre Farbe fast stets schwarz durch Vorwiegen der Hornblende über den Feldspat. In der Gegend von Weinheim kommen auch Diorite vor, die ziemlich viel Quarz ent-

halten und neben der Hornblende reichlichen dunklen Glimmer. Diese Abarten (Birkenauer Tal) pflegen besonders kleinkörnig zu sein. Bei der Zersetzung verhält sich der Diorit sehr ähnlich dem Gabbro. Auch er bildet häufig oberflächlich starke Lagen von grünlichgrauem Grus, in denen grosse Blöcke stecken, die an manchen Stellen nach Wegwaschung des Gruses durch die Tagewässer sich zu Blockmeeren ansammeln, wie z. B. an verschiedenen Stellen der Gehänge der Seidenbucher Höhe.

Die Verbreitung des Diorites ist im Odenwalde grösser als die des Gabbros. Er findet sich namentlich in einem Streifen, der von Schönberg bei Bensheim über Gadernheim bis nach Billings am Nordgehänge der Neunkircher Höhe zieht, ferner in einem geschlossenen Zuge, der auch im Gelände deutlich hervortritt, zwischen Heppenheim, Seidenbuch, Lindenfels, Winterkasten, Reichelsheim. Einer der höchsten Punkte des kristallinen Odenwaldes, der Krehberg oder die Seidenbucher Höhe (590 m) liegt in diesem Gebiete. Andere Dioritmassen treten in der Umgebung von Oberabtsteinach, zwischen Grosssachsen und Leutershausen, sowie an zahlreichen Stellen der Gegend zwischen Eberstadt, Darmstadt und Messel zutage.

Der Diorit (von den Steinbrechern „Syenit“ genannt) ist in technischer Hinsicht ein sehr wertvolles Material. Im geschliffenen und polierten Zustand nimmt er tiefschwarze Farbe an, so dass er namentlich für Grabdenkmäler viel verarbeitet wird. Zu diesem Zweck gewinnt ihn die Firma Böhringer in einem grossen Bruche am Buch bei Lindenfels, Kreuzer bei Gronau; ausserdem sind noch bei Reichenbach, Winterkasten, Seidenbuch, Schlierbach, Seidenbach zu demselben Zwecke mehrere Brüche in Betrieb. In manchen derselben werden auch Pflastersteine und Schottermaterial hergestellt. Ganz besonders ist letzteres der Fall in dem schon erwähnten Bruche der Odenwälder Hartstein-Industrie am Bahnhofe in Niederramstadt-Traisa bei Darmstadt. Wenn man in diesen Bruch eintritt, sieht man auf der Nordwand zuerst dunkle hornblendereiche Hornfelse aufgeschlossen, die nach Westen zu an Diorit angrenzen. An dieser Grenze kann man sehr deutlich sehen, wie der Diorit in zahlreichen Adern in die Schiefergesteine eindringt und Bruchstücke derselben umschliesst, die vielfach fast ganz eingeschmolzen worden sind, so dass Mischgesteine von sehr mannigfaltiger Zusammensetzung entstehen. Ferner kann man zahlreiche „Stiche“ im Diorit beobachten, Quetschzonen, an denen das Gestein in Epidot umgewandelt ist, der sich durch seine hellgrüne Färbung sehr deutlich abhebt. Es möge hier noch bemerkt werden, dass auch die Quetschzonen des Gabbros meist hellgrün durch Epidotbildung gefärbt sind.

Da bei geschliffenem Diorit, namentlich bei Grabmalen aus diesem Gestein, die Käufer eine möglichst gleichmässige und dunkle Färbung wünschen, so werden bei der Gewinnung der zu verarbeitenden Blöcke diejenigen ausgeschieden, die helle Adern, Stiche oder andersfarbige Flecke oder Streifen zeigen. Als Stiche werden ausser den Quetschzonen auch helle Granitadern bezeichnet, die wegen ihres Reichtums an Quarz und Feldspat gegenüber den dunklen Gemengteilen sich sehr stark vom Diorit abheben. Es treten aber auch in diesem ab und zu feldspatreichere Stellen auf, die ebenfalls Stiche genannt werden. Dann kommen auch nicht selten Adern von „Dioritpegmatit“ vor, jüngere Nachschübe des Dioritmagmas mit grossen Hornblendekristallen in feldspatreicher Grundmasse.

Dunkle Flecke oder Streifen entstehen dadurch, dass der Diorit Bruchstücke älterer Gesteine umschlossen und mehr oder weniger mit seiner Masse verschmolzen hat.

Die G r a n i t e des Odenwaldes geben dem Gabbro und Diorit gegenüber ihr jüngeres Alter unzweideutig dadurch zu erkennen, dass sie an sehr vielen

Stellen gangförmig in jene eingedrungen sind und dass sie in der Nähe der Grenze viele Bruchstücke derselben umschliessen.

Der Hornblendegranit ist ein mittelkörniges, hell- bis dunkelgraues Gestein, das öfters durch Auftreten grösserer Orthoklaskristalle einen porphyrischen Charakter erhält. Er setzt sich zusammen aus Feldspat (Plagioklas und Orthoklas), Quarz, Magnesiaglimmer (Biotit) und Hornblende. Das Mengenverhältnis zwischen den hellen und den dunklen Gemengteilen und bei diesen zwischen Glimmer und Hornblende wechselt sehr stark, so dass auf der einen Seite hornblendereiche dunkle, meist orthoklasarme Abarten entstehen, wie sie z. B. am Felsberg mehrfach auftreten, anderseits hornblendearme, hellere, oft an Orthoklaskristallen reichere Varietäten, wie z. B. in der Gegend von Weinheim. Fast überall ist die Struktur des Hornblendegranites scheinbar ganz richtungslos. Nur am Westgehänge des Osterner und des Gersprenztales kommen auch deutlich parallelstruierte bis flaserige Abarten vor. Dass übrigens auch in den scheinbar ganz richtungslosen Gesteinsmassen doch eine Parallelstruktur, wenn auch nur schwach und dem ungeübten Auge nicht erkennbar angedeutet ist, zeigt das Verhalten des Hornblendegranites beim Spalten; geübte Steinarbeiter erkennen ganz sicher das „Lager" der Gesteinsblöcke, d. h. die Richtung, nach der sie sich am besten zerspalten lassen, eine Eigenschaft des Granites, die durch Parallelstellung eines Teiles besonders der Glimmer und Hornblenden bedingt ist.

In vielen Aufschlüssen zeigt der Hornblendegranit eine sehr gleichmässige Beschaffenheit, die natürlich für seine Bearbeitung sehr vorteilhaft ist. In anderen dagegen, besonders in der Nähe älterer Gesteine, ist er oft reich an Bruchstücken schwarzer Amphibolite und Diorite, Glimmerschiefer, Kalksilikathornfelse usw. Auch diese Bruchstücke sind oft sehr stark resorbiert worden, so dass sie ganz allmählich in der Granitmasse verschwimmen, wie z. B. in dem in Abb. 3 abgebildeten Stücke, das einen stark gefältelten Hornblendeschiefereinschluss darstellt, der sich nicht mehr deutlich gegen den umgebenden Granit abgrenzt.

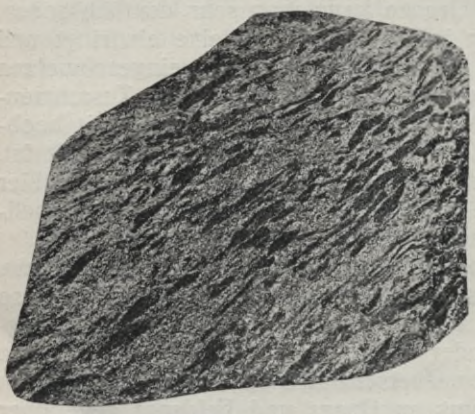


Abb. 4 Hornblendegranit von Hochstädten

In Abb. 4 ist ein Hornblendegranit von Hochstädten abgebildet mit sehr zahlreichen parallel angeordneten Bruchstücken von Diorit, die grossenteils vom Granit stark resorbiert sind.

Die Absonderung des Hornblendegranites ist parallelpipedisch, und zwar entstehen dabei oft gewaltige Blöcke, aus denen die grössten Werksteine, wie Säulen und dergl., hergestellt werden können. Bei der Verwitterung löst sich das Gestein zu einem Grus auf, der noch grosse frische Blöcke umschliesst. Man kann dies z. B. in den Steinbrüchen auf dem Südostabhange des Felsberges gut sehen und begreift dann, dass durch die Wegschwemmung des Gruses sich in Mulden der Berggehänge solche „Felsenmeere" bilden müssen, wie sie ja gerade für den Felsberg charakteristisch sind. An anderen Stellen, besonders an Bergkuppen, bleiben als Ergebnis dieses Ausschwemmungsprozesses Gruppen grosser Blöcke als Klippen stehen.

In der Nähe von Verwerfungen wird auch der Hornblendegranit stark zerrüttet; es bilden sich hierbei in ihm oft kalkspatreiche Quetschzonen, und

das Gestein erhält durch allerlei Zersetzungsvorgänge, besonders durch Eisenoxydausscheidungen, schmutzig rötliche oder bräunliche Färbung. Derartige Gegenden sind natürlich für die Anlage von Steinbrüchen ungünstig, da sich manchmal inmitten von Blöcken, die aussen gesund erscheinen, durch Quetschzonen bedingte Verfärbungen des Kernes finden.

Das Hauptverbreitungsgebiet des Hornblendegranits ist die Gegend zwischen Heppenheim, Weinheim, Fürth. Hier sind zwar in der Nähe der Bergstrasse und der von der Weschnitz durchströmte Senke Quetschzonen nicht selten, die man z. B. in den Einschnitten der Bahnlinie Weinheim-Fürth gut beobachten kann, aber in den mittleren Teilen dieses Gebietes sind in der Hauptsache die Steinbrüche von Sonderbach, Walderlenbach, Niederliebersbach, Nächstenbach, Laudenbach, Bonsweiher usw. arm an Quetschzonen, so dass dort grössere Hausteine von gleichmässiger Beschaffenheit hergestellt werden können. Einschlüsse fremder Gesteine, besonders solche von Amphibolit und Diorit, finden sich allerdings nicht allzu selten. Sie beeinträchtigen zwar bei grösseren Dimensionen an geschliffenen Stücken das Aussehen, sind aber auf die Wetterbeständigkeit des Materials fast ohne Einfluss.

Ein zweites Hornblendegranitgebiet bildet einen Streifen von 0,5 bis 2 km Breite zwischen Schönberg bei Bensheim und Niedernhausen. Hier wird der Hornblendegranit namentlich am Felsberg in mehreren Brüchen gewonnen, deren grössten die Deutsche Steinindustrie A.-G. betreibt, sowie bei Niedernhausen (Dyckerhoff und Neumann). Andere Hornblendegranitareale liegen bei Darmstadt, bei Oberabtsteinach und Leutershausen (Steinbrüche Rittenweier und Rippenweier).

Endlich zieht sich noch aus der Gegend von Litzelbach über Weschnitz und Reichelsheim bis nach Brensbach, also in der Richtung des Gersprenztals und des Osternertales, ein Streifen vielfach flaserigen und zum grossen Teil auch stark gequetschten, daher nicht technisch nutzbaren Hornblendegranites hin.

Das nächstjüngere Tiefengestein des Odenwaldes, der mittelkörnige Biotitgranit, besteht aus zweierlei Feldspat, Quarz und dunklem Glimmer als Hauptgemengteilen, die ein Gestein von vorwiegend hellgrauer Färbung ergeben. Jedoch ist auf der Tromm und auch im südlichen Odenwald vielfach ein hellviolettroter Farbenton ausgebildet, der nicht auf Zersetzungserscheinungen beruhen dürfte, sondern wohl ursprünglich ist. Er ähnelt dann gewissen Graniten des südlichen Schwedens. Die massige Struktur ist ungefähr ebenso verbreitet wie die flaserige, und beide sind durch allmähliche Uebergänge miteinander verbunden. Massige Granite sind die zwischen Messel und Darmstadt, die zwischen Jugenheim, Auerbach, Hochstädten, Schönberg und Bensheim, ferner die des grossen Granitmassivs im südlichen Teile des kristallinen Odenwaldes zwischen Weinheim, Schriesheim, Heiligkreuzsteinach, Waldmichelbach, Hammelbach, Fürth, Mörlenbach. Auch die unter dem Buntsandstein im Neckartal bei Heidelberg und im Ulfenbachtal bei Heddesbach auftauchenden Granite sind massig, ebenso die der Umgegend von Lindenfels. Dagegen findet in den Graniten der Neunkircher Höhe vielfach ein Wechsel von massiger und flaseriger Struktur statt, und zwar überall da, wo fremde Gesteinsmassen, seien es umgewandelte Schiefergesteine oder Diorite, im Granit auftreten. Man konnte in einem kleinen Steinbruch zwischen Lützelbach und Neunkirchen, dessen Grundfläche nicht grösser war als die eines kleinen Zimmers, diesen Uebergang in vorzüglicher Weise verfolgen. Durchaus von flaseriger Struktur beherrscht werden die mittelkörnigen Granite der Böllsteiner Höhe.

Sowohl im massigen wie im flaserigen Granit bilden sich durch Ausscheidung von Feldspat- (Orthoklas-) Kristallen porphyrische Strukturformen

heraus. Die Feldspatkristalle erreichen nicht selten einen Längsdurchmesser von 2 bis 3 cm und sind ab und zu (so an der Hirschburg bei Leutershausen) gut ausgebildete Karlsbader Zwillinge (siehe Abb. 1).

Die Absonderung ist der des Hornblendegranits ähnlich, nämlich parallelepipedisch, und so entstehen öfters stattliche Felsklippen, wie auf dem Gipfel des Melibocus, der Tromm, des Eichelberges bei Oberflockenbach usw. Da, wo diese ruhigen Absonderungsverhältnisse nicht durch Quetschzonen und starke Zerklüftung gestört werden, lassen sich aus dem Granit sehr grosse Blöcke gewinnen, welche die Herstellung auch der grössten Werkstücke ermöglichen. Sie sieht man z. B. in dem von Verwerfungen anscheinend sehr wenig durchsetzten Granitgebiet östlich von Oberflockenbach-Steinklingen eine aus einem Blocke herausgehauene Brunnenschale von kreisförmigem Grundriss, deren Durchmesser 4,25 m beträgt. Sie war für Mannheim bestimmt, konnte aber der ungünstigen Terrainverhältnisse wegen nicht transportiert werden.

Aus dem massigen Granit werden sowohl Hausteine der verschiedensten Art gewonnen wie auch Pflastersteine (z. B. in Zwingenberg). Die Deutsche Steinindustrie A.-G. hatte auch in ihrem jetzt aufgelassenen Bruch am Luciberg bei Zwingenberg ein Brechwerk aufgestellt, in dem sie aus dem Abfall, der sich bei der Anfertigung der Pflastersteine ergab, Bahnschotter herstellte.

Die flaserigen Granite finden fast nur in unbehauenem Zustand Verwendung zu Rohmauerwerk und werden zu diesem Zweck in einer Anzahl kleiner oft nur für kurze Zeit betriebener Brüche im Gebiete der Neunkircher und der Böllsteiner Höhe abgebaut.

In den Quetschzonen erfährt der Granit sehr starke Umbildungen, die einesteils in starker Schieferung, andernteils in tiefgreifender Zersetzung bestehen. Bei letzterer findet oft reichliche Kieselsäureausscheidung statt, vielleicht oft auch eine Zufuhr dieses Stoffes durch Wässer, die in solchen Trümmerzonen leicht aufsteigen können. Und so sind denn die Quetschprodukte des Granites mehrfach zur Gewinnung von Strassenschotter gebrochen worden, wie bei Hammelbach und Fürth. Hier sieht der Granit eher einem stark aufgerichteten und gefalteten Schiefergestein als einer aus Schmelzfluss erstarrten Masse ähnlich; aber es lassen sich alle Uebergänge aus dem durch Gebirgsdruck bis zur Unkenntlichkeit veränderten in das normale, massige Gestein daselbst nachweisen.

Der kleinkörnige Biotitgranit ist zumeist stark mit Schiefermaterial vermischt und dabei selbst schieferig geworden, so dass er ganz andere Absonderung zeigt wie der Hornblendegranit und der massige, mittelkörnige Granit, nämlich deutliche Plattung statt der Blockbildung der beiden anderen. An manchen Stellen, wo der kleinkörnige Granit massig und schieferarm ist, wird er als Mauerstein gewonnen, wie bei Neutsch, Reinheim usw., auch wohl bisweilen als Strassenschotter. Am Steinkopf bei Langenbrombach und am Vogelherd bei Wallbach auf der Böllsteiner Höhe macht man aus dem in Rede stehenden Granit, dessen Struktur dort am besten als „streifig“ zu bezeichnen ist, Kopfsteine für Reihenpflaster, die in der Umgegend gern benützt werden.

Als gangförmige Nachschübe der Granite ist eine Anzahl von Gesteinen aufzufassen, die entweder arm an dunklen Gemengteilen sind und dann je nach ihrer Struktur als Pegmatite, Aplite und Granophyre bezeichnet werden, oder reich an dunklen Gemengteilen und dann Malchite, Minetten, Vogesite und Kersantite heissen, ferner eigentümliche gabbroartige Ganggesteine der Böllsteiner Höhe. Eine besondere Stellung nehmen die Granitporphyre ein, die zweifellos das jüngste aller Gesteine des kristallinen Grundgebirges im Odenwald sind.

Die grob- bis mittelkörnigen Pegmatite sind an manchen Stellen, wie bei Weinheim, Schriesheim, Oberkainsbach, wegen ihres in bis zu kopfgrossen Klumpen ausgeschiedenen Kalifeldspates abgebaut worden, der zur Porzellanfabrikation (als Glasur) verwendet wird; gegenwärtig sind aber alle diese Schürfe auflässig, da die Gewinnungskosten des Feldspates höher sind als die Preise des aus Norwegen importierten.

Die klein- bis feinkörnigen Aplite und Granophyre werden an manchen Stellen zu Strassenschotter verwendet, besonders von der Forstverwaltung. Der schwarze, dichte, äusserlich ganz basaltähnliche Malchit dient gleichem Zwecke. Zurzeit wird aber nur ein Malchitbruch bei Ernsthofen betrieben, während Minette und Vogesit gegenwärtig keine Verwendung finden; Kersantit wird in der Gegend von Erbach bei Heppenheim zu Pflastersteinen gebrochen (zurzeit nur noch in einem Bruche an der Steinmauer).

Die gangförmigen Gabbrogesteine wurden früher auf der Böllsteiner Höhe an zahlreichen Stellen als Schottermaterial abgebaut. Jetzt sind nur noch die Steinbrüche am Hochstein und Fuchsstein bei Oberkainsbach im Betriebe.

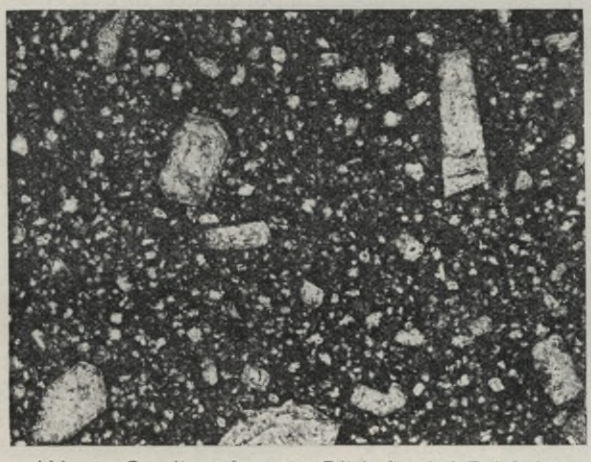


Abb. 5 Granitporphyr von Dilshofen bei Reinheim

Die Granitporphyre (Abb. 5) haben eine feinkörnige Grundmasse von granitartiger Beschaffenheit und hellgrauer, rötlicher oder bräunlicher Farbe und darin meist bis mehrere (selten bis zehn) Zentimeter lange Feldspatkristalle, auch Quarze, Hornblenden, Glimmer. Sie bilden Gänge, die meist 3 bis 5, nicht selten bis 10, an manchen Stellen auch bis 50 m mächtig sind, und sich in grosse, meist quer zum Salband gestellte Blöcke absondern, die in mächtigem Verwitterungsgrus zu liegen pflegen. Zurzeit steht nur noch ein Steinbruch, der Gemeinde Ober-Ramstadt gehörig, in einem solchen Gange im Abbau; es werden namentlich Pflastersteine und Kleinschlag hergestellt.

2. Das Deckgebirge.

Das in der Steinkohlenperiode aufgerichtete alte Hochgebirge, das sich aus den im vorhergehenden beschriebenen kristallinen Gesteinen aufbaute, fiel alsbald einer starken Zerstörung anheim und wurde derartig abgetragen, dass seine Oberfläche schon zur Zeit des mittleren Rotliegenden eine Rumpffläche (Fastebene, Peneplain) bildete, auf welcher sich die Schichten und die Ergussgesteine des letzteren in wagerechter Lagerung absetzen konnten.

Das mittlere Rotliegende des Odenwaldes baut sich auf aus Porphyren und deren Tuffen, aus Sandsteinen und Konglomeraten mit zwischengelagerten Schieferletten und aus Melaphyrergüssen.

Die Porphyre kennen wir in zwei verschiedenartigen Lagerungsformen, nämlich als Schlot- und als Deckenporphyre. Erstere bilden die Ausfüllung der Kanäle, denen die in Deckenform ausgebreiteten Massen entquollen. Zu den ersteren gehören die Porphyre des Wachenberges und des

Raubschlösschens bei Weinheim, des Daumberges bei Trösel, sowie ein grosser Teil der Porphyre von Gross-Umstadt, zu den letzteren aber der Porphyr des Steinerwaldes bei Gross-Umstadt und die von Schriesheim, Dossenheim und Handschuhsheim bei Heidelberg.

Alle diese Porphyre haben eine dem blossen Auge als dicht erscheinende Grundmasse, die sich aber unter dem Mikroskop als ein äusserst feinkörniges Gemenge von Quarz und Feldspat erweist, aus dem sich im allgemeinen nur vereinzelte Einsprenglinge von Quarz, Feldspat und Glimmer herausheben. Nur an einigen Stellen bei Gross-Umstadt und bei Trösel werden die Einsprenglinge zahlreicher. Die Farbe der Porphyrgrundmasse ist bei den frischesten Vorkommen braun, kann aber auch violett oder rötlich sein. Weniger frische Vorkommen sind heller gefärbt bis fast weiss. An den Stielporphyren bemerkt man sehr häufig eine äusserst feine, oft zierlich gewundene oder gezackte Bänderung (Abb. 6) durch den Wechsel hellerer und dunklerer Lagen, welche auf die Reibung zurückzuführen sein dürfte, der das schlierig ausgebildete Porphyrmagma beim Emporquellen in den Ausfuhrkanälen unterworfen war. Bei den Deckenporphyren kommt diese Bänderung nicht vor. Sie ist sehr schön ausgebildet bei den Porphyren vom Ziegelwald und vom Knos bei Gross-Umstadt und den Weinheimer Schlotporphyren.

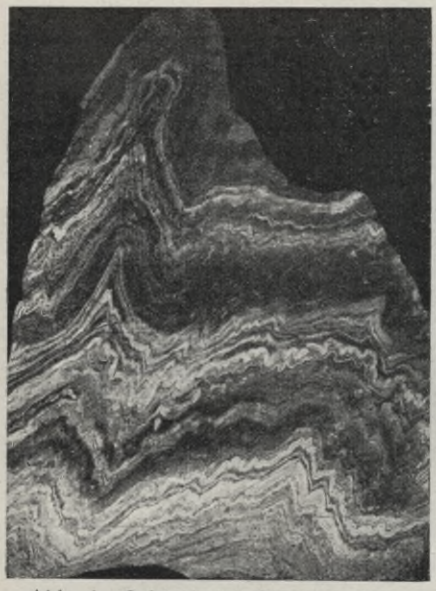


Abb. 6 Gebänderter Quarzporphyr von Gross-Umstadt.

Bei beiden Arten bemerkt man vielfach eine säulige Absonderung, wie am Wachenberg im Hauptbruch und auf der höchsten Kuppe und im Bruche am Edelstein bei Schriesheim. An anderen Stellen ist die Absonderung dagegen plattig, wie im Westbruche des Wachenberges. Wahrscheinlich gehören hier die säulig abgesonderten Massen einem jüngeren Nachschube an.

Die technische Benutzung des Porphyrs ist fast ausschliesslich die zur Schottergewinnung. Nur die wenig frischen Porphyre des Steinerwaldes bei Gross-Umstadt werden als Bausteine gebrochen. Sehr bedeutend sind die Abbaue am Wachenberg bei Weinheim, bei Schriesheim und bei Dossenheim, während an den anderen Orten nur wenig Material gewonnen wird.

Das Weinheimer Porphyrwerk (Herpel, Wilhelm und Hildebrand) auf der Nordseite des Wachenberges hat einen gewaltigen, aus sechs hohen Terrassen bestehenden östlichen und einen weniger umfangreichen westlichen Bruch, die beide durch Drahtseilbahnen mit dem am Fusse des Berges gelegenen Klopfwerk verbunden sind, so dass der Transport des Materials zu diesem letzteren lediglich durch das Eigengewicht der Massen erfolgt (Abb. 7). Aehnlich ist die Anlage bei dem Porphyrwerk „Edelstein" auf dem Oelberg bei Schriesheim, das ein grosses Brechwerk an der Landstrasse und Nebenbahn nach Heidelberg hat. Bedeutend sind auch die Bruchanlagen der Gemeinde Dossenheim und der Leferenzsche Bruch daselbst.

Die Deckenporphyre von Schriesheim liegen auf einer Tuffmasse, die ihren Ausbruch begleitete.

Im nördlichen Odenwald fehlen solche, technisch übrigens nicht in Betracht kommende Tuffe anscheinend ganz. Dass die hier anstehenden rotliegenden Letten, Sandsteine und Konglomerate jünger sind als der Porphyr, geht aus dem häufigen Vorkommen von Porphyrgeröllen in jenen Schichten hervor. Brüche in diesen befinden sich bei Langen, Offenthal, Götzenhain. In denselben werden jetzt nur noch wenig Hausteine gewonnen, meist Steine für Mauerwerk. Früher wurden aus den rotliegenden Schichten viele Türschwellen, Treppenstufen usw. hergestellt; diese sind aber allmählich durch den Buntsandstein verdrängt worden.

Kurz zu erwähnen sind noch unreine, den rotliegenden Schichten bei Sprendingen und Götzenhain eingelagerte Kalke, die ihres allzu grossen Gehaltes an Kieselsäure wegen zum Brennen sich als ungeeignet erwiesen haben.

Ueber das Rotliegende des nördlichen Odenwaldes zog sich ursprünglich eine grosse Melaphyrdecke hin, die aber im Laufe der Zeiten stark zerschlissen und abgetragen wurde, so dass sich jetzt nur noch zwischen Dietzenbach, Messel, Darmstadt und Traisa unzusammenhängende Reste derselben finden. Der Melaphyr hat dunkelbraune Färbung, ist nur wenig frisch und grossenteils reich an Blasenräumen. Früher stand am Glasberg, Kohlberg und am „Roten Kreuz" bei Darmstadt und bei Traisa eine ganze Reihe von Melaphyrbrüchen im Betriebe, in denen ausser Bausteinen auch Pflastersteine gewonnen wurden, die man noch hier und da in Darmstadt auf Fusswegen sehen kann, die aber allmählich durch andere Materialien ersetzt werden. Jetzt werden nur noch in wenigen Brüchen bei Darmstadt, Messel und Urberach Bausteine gebrochen.

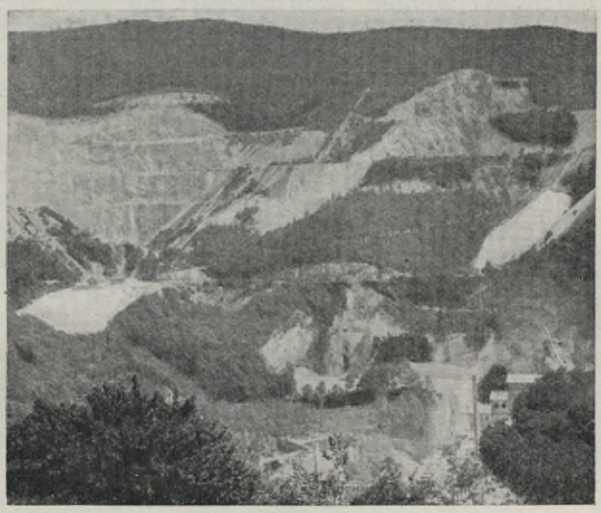


Abb. 7 Steinbruchanlage auf dem Wachenberge bei Weinheim.

Die Schichten des Zechsteins, im Odenwald nur durch Dolomit vertreten, finden sich in geringer Verbreitung noch auf der Böllsteiner Höhe erhalten (Oberkinzig usw.). und sie treten als schmales Band unter dem Buntsandstein da hervor, wo sich derselbe dem kristallinen Gebirge auflagert. Für die Steinindustrie kommt lediglich die Verwendung des Zechsteinkalkes zum Brennen zu Schwarzkalk in Frage, die aber nur noch in ganz geringem Umfange betrieben wird. Auch der Abbau der an den Zechstein gebundenen Manganerze hat seit einiger Zeit im Odenwald aufgehört.

Der Buntsandstein bedeckt im ganzen östlichen Odenwalde östlich der Linie Heidelberg—Waldmichelbach—Weschnitz—Ober-Kainsbach—Wiebelsbach—Klein-Umstadt das kristalline Grundgebirge mit dem Rotliegenden und Zechstein und hat selbst — abgesehen von einer sehr lückenhaften diluvialen Hülle — kein Deckgebirge mehr. Er gliedert sich von unten nach oben in folgende Stufen:

a) Unterer Buntsandstein:
   1. Schieferletten,
   2. Tigersandstein.

b) Mittlerer Buntsandstein:
   1. Pseudomorphosensandstein, an seiner Basis das Ecksche Konglomerat;
   2. vorwiegend feinkörniger Sandstein mit Lettenschichten wechsellagernd;
   3. vorwiegend gröberkörniger Sandstein;
   4. Hauptgeröllhorizont.

c) Oberer Buntsandstein:
   1. Zwischenschichten,
   2. Röth.

Die Buntsandsteinschichten sind da, wo sie nicht von jüngeren Störungen durchsetzt werden, flach gelagert mit ganz geringer (durchschnittlich nur etwa 2 bis 4 Grad betragender) Neigung nach Südosten. Es treten daher die ältesten Schichten im Westen und Norden auf, wo der Sandstein sich auf das Grundgebirge auflegt; weiter nach Süden und Osten kommen immer jüngere Schichten zu Tage. So sind z. B. dort, wo der Main das Gebirge verlässt, in der Gegend südlich von Aschaffenburg bei Gross-Ostheim, Gross-Wallstadt die Schieferletten und Tigersandsteine des unteren Buntsandsteins aufgeschlossen, weiter stromauf die Pseudomorphosensandsteine; bei Obernburg, Wörth die feinkörnigen Sandsteine mit Lettenschichten und dann bei Miltenberg und weiter nach Wertheim zu die etwas gröber gekörnten. Der Hauptgeröllhorizont findet sich dagegen namentlich auf den Hochflächen zwischen Erbach und dem Katzenbuckel verbreitet.

Der Buntsandstein ist in Hessen und den benachbarten Landstrichen unter den natürlichen Bausteinen wohl der verbreitetste. Unter seinen Schichten wechseln härtere und weichere mehrfach mit einander ab je nach der Natur des Bindemittels. Wo dies rein kieselig ist und in reichlicher Menge vorhanden, da sind die Sandsteine sehr fest und wetterbeständig. Dies gilt besonders von dem Hauptgeröllhorizont, ferner auch von einem grossen Teil der „Zwischenschichten" des oberen Buntsandsteins. Wo aber das Bindemittel tonig ist, da ist auch die Wetterbeständigkeit stark vermindert. In dieser Hinsicht spielt auch noch die Art der Schichtung eine wesentliche Rolle. Je weniger deutlich sie ist, d. h. je gleichmässiger das Material des Sandsteins, um so widerstandsfähiger ist er auch besonders gegen das Zerfrieren. Solche Sandsteine aber, die in vielfachem Wechsel von weissen und roten Schichten eine zierliche „Kreuzschichtung" erkennen lassen, und dieser lebhaften Färbung und Zeichnung wegen von den modernen Architekten besonders bevorzugt werden, sind wenig widerstandsfähig. Dies beweisen einerseits die direkten Versuche, welche an Materialprüfungsstationen vorgenommen worden sind, und die stets bei den Gefrierversuchen beträchtliche Abbröckelung ergaben, anderseits die Beobachtung älterer Bauwerke. So ist z. B. das von 1605 bis 1614 erbaute Aschaffenburger Schloss teils aus deutlich geschichtetem, teils aus anscheinend ungeschichtetem Sandstein erbaut, die oft in buntem Wechsel nebeneinander verwandt wurden. Die ungeschichteten Sandsteine sind noch heute im besten Zustande, während sich die anderen zum Teil so stark aufgeblättert haben, dass sie in den letzten Jahren zum grossen Teil ersetzt werden mussten. Solche Bauwerke, die wie der Himbächelviadukt der Odenwaldbahn bei Hetzbach aus Hauptgeröllsandstein erbaut sind, dürften sich wohl als fast unveränderlich in allen Unbilden der Witterung erweisen.

Allerdings schliessen hier die Härte des Materials und die dadurch bedingten höheren Arbeitslöhne die Konkurrenz desselben mit weicheren und deshalb weit billiger lieferbaren tonigen Sandsteinen aus.

Aeusserlich kann man die kieseligen Sandsteine von den tonigen leicht daran unterscheiden, dass bei ersteren, wenn man ein Stück hin und herdreht, zahlreiche kleine Lichtpunkte aufblitzen, die von Kristallflächen des quarzigen Bindemittels herrühren. Dieses scheidet sich nämlich so um die Quarzkörnchen des Sandsteines aus, dass es sie zu der bei ihrer Abrollung verloren gegangenen Kristallform wieder zu ergänzen sucht.

Von den Schichten des Buntsandsteins kommen die unteren für die Steinindustrie kaum in Frage. Die Schieferletten sind nur zur Backsteinfabrikation an vereinzelten Stellen abgebaut worden und der Bruchbetrieb im Tigersandstein (z. B. am Heidelberg bei Oberkainsbach, bei Hartenrod unweit Waldmichelbach usw.) ist wegen zu geringer Wetterbeständigkeit dieser besonders stark gebänderten Schichten wieder aufgegeben worden.

Die Pseudomorphosensandsteine werden dagegen noch an zahlreichen Stellen abgebaut. Ihr Name rührt davon her, dass in diesem Sandstein sich ursprünglich zahlreiche sanderfüllte Kristalle (Skalenoeder) von eisenhaltigem Kalkspat gebildet hatten, die im Laufe der Zeiten durch Wasser herausgelöst wurden, so dass nun an Stelle des Kristalles nur ein durch etwas Eisenoxyd locker verkitteter Sand, ein „Scheinkristall“ oder eine „Pseudomorphose“, zurückgeblieben ist. Diese wittern später an der Oberfläche der Werkstücke leicht heraus und es entstehen die „Sandlöcher“, von denen manche noch die frühere Kristallform im Abdruck erkennen lassen. Auf frisch bearbeiteten Werkstücken erscheinen diese Pseudomorphosen als gelbbraune längliche Flecke, die manchmal über zentimeterlang werden.

Als „Lebern“ bezeichnen die Steinbrecher Gerölle von roten Schieferletten, die meist nur wenige Zentimeter gross, bisweilen auch mehrere Dezimeter im Durchmesser erreichen können und die sehr störend sich bemerkbar machen, wenn sie erst bei der feineren Bearbeitung der Oberfläche grösserer Werkstücke zu Tage treten. Diese Tongallen wittern sehr bald an der Oberfläche aus unter Hinterlassung von Löchern mit unregelmässigem Boden. Vielfach wird dann versucht, um den Verlust des ganzen Werkstückes zu vermeiden, das Loch mit einem Brei von Zement und zerriebenem Sandstein zu decken, der in der Farbe wohl mit der des umgebenden Gesteins in Uebereinstimmung gebracht werden kann, aber zumeist bald der Auswitterung unterliegt.

Das „Ecksche Konglomerat“, das die tiefsten Schichten des Pseudomorphosensandsteins bildet, ist im Odenwalde meist nicht als eigentliches geröllreiches Konglomerat ausgebildet, wie weiter südlich, sondern wird nur durch meist vereinzelte weisse Kiesel angedeutet, die zum allergrössten Teil bloss etwa zentimetergross sind.

In den Pseudomorphosenschichten kommen sowohl kieselige als tonige vor in anscheinend gesetzloser Verteilung. In diesen Schichten stehen zahlreiche Brüche des Neckartales zwischen Heidelberg und Eberbach, ferner Brüche bei „Frau Nauses“, südlich von Wiebelsbach, bei Höchst an der Mümling, bei Waldmichelbach, Affolterbach usw.

Die auf diese folgenden, vorwiegend feinkörnigen, häufig mit Lettenbänken wechsellagernden Schichten sind oft zierlich gebändert und lebhaft gefärbt, wie die zwischen Obernburg und Wörth im Maintal, bei Erbach, bei Grasellenbach u. a. Sie sind meist ziemlich weich und leicht zu bearbeiten.

In der nächsthöheren Schichtengruppe, in der sich häufig Lagen mit gröberem Korn vorfinden (die aber auch feinkörnige und lettige Schichten enthält), kommen wie im Pseudomorphosensandstein sowohl kieselige als

tonige Schichten vor. Die Steinbrüche von Miltenberg und Umgegend gehören hierher, ferner solche bei Beerfelden, und in höherer Lage bei Eberbach. (Abb. 8, Steinbruch auf der Hohen Warte bei Eberbach.)

Der Hauptgeröllhorizont wird seiner Härte wegen von Brüchen gemieden und auch in den Zwischenschichten des oberen Buntsandsteins, die sich übrigens gewöhnlich durch eine ins Violett fallende Farbe gegenüber den anderen Sandsteinschichten auszeichnen, stehen nur wenige Betriebe, z. B. bei Hetzbach und Beerfelden.

Abb. 8 Sandsteinbruch auf der Hohen Warte bei Eberbach

Leider muss hervorgehoben werden, dass der Abbau des Buntsandsteins in den letzten Jahren infolge der Bevorzugung von Eisenbeton und dergl. in der modernen Architektur stark zurückgegangen ist, so dass viele Brüche aufgelassen werden mussten. Auch die neuerdings aufgekommene Verwendung von kieseligem Buntsandstein zu Säurebottichen u. dergl. für die chemische Industrie konnte die ungünstige Lage der Buntsandsteinindustrie nur lokal bessern.

Muschelkalk findet sich im nördlichen Odenwalde selbst nur in den Grabenbrüchen bei Michelstadt-Erbach und bei Eberbach; und zwar ist hier nur der unteren Wellenkalk vorhanden. Derselbe wird in geringem Masse bei Michelstadt zum Kalkbrennen gebrochen. In der östlichen Abdachung des Odenwaldes, dem „Bauland", ist Muschelkalk verbreitet.

Hier tritt auch die mittlere Abteilung des Muschelkalkes auf, die aus Dolomit, Ton und Anhydrit oder dessen Umwandlungsprodukt, dem Gips, besteht. Diese Abteilung enthält auch Salzlager, die z. B. bei Wimpfen durch Salinenbetrieb ausgenutzt werden. Der Gips des mittleren Muschelkalkes wird entweder in Tagebauen oder auf bergmännischem Wege gebrochen (Obrigheim am Neckar) und meist an Ort und Stelle gebrannt. Bei letztgenanntem Orte wird auch der untere Muschelkalk in grossen Brüchen für die Zementfabrikation ausgebeutet.

Der obere Muschelkalk oder Hauptmuschelkalk führt die neuerdings in der Architektur und auch zu Bildhauerarbeiten viel benutzten löcherigen Werksteinbänke, die am oberen Main stark abgebaut werden, in dem hier besprochenen Gebiet, aber zurzeit noch keine Verwendung gefunden haben.

Von Gesteinen des Tertiärs finden gegenwärtig nur in der Gegend von Offenbach die Kalksteine Verwendung in zwei Brüchen am Bieberer Berg, und zwar nur zum Brennen. Die Gewinnung derselben zur Zementfabrikation ist seit einer Reihe von Jahren aufgegeben worden. Der tertiäre Meeressandstein vom Essigkamm bei Heppenheim liefert in einem nur schwach betriebenem Bruche Mauersteine.

Die ebenfalls zur Tertiärzeit entstandenen Basalte und Trachyte treten im eigentlichen Odenwalde lediglich in der Form von Gängen und besonders von schlotartigen Massen auf. Die meisten dieser Vorkommen, die besonders im nördlichen Teil des Odenwaldes verbreitet sind, wurden früher abgebaut, allerdings meist nur zur Verwendung in der nächsten Umgebung des Fundortes. Jetzt sind alle diese Brüche und Schürfe bis auf drei stillgelegt.

Der bedeutendste von allen ist der Betrieb der Odenwälder Hartstein-Industrie am Rossberg, zirka 9 km nordöstlich von Darmstadt bei Rossdorf an der Nebenbahn Darmstadt—Grosszimmern. Der Basalt des Rossberges bildet die Ausfüllung eines Kanals von ungefähr kreisförmigem Querschnitt, mit etwa 500 m im Durchmesser. Es ist ein dichter Nephelinbasalt, der vor allem durch sein Freisein von „Sonnenbrand" vorteilhaft ausgezeichnet ist und deshalb auf einem grossen Teil der Landstrassen in der Provinz Starkenburg Verwendung als Strassenschotter findet. Auch Kopfsteine für Reihenpflaster und Steine für Kleinpflaster werden daselbst gewonnen. Die Brüche stehen durch eine fast 1 km lange Drahtseilbahn mit dem an der Eisenbahn gelegenen Brechwerk in Verbindung. Aus den Abfällen beim Zerkleinern des Materials und Zement werden Platten für Fusswege usw. hergestellt.

Kleinere Basaltbrüche sind am Otzberge bei Lengfeld im Betriebe. Dieser Basalt zeigt aber zum Teil starken Sonnenbrand.

Der Katzenbuckel bei Eberbach ist ein Basaltschlot, in dem sich auch eigenartige syenitische Nachschübe finden (Shonkinit und Nephelinporphyr). Letztere werden als Strassenschotter verwendet, während der eigentliche Basalt dort nur in einem kleinen Schurf gewonnen wird.

Im Norden von Starkenburg, nämlich zwischen Mühlheim bei Offenbach und Gross-Steinheim, tritt ein jüngeres basaltisches Gestein auf, ein „Trapp", bisher meist als „Anamesit" bezeichnet, der zu einer grösseren, noch weiter nach Norden reichenden Decke gehört und durch die Firmen Rousselle und Krebs hauptsächlich zu Pflastersteinen verarbeitet wird.

Kurz zu erwähnen sind endlich noch die Trachyte der Gegend zwischen Messel, Eppertshausen, Dietzenbach und Heusenstamm in den nördlichen Ausläufern des Odenwaldes. Dieselben haben früher in mehreren Brüchen im Abbau gestanden, deren einer am „Hohen Berg", südlich von Heusenstamm, den Schotter für die Nebenbahn von Bieber bei Offenbach nach Dietzenbach lieferte, sowie auch Pflastersteine und Mauersteine. Zurzeit ist aber nur noch ein Bruch westlich von Eppertshausen im Betriebe.

Bildungen der Tertiärzeit sind wahrscheinlich auch die Quarzgänge, die besonders in der Umgegend von Reichenbach als auffällige, steile Klippen im Landschaftsbilde hervortreten. Dieselben sind entstanden durch Verkieselung von Schwerspatgängen, wie solche in unverkieseltem Zustande an zahlreichen Orten des kristallinen Odenwaldes aufsetzen und lokal (Beerfelden) auch noch in den Buntsandstein eindringen. Die unverkieselten Schwerspatgänge wurden früher an zahlreichen Stellen teils im Tagebau, wie z. B. bei Schriesheim teils bergmännisch abgebaut und das aus dem geförderten Schwerspat in gewöhnlichen Wassermühlen hergestellte Mehl wohl hauptsächlich zur Verfälschung des Speisemehles benutzt. Das Nahrungsmittelgesetz unterband diese Industrie und die meisten Betriebe gingen ein. Gegenwärtig besteht nur noch ein Schwerspatwerk bei Klein-Umstadt. Der Schwerspat findet besonders in der Farbenindustrie (Permanentweiss, Lithopone) und der Papierindustrie (barytische Papiere zu photographischen Zwecken) Verwendung.

Die Klippen der verkieselten Schwerspatgänge, die wegen ihrer Widerstandskraft gegen die zersetzenden Atmosphärilien aus dem kristallinen Nebengestein bei der Abtragung der Verwitterungsprodukte heraustreten, zeigen deutliche Bänderung parallel zum Salband und sind oft feindrusig ausgebildet. Dieser Struktur und ihrer kieseligen Beschaffenheit wegen eignen sie sich zur Herstellung von Mühlsteinen, die z. B. an der Klippe des

Borsteins auf dem Südgehänge des Felsbergmassivs gebrochen werden. Auch zu Grabdenkmälern findet dieser Quarzit Verwendung, und zwar vorwiegend in roh behauenem Zustande, zum Teil aber auch in geschliffenen Platten.

Das Mainzer Becken.

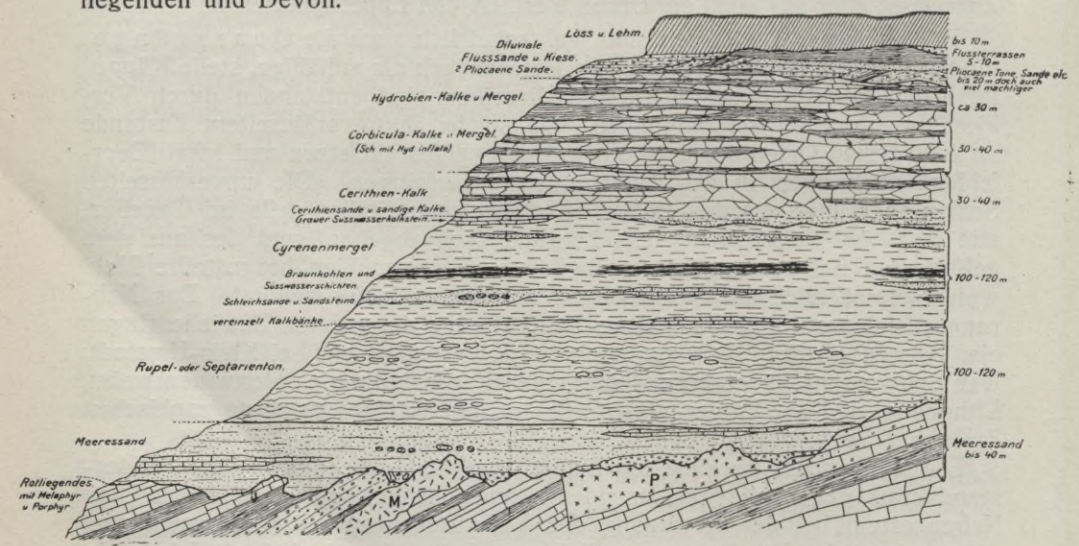
(Die Provinz Rheinhessen und das Taunusvorland.)

Von Bergrat Prof. Dr. A. Steuer in Darmstadt.

Unter dem Ausdruck „Tertiär des Mainzer Beckens" versteht man in der Geologie eine Folge von Schichten, deren Ablagerung in der Zeit des Obereocäns begann und sich bis in die Miocänzeit fortsetzte. Es sind im wesentlichen Meeres- und Brackwasserbildungen, doch kommen an der Basis und in den oberen Schichten auch Süsswasserablagerungen vor.

Unter Mainzer Becken im engeren Sinne versteht man die Tertiärschichten von dem angegebenen Alter in der weiteren Umgebung von Mainz, also in Rheinhessen, im südlichen und östlichen Taunusvorland und in der Wetter- und Mainaue, im weiteren Sinne zieht man dazu aber auch die gleichaltrigen Ablagerungen in der Rheinebene und an ihren Randgebirgen bis an die Schweizer Grenze, sowie die Reste von Meeressand u. a., die sich im Westen auf den Randgebirgen bei Waldböckelheim, Mandel usw. vorfinden, und die Reste von Brackwasserschichten, die im Osten am Vogelsberg bis in die Gegend von Elm vorkommen.

Im folgenden soll nur das Mainzer Becken im engeren Sinne und sein Randgebiet, soweit im Interesse der Steinindustrie abbauwürdige Ablagerungen in ihm vorkommen, behandelt werden. Die Anordnung des Stoffes ist so gewählt, dass zuerst die bauwürdigen Gesteine des Tertiärs und daran anschliessend im Ueberblick die Tone, Sande u. a. des Oberpliocäns und Diluviums behandelt werden. Den Schluss bildet die Besprechung der Steinbrüche im älteren, das Tertiär unterlagernden Gebirge, also im Rotliegenden und Devon.



Profil durch das Mainzer Becken von A. Steuer. 1911

Abb. 9

Das in Abb. 9 wiedergegebene Profil stellt einen schematischen Durchschnitt durch die Ablagerungen des Mainzer Beckens im engeren Sinne dar, wie er sich in Rheinhessen ergeben würde, wenn an einer Stelle alle Schichten übereinanderlägen. Die Stärke der einzelnen Abteilungen ist den wirklichen Mächtigkeiten entsprechend gezeichnet. Die erst in neuester Zeit in der Umgebung von Frankfurt und östlich davon erkannten miocänen Schichten über den Hydrobienschichten sind in diesem Profil nicht berücksichtigt, weil sie für die Steinindustrie kein Interesse haben.

Die Unterlage des Tertiärs bildet fast überall das Rotliegende, nur am Taunusrande und am Rochusberg erscheinen ältere Gesteine, die der Devonformation angehören. Als überlagerndes Gebirge treten jungtertiäre und diluviale Bildungen auf, namentlich Sande, Kiese und Tone, sowie Lehm und Löss.

In den tertiären Schichten kann man nach der charakteristischen petropraphischen Ausbildung von unten nach oben drei grosse Stufen unterscheiden*):

eine sandige Stufe, bestehend aus dem Meeressand;
eine mergelige Stufe, bestehend
- a) aus dem Rupelton oder Septarienton,
- b) aus dem Cyrenenmergel;

eine kalkig-mergelige Stufe, bestehend
- a) aus dem Cerithienkalk,
- b) aus dem Corbiculakalk,
- c) aus den Hydrobienschichten,
- d) aus den oberen Süsswassermergeln (die im Profil nicht mehr angegeben sind).

Der Meeressand ist eine Strandbildung des alten Tertiärmeeres und ist hauptsächlich an den Rändern des Beckens über Tage zu sehen. Er wird 30 bis 40 m mächtig. Am meisten verbreitet ist er im südwestlichen Rheinhessen, und da bei Alzey, Wöllstein, Siefersheim, Flonheim, Weinheim, Kreuznach gut aufgeschlossen; er tritt aber auch bei Heppenheim an der Bergstrasse und Vilbel in Oberhessen auf. Namentlich bei Weinheim und Wöllstein werden diese Sande und Kiese in grossen Gruben abgebaut.

Bei Weinheim steht fein- bis mittelkörniger, sehr versteinerungsreicher Quarzsand an, der teils in kleinen Terrassen, teils im Sturzbetrieb gewonnen und als Mauersand, für Wegbestreuung usw. verwendet wird. In gewissen Lagen ist indessen der Sand durch Kalk verkittet, und zwar sehr dicht, so dass das Gestein sehr hart ist; es zeigt innen die charakteristische blaue Farbe, die man an vielen dichten Kalksteinen beobachtet. Diese Kalksteine treten lagenweise in grossen Knollen auf, schliessen sich aber auch zu Bänken zusammen. Sie spalten sehr gut und werden zu Reihenpflastersteinen verarbeitet, die allerdings nur in nächster Umgebung abgesetzt werden.

Etwas anders ist die Ausbildung dieser Ablagerung bei Wöllstein. Hier bildet Quarzporphyr die Unterlage, der in grossen runden Höckern, die durch die einstige Brandung geglättet sind, im Tiefsten der Gruben herauskommt. Die unteren Lagen des Meeressandes sind hier stark mit Porphyrkiesen durchsetzt, erst in höherem Niveau reichern sich die Quarzsande an.

*) Vergleiche: Kurze Beschreibung des Tertiärs im Mainzer Becken und Führer für vier Exkursionstage von A. Steuer. Notizblatt d. Ver. f Erdkunde und der Geologischen Landes-Anstalt. Darmstadt IV, 31. Heft 1910. (Auch für sich im Buchhandel.)

Ein eigenartiges Vorkommen, das von Rudolf Delkeskamp beschrieben worden ist, findet sich in der Gegend von Kreuznach. Hier sind die ziemlich feinkörnigen Meeressande an manchen Stellen durch Schwerspat zu metermächtigen Bänken verkittet, die zeitweise auch abgebaut werden. Bauwürdige Sandsteine vom Alter des Meeressandes stehen bei Heppenheim an der Bergstrasse am Essigkamm an. Sie sind durch Steinbrüche aufgeschlossen, es werden aber zurzeit nur hier und da Bausteine gebrochen. Bei Vilbel sind die Sandsteine durch eisenschüssiges Bindemittel verkittet, werden aber nicht mehr gewonnen.

Der Rupelton oder Septarienton ist ebenfalls eine marine Ablagerung. Er ist petrographisch sehr gleichmässig entwickelt als ein blaugrauer, zäher Mergel, in dem in gewissen Lagen kleine oder grosse Kalkknollen (Septarien) vorkommen, die sich manchmal auch lagenweise anhäufen. Er wird über 100 m mächtig. Seiner Zusammensetzung nach ist es kein „Ton", wie der Name fälschlich sagt, sondern ein Mergel, der etwa 8 bis 12 % kohlensauren Kalk enthält. Bei einer älteren Analyse eines Rupeltones aus der Mainniederung wurde gefunden:

Kieselsäure SiO_2	54,254 %
Tonerde Al_2O_3	16,620 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	5,880 %
Kalk CaO	5,428 %
Kali K_2O	3,006 %
Natron Na_2O	1,971 %
Gebundenes Wasser	9,100 %
Kohlensäure	3,631 %
Summa	99,890 %

Dem Mergel ist immer Quarzsand beigemengt, dessen Menge schwankt. Er ist in der Regel ausserordentlich feinkörnig, staubförmig, wobei die Körnchen meist scharfkantig sind. In manchen Lagen finden sich sehr viele Foraminiferen.

Der Rupelton wird zur Cementfabrikation verwendet, wobei er als Zuschlag zum Kalk zur Erhöhung des Gehaltes an Kieselsäure und Tonerde dient. Er wird zu diesem Zwecke in einigen grossen Gruben bei Flörsheim am Main und Bodenheim am Rhein abgebaut. Indessen ist der Abbau in den letzten Jahren merklich zurückgegangen, weil infolge der neuen Art der Herstellung des Cementes in Drehöfen wesentlich weniger Zuschläge gebraucht werden.

Im allgemeinen neigt das Material im Anstehenden nicht zum Rutschen, wenn nicht besondere Verhältnise vorliegen, so die Nähe einer Verwerfung, an der der Mergel verquetscht ist und wo stärkere Wasserzirkulation stattfinden kann, oder wo bei der Lagerung am Abhang die Schichten vom Berge fortfallen und darum leichter zum Abgleiten kommen. Die Gewinnung findet darum gewöhnlich durch Abarbeiten von der Hand mit der Tonhacke in Terrassen statt.

Einer besonderen Art der Gewinnung bedient man sich in der Tongrube der Albrechtschen Ziegelei bei Bodenheim am Rhein, in der zum Teil Rupelton gebaut wird. Man hat auch hier den Bau terrassenförmig angelegt, sprengt aber den zähen Mergel mit Hilfe eines Sicherheitssprengstoffes und elektrischer Zündung von der Böschung weg, wobei jeder Schuss eine

kesselartige Vertiefung reisst und mehrere Kubikmeter Mergel auswirft oder lockert, die dann leicht mit der Hacke hereingewonnen werden können.

Der Cyrenenmergel — nach Cyrena, einer Muschel, die im Brackwasser lebt, benannt — ist ein bläulichgrauer oder gelblichgrauer bis gelber Mergel, der etwa bis 120 m mächtig wird. Er ist wesentlich kalkreicher als der Rupelton, wie beistehende Analyse von Dr. Bischof-Wiesbaden einer Mischprobe, die über dem Braunkohlenhorizont entnommen wurde, zeigt.

Kieselsäure SiO_2, chemisch gebunden	20,71 %
„ „ mechanisch als Sand beigemischt	21,67 %
Tonerde Al_2O_3	13,79 %
Eisenoxyd Fe_2O_3	4,47 %
Kalk CaO	15,62 %
Magnesia MgO	3,25 %
K^2O und Na^2O (als Kali berechnet)	3,65 %
S teilweise als Schwefelsäure vorhanden	0,98 %
Glühverlust (Kohlensäure und Wasser)	16,00 %
Summa	100,14 %

Der Gehalt an kohlensaurem Kalk kann über 30 % steigen. Das Material quillt stark auf, wenn es durchfeuchtet wird, infolgedessen kommen Rutschungen überall vor, wo es an Abhängen ansteht oder in Einschnitten durch Eisenbahnen oder Strassen angeschnitten wird. Auch in allen Gruben, wo Cyrenenmergel abgebaut wird, stehen die Wände nicht, sondern pflegen namentlich im Winter zusammenzurutschen, so dass ein geordneter böschungsmässiger Abbau fast niemals möglich ist. Nur wenn, wie bei Nierstein in der Schneiderschen Ziegelei, über dem Mergel mächtige deckende Diluvialschichten liegen, die die Durchfeuchtung der tieferen Schichten verhindern, halten sich die Steilwände auch im Mergel länger.

Die Stufe des Cyrenenmergels ist nicht so gleichmässig zusammengesetzt wie die des Rupeltones; vielmehr treten Einlagerungen auf. Solche sind die sogen. Schleichsande, ein sehr feinkörniges, toniges, immer etwas Wasser haltendes und zum Abfliessen geneigtes Material, das in verschiedenen Lagen, meist aber in der unteren Abteilung auftritt und dort bis zu mehreren Metern mächtig werden kann. Abfliessende Schleichsande, von denen aus ausserdem die unterlagernden Mergel durchfeuchtet werden, sind, wenn sie am Gehänge austreten können, in den meisten Fällen die Ursache für die grossen Rutschungen. Gelegentlich sind diese Sande durch Kalk fest verkittet und werden dann hie und da als Bruchsteine herausgeholt und verwendet. Im Westen in der Gegend von Alzey, bei Weinheim am Zeilstück u. a. kommen in den untersten Lagen gröbere, fossilreiche Sande und Kiese vor, die als Mauersand abgebaut werden. In dieser Gegend treten auch bauwürdige feste Kalkbänke auf, die am Groos bei Alzey-Heimersheim in kleineren Brüchen aufgeschlossen sind. Sie bestehen fast nur aus fest verkitteten Versteinerungen und nähern sich in ihrem Aussehen dem Mainmuschelkalk. Sie sind in neuerer Zeit wegen ihres schönen Aussehens für die Zwecke des Hochbaues gebrochen worden und würden wohl gern mehr verwendet werden, wenn das Vorkommen nicht so beschränkt wäre.

Die Einlagerung von Braunkohlen im Cyrenenmergel hat wegen ihrer geringen Mächtigkeit und des starken Schwefelkiesgehaltes technisch kein Interesse. Die grauen, gelblich- oder grünlichgrauen Mergel selbst werden an vielen Orten zur Backsteinfabrikation abgebaut, so bei Niederingelheim, Alzey, Niederolm, Nierstein u. a. O., wobei jedoch zur Magerung

immer eine Mischung mit Löss, Sand, bei Alzey auch mit sandigen Letten des Rotliegenden stattfindet. Bei Offenbach ist Cyrenenmergel auch als Zuschlag zum Cement verwendet worden.

Die Gruben bieten gewöhnlich kein gutes Aussehen, und der Abbau hat mit manchen Schwierigkeiten zu kämpfen weil, wie oben erwähnt, das Gestein bei Durchfeuchtung aufquillt und abgleitet und dann die Wände zusammenrutschen, so dass immer erst das abgerutschte und breit geflossene Material aufgeräumt werden muss. In nassen Jahren wird wohl überhaupt nur abgerutschter Mergel gegraben.

Die oberen Kalke und Mergel. Die kalkig-mergelige Stufe des Mainzer Beckens, die insgesamt 100 bis 120 m Mächtigkeit erreichen kann, wird in vier Abteilungen gegliedert, von denen jedoch die oberste, die „oberen Süsswassermergel", technisch keine Bedeutung besitzen. Sie sind erst in neuester Zeit geologisch richtig erkannt und von den unteren Schichten abgetrennt worden. Abgebaut werden sie nicht.

Dagegen geht in den darunterlagernden Schichten, in den Hydrobienschichten, den Corbiculakalken und -Mergeln und in den Cerithienkalken ein starker Abbau um, der weitaus der bedeutendste im ganzen Gebiet ist.

Die Teilung der kalkig-mergeligen Stufe in vier Unterabteilungen beruht auf der Verteilung der Versteinerungen in ihnen. Scharfe Grenzen nach dem Gesteinscharakter sind nicht vorhanden, es findet unmerklicher Uebergang statt. Man kann nur im allgemeinen feststellen, dass in den tieferen Schichten die festen Kalkbänke vorherrschen, während nach oben mehr und mehr mergelige Facies eintritt, ohne dass indessen die Kalkbänke ganz verschwinden. Im östlichen Teile des Mainzer Beckens, in der Gegend von Frankfurt und an den Rändern der Rheinebene (des Rieds) sind die Ablagerungen etwas anders entwickelt, indem sich auch in tieferem Niveau dunkel blaugrau gefärbte Mergel anreichern. Da das Tertiär in diesem Gebiet aber im Niveau ziemlich tief liegt und von mehr oder minder mächtigen Diluvialablagerungen bedeckt zu sein pflegt, so sind Aufschlüsse selten.

Ueber die Entstehung dieser Kalke und Mergel mögen einige Bemerkungen Platz finden. Mit dem Beginn des Cerithienkalkes drang, nachdem am Ende der Cyrenenmergelablagerung das Wasser stark brackisch geworden, stellenweise sogar ausgesüsst oder ganz ausgetrocknet war, von neuem Salzwasser vom Meere in das Mainzer Becken ein. Es muss also eine Senkung des Landes stattgefunden haben, die eine neuerliche Ueberflutung zur Folge hatte. Ein Teil des obersten Cyrenenmergels mag vorher abgetragen worden sein. Mit dem Wiedereintritt des Meeres setzten sich die neuen Schichten transgredierend, also mit übergreifender Lagerung, ab. Das ist namentlich an den Rändern des Beckens der Fall, und hier kommt es auch zu Strandbildungen, indem der Cerithienkalk mit sandig-kiesigen Ablagerungen beginnt und erst in den höheren Schichten in reine Kalke und Mergel übergeht.

Im Cerithienkalk treten neben eingeschwemmten Land- und Süsswasserschnecken (Landschneckenkalke von Hochheim) eine Anzahl echter mariner Muscheln und Schnecken auf. Diese sterben aber bald wieder aus, und in den überlagernden Corbiculakalken, die mit dem massenhaften Auftreten einer kleinen Schnecke, der Hydrobia inflata, beginnen und in den festen Bänken durch massenhaftes Vorkommen einer Brackwassermuschel, der Corbicula Faujasi, charakterisiert werden, fehlen die marinen Conchylien wieder fast ganz, es herrscht wieder Brackwasser. In den Hydrobienschichten, die wir mit Wenz mit dem massenhaften Eintreten der Melanopsis

Fritzei, einer Schneckenschale, beginnen wollen, macht die Aussüssung des Beckens dann weitere Fortschritte.

Wie ich schon sagte, sind nach der Gesteinsausbildung scharfe Grenzen zwischen den drei Abteilungen nicht vorhanden. So sind denn in den Steinbrüchen von Weisenau, Laubenheim, Nierstein, Oppenheim, in dem grossen Bruch der Cementfabrik am Bieberer Berge bei Offenbach Cerithienkalk und Corbiculakalk aufgeschlossen, während daselbst an der Tempelseemühle, sowie am Falkenberg bei Flörsheim nur Cerithienkalk ansteht. Die grossen Steinbrüche zwischen Budenheim und Mombach bei Mainz auf der linken Rheinseite und zwischen Mainz-Kastel und Wiesbaden bauen anderseits nur in den Hydrobienschichten.

Der älteste Abbau von Kalksteinen im Mainzer Becken hat wohl bei Oppenheim-Nierstein begonnen. Wahrscheinlich haben hier bereits in spätrömischer Zeit Steinbrüche bestanden. Sichere Nachweise haben wir aus dem Mittelalter, denn die herrlichen Bauwerke des Oppenheimer Domes, des Mainzer Domes und der Landskrone sind zum Teil aus den Kalksteinen hergestellt, die allerdings am Mainzer Dom rot angestrichen worden sind, um ihnen die Farbe des Buntsandsteins zu geben. Man erkennt an vielen Stellen, sowohl im Innern wie aussen und an den Türmen, dass gleichzeitig Sandstein und Kalkstein verwendet wurde, und zwar so, dass nebeneinander immer senkrechte Reihen im Gestein abwechseln.

Die Gewinnung von Bausteinen war bei Oppenheim lohnend, weil hier die Kalke in mächtigen Bänken anstehen, die das Brechen von grossen, leicht bearbeitbaren Blöcken trotz verhältnismässig grossen Abraumes gestatteten.

Das Gestein ist teils als Oolith oder Trümmerbreccie, teils als gross- oder kleinkörniges Kalkkonglomerat, teils als Sinterkalk oder dichter Kalk, dann aber auch wieder zellig entwickelt, bietet also grosse Mannigfaltigkeit. Die kleineren Stücke können zu Mörtelkalk gebrannt werden, der zum Teil auch hydraulische Eigenschaften besitzt. Die mächtigsten Bänke sind gerade da entwickelt, wo sich der Uebergang vom Cerithien- zum Corbiculakalk vollzieht.

In den letzten Jahrzehnten ist in den Oppenheimer und Niersteiner Brüchen nur noch sehr geringer Abbau umgegangen. Die Brüche machten bezüglich der Art des Betriebes einen schlechten Eindruck. Der Abraum war über den steilen Wänden nicht entfernt und einzelne überhängende und sich anscheinend allmählich loslösende Massen verursachten sogar ein gefahrvolles Aussehen. Es wurden in den geringen Betrieben nur noch gestürzte Massen aufgearbeitet oder vorlagernde Partien weggebrochen. In einem Bruche wurde auch in Stollen gearbeitet, aber wohl nur gelegentlich, um im Winter und bei schlechtem Wetter nicht unbeschäftigt zu sein. Die gewonnenen Steine sind zum Brennen verwandt, zumeist aber an Cementfabriken verkauft und auf dem Rhein verfrachtet worden.

Eine neue Zeit scheint indessen für die Steinbruchsindustrie hier anzubrechen, da die Brüche mit Hinterland von der Gute-Hoffnungshütte aufgekauft worden sind, die den Abbau im grossen wieder aufnehmen will.

Die Kalke und Mergel des Mainzer Beckens eignen sich nach ihrer chemischen Zusammensetzung vorzüglich für Cementfabrikation. Auch die festen Bänke bestehen nicht aus reinem kohlensauren Kalk, sondern enthalten einen in den verschiedenen Lagen etwas schwankenden Gehalt an Ton, also an wasserhaltigem Tonerdesilikat, das für die Bereitung des Cementes erforderlich ist. In den zwischengeschalteten Mergeln ist der Tongehalt höher, und man erzielt durch geeignete Mischung von Mergel und Kalk,

auf die schon beim Verladen des Materials in die Hunte im Steinbruch geachtet wird, dass die nach der Zerkleinerung zum Brand in den Ofen gelangende Masse den erforderlichen Gehalt an Kieselsäure besitzt, der im Bedarfsfalle noch durch Zusatz von Rupelton oder Cyrenenmergel ergänzt werden kann. Gehalt an Magnesia ist für die Cementfabrikation unerwünscht; solche fehlt in den Kalken und Mergeln des Mainzer Beckens entweder ganz oder ist nur in unschädlichen Mengen zu beobachten. Nur in einzelnen Lagen, die meist durch etwas abweichende Färbung gekennzeichnet sind und gelblich bis bräunlich aussehen, reichert sie sich an, diese müssen schon im Bruch ausgeworfen werden. Auch in der Nähe von Verwerfungen kommt in den Kalken Steigerung des Magnesiagehaltes vor.

Als für die Cementfabrikation unbrauchbar erweisen sich ferner gewisse Kalksteine, die in beträchtlicher Menge Quarzsand enthalten. Es ist oben bereits erwähnt worden, dass der Cerithienkalk an gewissen Stellen transgredierend abgelagert wurde und dass vom Strande her Sand und Gerölle eingeschlämmt worden sind. Diese Strandfacies findet sich besonders am Rande des Taunus, aber auch im Süden an den Rändern des Pfälzischen Berglandes, sie ist am charakteristischsten an der Basis des Cerithienkalkes zu beobachten, ist aber nicht auf diesen beschränkt, sondern reicht an gewissen Stellen bis hinauf in die Corbiculaschichten.

Solche Cerithiensande sind unter den oberen Kalksteinen und über dem Cyrenenmergel aufgeschlossen in der Mergelgrube der Cementfabrik Offenbach an der Tempelseemühle; ferner in einem kleinen Bruche über Heidesheim. An anderen Stellen sind sie durch Bohrungen nachgewiesen. In den unteren Bänken der verlassenen Steinbrüche der ehemaligen Cementfabrik Ingelheim bestimmte ich in festem Kalkstein den Sandgehalt zu 53 %, er war sehr feinkörnig. In den oberen Lagen nimmt die Menge stark ab und verliert sich hier in den Corbiculabänken ganz. Auch in den aufgelassenen Steinbrüchen zu beiden Seiten der Strasse von Hochheim nach Flörsheim am Main ist über dem Cyrenenmergel noch eine dünne Lage von Sand und darüber sandiger Kalk entwickelt. Dagegen habe ich in der Gegend von Oppenheim und im Innern Rheinhessens Quarzsand im Cerithienkalk nie beobachtet. Die diesbezüglichen Angaben in der Literatur beruhen auf Irrtum.

Reine Quarzsande, die ganz oder fast ganz die Stufe des Cerithienkalkes und auch noch die überlagernden Schichten vertreten, stellen sich dagegen in der nördlichen Wetterau ein. Sie werden bei Gross- und Kleinkarben und Münzenberg usw. abgebaut. In einem grossen Steinbruche zwischen den beiden ersteren Orten sind an der Basis über dem Cyrenenmergel etwa 6 m Sand zeitweilig aufgeschlossen, er wird zu oberst stellenweise etwas mergelig und darüber folgen sandige Kalke mit Geröllen und zu oberst versteinerungsreiche feinsandige Kalke in mehreren Bänken.

Noch mehr ist die sandige Ausbildung in der Gegend von Münzenberg und Rockenberg südlich von Giessen in Oberhessen entwickelt. Da stehen am Steinberg bei Münzenberg und nördlich von der Stadt Konglomerate und Sandsteine mit kieseligem Bindemittel an. Die Mächtigkeit dieser Schichten mag etwa 30 m betragen. Sie gliedern sich nach einer neueren Untersuchung von A. Plank (Dissertation, Giessen 1910) in 11,5 m Konglomerate, darunter 0,4 m plattige Sandsteine mit vielen Steinkernen der Corbicula Faujasi Desh., 1,75 m mürben Sandstein, 1 m geschichteten tonigen Sandstein, 0,7 m Sandstein, durchzogen von Wurzelröhren, und 9 m festen Sandstein. Unter letzterem scheinen aber nochmals Konglomerate zu lagern.

Die Gleichaltrigkeit dieser Schichten mit den Cerithienkalken im Süden ist durch die überlagernde, ebenfalls sandige Bank mit Corbicula sicher-

gestellt. Die darunter lagernden Sandsteine sind reich an Pflanzenabdrücken, unter denen auch Palmenwedel vorkommen.

Abgebaut und verwertet werden lediglich die Sandsteine unter der Corbiculaschicht, wobei die beiden eingeschalteten Lager weicheren Gesteins als Abraum entfernt werden. Diese Sandsteine sind sehr fest und dicht und besitzen quarzitisches Bindemittel. Die Schichten scheinen ein wenig aufgewölbt und sind stellenweise ziemlich stark zerklüftet.

Die überlagernden Konglomerate, die ziemlich grosse Quarzitgerölle und Milchquarze enthalten, werden nicht abgebaut.

Zwischen Münzenberg, Rockenberg und Griedel sind unverkittete Sande verbreitet, in denen sandige Schwerspatrosetten vorkommen. Die Aufschlüsse sind indessen ziemlich verrutscht und verfallen, da wohl nur gelegentlich Sand gegraben wird.

Endlich tritt bei Rockenberg und Griedel und noch weiterhin verfolgbar eine durch Brauneisen verkittete Sandsteinbank auf, der aber für technische Zwecke wenig Bedeutung zukommt.

Es muss an dieser Stelle noch eines anderen Vorkommens gedacht werden, das an verschiedenen Stellen der Gewinnung unterliegt. Das sind die sogenannten Knollensteine, feste Sandsteinquarzite, die bald in vereinzelten, gerundeten, unregelmässigen Formen, bald angereichert als Reste einstiger weitverbreiteter Sandbedeckung um den ganzen Vogelsberg herum verbreitet sind, die sich aber auch gelegentlich über eine etwas grössere Fläche als Quarzitbänke erhalten haben. Namentlich wo das letztere der Fall ist, so bei Rockenberg, werden sie abgebaut, weil sie fast ganz aus reiner Kieselsäure — bis zu 98 % — bestehen. Sie werden zur Herstellung von Dinassteinen verwendet. Auch bei Lollar, Daubringen, Trais im Lumbdatal kommen sie in bauwürdigen Massen vor. Die ausserordentlich festen Steine müssen angebohrt und gesprengt werden.

Sandige Schichten an der Basis des Cerithienkalkes kommen auch im Süden in der bayrischen Rheinpfalz am Ostrande des pfälzischen Gebirges vor. Dagegen ist, wie schon erwähnt, die Sandeinschwemmung über die Gegend von Heidesheim und Ingelheim hinaus in das eigentliche rheinhessische Gebiet nicht eingedrungen.

Eine Besonderheit bieten noch die Cerithienkalke und Corbiculakalke in der Umgebung von Westhofen und Gundersheim bei Worms. Hier treten die Mergeleinlagerungen fast ganz zurück, so dass dicke geschlossene Kalkbänke zur Entwicklung gekommen sind. Es sind sehr harte, fast kristalline Gesteine, in denen die Schichtung nahezu ganz verschwunden ist. Versteinerungen sind sehr selten, nur sogenannte Algenkalke kommen stellenweise vor, die aus übersinterten, feinen Algenfäden entstanden zu sein scheinen, ohne dass man noch organische Struktur erkennen könnte.

Diese harten Kalke sind in vielen älteren kleineren Steinbrüchen schon seit langem, meist in einer Art von Raubbau herausgeholt worden. Seit einigen Jahren hat sich indessen ein neuer Abbau in der nächsten Nähe von Gundersheim entwickelt, der in regelrechtem Betrieb die Gewinnung ausübt. Diese Kalksteine unterscheiden sich wesentlich von den im Norden des Beckens anstehenden, da der Tongehalt in ihnen fehlt; es ist fast reiner kohlensaurer Kalk, der in chemischen Fabriken Verwendung findet.

In den grossen Steinbrüchen im Norden der Cementfabriken in Weisenau, Amoeneburg, Offenbach, Budenheim, Oberkassel bei Bonn, Cöln usw. wird nur am Falkenberg bei Flörsheim am Main Cerithienkalk

allein abgebaut. Das Gestein ist dort, wie in den verlassenen Brüchen zu beiden Seiten der Strasse nach Hochheim sehr wechselvoll ausgebildet. Es ist wegen des zahlreichen Vorkommens von wohlerhaltenen Landschneckengehäusen in den Kalken, besonders aber in den weichen Mergeln, als Landschneckenkalk von Hochheim bekannt. Die Schichtung ist in dem grossen Steinbruche nicht immer deutlich ausgeprägt. Die Kalkbänke, bald dichte, unregelmässige Massen, bald plattige Bänke, dann wieder Sinterkalke und Algenkalke sind nicht in deutlichen Lagen angeordnet, sondern setzen fast regellos ein und gehen ebenso wieder in Mergel über.

In den anderen Brüchen in den unteren Kalken, wie bei Weisenau, Offenbach, Oppenheim-Nierstein, Ingelheim, werden noch überlagernde Corbiculakalke mit abgebaut, die im wesentlichen in der Gesteinsausbildung ähnlichen Charakter wie die Cerithienkalke besitzen. Im allgemeinen sind sie deutlicher geschichtet, die Wechsellagerung von Kalk und Mergel ist etwas regelmässiger, und die Menge des letzteren nimmt zu. Doch auch in dieser Stufe treten mehrere Meter mächtige geschlossene Bänke auf, die dann gewöhnlich die Corbiculamuschel in Menge enthalten. Sinterkalke, Algenkalke, Phryganeenkalke, welch letztere zahlreiche Röhren, die von einer Köcherfliege aus Kalkstückchen, Schneckenschalen und anderen Fremdkörpern gebaut wurden, enthalten, sind sehr verbreitet.

In der oberen Abteilung, in den Hydrobienschichten, finden sich lediglich in der Umgebung von Mainz und Wiesbaden grosse Steinbrüche. Diese Stufe ist hier am mächtigsten entwickelt. Sie erstreckt sich zwar auch noch weiter nach Osten, ist aber mit Ausnahme eines verlassenen Steinbruches am Karlshof bei Darmstadt, wo über Corbiculaschichten noch die unterste Abteilung der Hydrobienschichten angetroffen wurde, wohl nirgends mehr für die Zwecke der Steinindustrie ausgebeutet worden.

Die Hydrobienschichten bieten überall in den Aufschlüssen den Anblick einer wohlgeschichteten Ablagerung. Die Ausbildung in ihrem Verhältnis von Mergel zu festem Kalkstein ist an verschiedenen Stellen verschieden und kann auf kurze Entfernung hin wechseln. Im allgemeinen kann man sagen, dass die Menge des Mergels gegenüber den Corbiculaschichten noch vermehrt ist, namentlich ist das in den obersten Schichten der Fall, in denen mitunter mehrere Meter ganz mergelig ausgebildet sind oder nur dünne Kalkbänkchen einschliessen. Indessen schalten sich an manchen Stellen auch geschlossene Kalkbänke in den tieferen Lagen, seltener auch oben ein, wobei dann der Mergel zurücktritt.

Die Kalke sind meist ziemlich dicht oder erdig; zellige Kalke fehlen nicht, auch Sinterkalke kommen vor. Manche dicken Bänke sind so fest und dicht, dass sie mit muscheligem Bruch brechen.

Wie schon erwähnt, ist eine deutliche Grenze gegen die unterlagernden Corbiculaschichten im Gestein nicht zu bemerken. Man beginnt nach den neueren Arbeiten die obere Stufe mit den Bänken, in denen die Schalen der Schnecke Melanopsis Fritzei massenhaft auftreten und in denen Cerithien und Hydrobia inflata vollständig verschwunden sind.

Der Abbau der Kalke und Mergel im Mainzer Becken wird in den grossen Steinbrüchen nach verschiedener Art betrieben, und zwar vorherrschend im Strossenbau mit schräger Wand; in einzelnen Fällen, wie in Weisenau, aber auch im Sturzbetrieb.

Es gibt in Rheinhessen noch eine Menge kleiner Brüche, in denen nur gearbeitet wird, wenn gerade Steine zum Kalkbrennen oder Bruchsteine zum Mauern gebraucht werden. Häufig werden auch kleine Gruben nur zur Ge-

winnung der Bruchsteine für ein Bauwerk aufgemacht und nachher, wie sie gerade sind, wieder verlassen, selten verschüttet und wieder eingeebnet. Ein Teil dieser Steinbrüche wird als „landwirtschaftliche Betriebe“ bezeichnet, in denen Leute nur beschäftigt werden, wenn es gerade keine andere Arbeit gibt, meist also im Winter. Diese Arbeiter sind ungeübt, und es fehlt auch an sachlicher Leitung, infolgedessen wird in den Gruben letzterer Art der Abbau nicht nach den vorgeschriebenen, vom Bergbau entnommenen Regeln ausgeführt. Es ist vielfach nur Raubbau, der nimmt, was er gerade findet.

Ausser den älteren tertiären Ablagerungen kommen im Gebiete des Mainzer Beckens auch jungtertiäre Bildungen vor, die manchmal eine recht bedeutende Mächtigkeit erreichen. Sie werden ihrem geologischen Alter nach als Pliozän angesehen. Es sind kalkfreie Sande, Kiese und Tone. Sie sind besonders entwickelt am Taunusrande, in der Wetterau, in der Mainniederung und an deren Rändern, finden sich aber auch im östlichen Rheinhessen bei Westhofen, Pfeddersheim, Dexheim usw. Als älteste Pliozänablagerungen betrachtet man gewisse, mitunter ziemlich grobe Sande und Kiese, in denen auch eigenartige verkieselte Oolithgerölle (Kieseloolithe) vorkommen. Sie enthalten zahlreiche Säugetierknochen von Rhinozeros-, Pferde-, Hirsch-, Elefantenarten usw. Nach Dinotherium, einem grossen Rüsseltier mit nach unten gerichteten und rückwärts gekrümmten Stosszähnen im Unterkiefer, nennt man sie Dinotheriumsande. Aufschlüsse und Abbaue finden sich an vielen Stellen, namentlich im westlichen Rheinhessen, so bei Eppelsheim, Bermersheim, Esselborn, St. Johann, am Wissberg usw.

Dem Abbau unterliegen am stärksten die oberpliozänen Tone, die z. B. bei Hainstadt am Main in einer grossen Grube der Firma Holzmann in Frankfurt aufgeschlossen sind. Das bekannteste Vorkommen ist das von Klugenberg bei Miltenberg am Main in Bayern, von wo der Ton weithin verschickt, ja selbst nach dem Auslande exportiert wird.

Diese oberpliozänen Tone sind ganz sand- und kalkfrei und ungemein zart. Sie sind von weisser bis grauer, manchmal auch gelblicher Farbe und nur dann dunkler, wenn sie schon etwas verunreinigt sind. Dann enthalten sie zuweilen etwas Schwefelkies und organische Substanz, gewöhnlich auch in wechselnder Menge äusserst feinkörnigen Quarzstaub. Solche Pliozäntone werden zur Herstellung feuerfester Steine usw. verwendet. Kleinere Gruben, in denen der Ton nach Bedarf entnommen wird, finden sich an vielen Stellen. Wo er mit Quarzsand oder Kies gemischt ist, wird er durch Ausschlämmen gereinigt, so z. B. bei Monsheim.

Die sehr reinen, ton- und eisenfreien, feinkörnigen Quarzsande dieser Stufe werden in Rheinhessen an vielen Stellen gegraben. Die meisten Gruben finden sich bei Pfeddersheim, Monsheim, Mörstadt und Kreuznach im Süden und dann bei Dexheim südwestlich von Oppenheim. Auch die Kiese sind in kleinen Gruben hier und da aufgeschlossen. Viele weitere Gruben liegen am Taunusrande und in der Wetterau.

Im Diluvium der Rheinebene werden an manchen Stellen lockere Gesteine abgebaut. Die Niederung ist von verschiedenaltrigen Flussterrassen bedeckt, deren Grenzen vielfach durch Steilränder gekennzeichnet sind. An solchen finden sich Kies- und Sandgruben, von denen die meisten aber nur zeitweilig betrieben werden. Am Taunusrande bei Wiesbaden und weiter nach Osten liegen ältere Flussterrassen recht hoch. Hier ist der Abbau lebhafter. Am bekanntesten durch ihren Versteinerungsreichtum waren die Gruben von Mosbach bei Wiesbaden zu beiden Seiten der Strasse nach Biebrich. Diese sind jetzt leider aufgelassen.

In der tiefsten Niederung am Rhein lagert zuoberst etwa 2 bis 3 m mächtiger Flussschlick; er wird in einer Anzahl Gruben gewonnen und trotz seines Reichtums an Kalk zur Backsteinfabrikation, meist im Feldbrand, verwendet.

Die Unterlage des Tertiärs im Mainzer Becken bildet, wie oben schon erwähnt worden ist, das Rotliegende, am Taunusrande an manchen Stellen auch das Devon.

Das Rotliegende tritt in Rheinhessen in weiterer Verbreitung im Südosten im Kreise Alzey auf. Es taucht aber auch inmitten der Provinz bei Biebelnheim empor und steht nochmals in den Höhen zwischen Nackenheim, Nierstein und Schwabsburg, auf den Plateaus von Löss bedeckt, und in einem schmalen Zuge nordöstlich von Dexheim an, überall von Verwerfungen begrenzt. Die Formation setzt sich in diesen Gebieten im wesentlichen zusammen aus Schiefertonen, mehr oder minder sandigen Letten und Sandsteinen mit tonigem Bindemittel. Kalk ist nicht vorhanden. Zwischen diese Ablagerungen sind mächtige Eruptivgesteine eingeschaltet, und zwar Melaphyr und Quarzporphyr. Alle sind durch Abbau aufgeschlossen.

Die sandigen Letten oder stark tonigen Sandsteine werden zwischen Nackenheim und Nierstein abgebaut. Die festeren Lagen können als Bruchsteine verwendet werden, halten aber gegenüber der Verwitterung nicht gut Stand.

Die mürben und weichen Massen werden zerkleinert und in die Weinberge gefahren zur Verbesserung des Bodens, wo Löss oder schwere Mergel das Muttergestein bilden. Auch bei der Ziegelstein- oder Backsteinfabrikation werden solche sandige Letten als Zuschlag zu kalkreichem Mergel verwendet, um zu magern und Rotbrand der Steine zu erhalten.

Die Sandsteine des Rotliegenden in unserem Gebiete gehören den Lebacher Schichten an. In ihnen sind grosse Steinbrüche im Betrieb. Das Gestein ist von verschiedener Beschaffenheit. Es gibt Arkosesandsteine, die ziemlich weich sind und nur als Bruchsteine oder als Mauersteine geringerer Sorte in der nächsten Umgebung verwendet werden; auch konglomeratische Gesteine kommen vor. Demgegenüber lagern bei Flonheim, Weinheim, Bechenheim und anderen Orten verschieden gefärbte, violette, gelbliche und graue feinkörnige Sandsteine mit tonigem Bindemittel, die fest und gut wetterbeständig sind und sich namentlich auch für feinere ornamentale Bearbeitung eignen. Sie liefern darum ein sehr beliebtes Baumaterial, das weithin zum Versand gelangt.

In älterer Zeit betrieb die hessische Ludwigsbahn südlich über Flonheim grosse Steinbrüche, zu deren besseren Erschliessung die Eisenbahnstrecke von Armsheim nach Wendelsheim gebaut wurde. Sie sind später in Privatbesitz übergegangen und noch heute in lebhaftem Abbau.

Die hessische Ludwigsbahn bevorzugte in älterer Zeit die violetten Sandsteine, aus denen im ganzen Lande eine grosse Anzahl ihrer Stationsgebäude, Brücken, Arbeiterhäuser usw. hergestellt worden sind und den eigenartigen Geschmack der damaligen Bauleiter charakterisieren. Sie kommen heute wohl kaum noch zur Verwendung. Dagegen ist die Gewinnung der gelben und grauen, auch in hellen braunen, seltener rötlichen Tönen wechselnden, im Aussehen sehr warm und freundlich wirkenden Steine andauernd stark im Gange, und zwar sowohl in der Umgebung von Flonheim wie bei Weinheim an der Neumühle und einigen anderen Stellen. Die Bänke stehen mächtig, im wesentlichen ohne zwischengelagerte Letten an und sind auch durch Gebirgsdruck oder Ablösungsflächen nicht stark gegliedert, so dass die Gewinnung grosser Blöcke für alle Zwecke möglich ist. Nur

untergeordnet schalten sich linsenförmig oder in auskeilenden Lagen farbige Letten oder stärker tonige Bänke mit Kreuzschichtung ein, die nicht verwendet werden können.

Der Abbau geht als Strossenbau mit senkrechter Wand vor sich. Je nach der Mächtigkeit der Bänke sind die Stufen verschieden, ihre Höhe wechselt von 2 bis zu 6 m. Der Steinbruchsbetrieb auf diese Sandsteine des Rotliegenden ist nach dem Vorkommen und nach der Güte sicher noch steigerungsfähig, es steht aber der Nachteil weiten Transportes entgegen, da die Steine, mit Ausnahme der Flonheimer, noch längere Anfahrt nach der Bahn erfahren müssen. Kleinere Brüche haben sich wohl lediglich deshalb nicht halten können.

Die Melaphyre treten im Rotliegenden in grosser Verbreitung auf. An den Randgebirgen vom Mainzer Becken walten sie im Osten, also am Odenwaldrande, vor, während sie im Westen gegen Porphyre zurücktreten. Immerhin sind auch da eine Anzahl von Aufschlüssen zu finden, es sind aber überall nur kleinere, wenn nicht ganz verlassene Brüche.

Geologisch interessant ist ein Melaphyraufschluss in dem schmalen oben erwähnten Rotliegendvorkommen zwischen Nierstein und Dexheim. Es ist ein stark verwittertes Gestein, das wohl früher einmal als Bruchstein gebaut wurde. Etwas frischere Melaphyre stehen diesen gegenüber bei Schwabsburg an, werden aber zurzeit nicht abgebaut.

Eine grössere Anzahl Steinbrüche liegen bei Flonheim, Weinheim, Nack usw., in denen für die nächste Umgebung Material für den Strassenbau, namentlich Schotter gewonnen worden ist oder noch gebrochen wird. Auch Pflastersteine können hergestellt werden. Zur Entwicklung grösseren Abbaues kann es wohl schon darum nicht kommen, weil die Entfernungen nach den Eisenbahnen zu gross sind, Versand also mit Schwierigkeiten verbunden ist. Das dunkle, meist blauschwarze Gestein besteht aus Plagioklas und Augit und ist feinkörnig bis dicht. Wo es in frischem Zustande angebrochen ist und die Umsetzungsvorgänge noch nicht zu weit vorgeschritten sind, ist die Verwendung für technische Zwecke sehr wohl möglich.

Von grösserer Bedeutung ist der Quarzporphyr. Er ist in einer Anzahl kleinerer Steinbrüche in der Gegend von Wöllstein, Neubamberg, Freilaubersheim aufgeschlossen, in denen Eisenbahnschotter, Strassenschotter, auch Pflastersteine und Bruchsteine je nach Bedarf gewonnen werden. Vor allem aber baut in ihm der grosse, modern eingerichtete Steinbruch der Firma Fehr & Söhne bei Neubamberg, der auch Anschluss an die Eisenbahn Sprendlingen-Fürfeld besitzt. Hier werden alle Sorten von Pflastersteinen hergestellt und nach Bedarf auch Schotter und andere Steine. Das Gestein ist von rötlichbrauner Farbe und hat eine dichte Grundmasse, in der kleine Einsprenglinge von Quarz und Feldspat liegen. Es ist allenthalben frisch.

Als ältestes Gebirge tritt am Rande des Mainzer Beckens das Devon auf. Wir haben von diesem nur den Rochusberg bei Bingen zu erwähnen, an dem sich unterhalb der Rochuskapelle bei Kempten ein Steinbruch befindet, in dem sehr feste und reine Quarzite abgebaut werden.

Der Vogelsberg und seine Umgebung.

(Grossh. hessische Provinz Oberhessen und Teile der Königl. preussischen Provinz Hessen-Nassau.)

Von Bergrat Dr. W. Schottler, Grossh. Landesgeologen in Darmstadt.

Mit Abbildungen.

1. Topographischer Ueberblick.

Der Vogelsberg, der zum grössten Teil in der hessischen Provinz Oberhessen liegt, fällt schon auf jeder topographischen Karte unter den deutschen Mittelgebirgen durch seinen ausgesprochen zentralen Bau auf. Er bedeckt nach roher Schätzung eine Fläche von etwa 2500 qkm und erhebt sich auf dieser breiten Basis als flache, schildförmige Masse, die einen mittleren Böschungswinkel von nur 2 Grad aufweist. Am klarsten tritt diese Einheitlichkeit des Aufbaues vor Augen, wenn man seine Silhouette von der Wetterau, etwa von der Burg Friedberg aus, betrachtet. Man empfindet dann auch die Berechtigung der landesüblichen Bezeichnung „Vogelsberg" gegenüber dem in Norddeutschland und in manchen Büchern üblichen „Vogelsgebirge". Infolgedessen ist auch kein Kamm vorhanden, sondern eine Gipfelregion, ein ausgedehnter, flachwelliger Rücken von etwa 12 km Länge und 9 km Breite, der unbewohnt und dicht bewaldet ist und den Namen Oberwald führt. Hier liegen die höchsten Erhebungen, die nur wenig aus ihrer Umgebung emporragen, der Taufstein (772 m) mit dem ihm benachbarten Hoherodskopf (767 m), die Herchenhainer Höhe (732 m) und andere.

Ueber den Oberwald zieht die Wasserscheide zwischen Rhein und Weser; er ist zugleich der hydrographische Mittelpunkt für das ganze Gebiet, dessen Gewässer fast sämtlich von ihm ausgehen.

Sie verlaufen radial nach allen Richtungen und haben den Vogelsberg in lauter Rücken zerschnitten, deren Zahl mit zunehmender Entfernung vom Oberwald durch die sich einschiebenden kleineren Rinnsale immer grösser wird. Diese Rücken hängen bergwärts mit der geschlossenen Masse des Oberwaldes zusammen. Die Taleinschnitte zwischen den Rücken sind auf der Westseite viel tiefer als auf der Ostseite.

2. Verkehrsverhältnisse.

Der Vogelsberg liegt zwischen den beiden Hauptbahnlinien, die hier die Verbindung zwischen Nord- und Süddeutschland herstellen, nämlich Frankfurt-Giessen-Kassel und Frankfurt-Fulda-Bebra. Zwischen beiden Linien liegen drei Querverbindungen. Eine geht am Südwestrand des Vogelsberges her von Giessen nach Gelnhausen; eine andere verbindet Giessen, Alsfeld, Lauterbach und Fulda, schliesst also den nördlichen Teil auf. Eine dritte Linie geht quer durch die Wetterau und über den hohen Vogelsberg hinweg von Vilbel über Stockheim nach Lauterbach und Fulda.

Am besten ist dem Verkehr der westliche Vogelsberg und die Wetterau erschlossen. Hier liegen an der Hauptstrecke drei wichtige Knotenpunkte. An erster Stelle steht Giessen. Von hier läuft ausser den genannten Linien noch eine Nebenstrecke nach Londorf und Grünberg, die für die Abfuhr der Lungsteine (Basaltlaven) von Bedeutung ist. Eine Kleinbahn geht ferner von Giessen aus nach Westen als Stichbahn ins Biebertal und kommt der dortigen Kalksteinindustrie zugute. Da sie jedoch dem Bedürfnis nicht genügt, hat man ihren Ersatz durch eine normalspurige Bahn, die bis ins ehemalige hessische Hinterland gehen soll, ins Auge gefasst.

Wenn die Bestrebungen, die auf die Schiffbarmachung der Lahn bei Giessen gerichtet sind, Erfolg haben, werden diese Bahnen als Zubringer zur Wasserstrasse für die Steinindustrie eine noch grössere Bedeutung erlangen, als sie gegenwärtig schon haben.

Hier sei auch noch die Marburger Kreisbahn genannt, die von Marburg nach Dreihausen im Ebsdorfer Grund geht und für die dortigen Pflastersteinbrüche sehr wichtig ist. Ihre Verlängerung nach Mücke an der Linie Giessen-Fulda wird immer wieder geplant.

Ferner kommt Butzbach in Betracht. Von hier läuft eine Strecke in den Vogelsberg über Lich nach Grünberg, die für den Basalttransport wichtig ist; eine andere geht durch das Wettertal nach Nauheim; sie ist für die Sandgruben und Quarzitbrüche von Bedeutung; eine dritte läuft ins Schiefergebirge nach Oberkleen und kommt der dortigen Kalkindustrie zugute.

Der Verkehrsmittelpunkt für die Wetterau ist Friedberg. Von hier gehen Nebenlinien nach Hungen, Nidda, Hanau und Homburg v. d. Höhe aus. Die Bahn nach Hungen hat Anschluss nach dem Vogelsberg über Laubach nach Mücke an der Linie Giessen-Fulda. Die Verbindung Friedberg-Mücke kommt heute allerdings wesentlich nur für die Abfuhr der Braunkohlen der Wetterau und der Basalteisensteine des nördlichen Vogelsberges in Frage, könnte aber auch bei grösserem Unternehmungsgeist für eine Steinbruchsindustrie in der Gegend von Laubach wichtig werden.

Von Nidda aus geht ferner eine Stichbahn das Niddatal hinauf nach Schotten; an sie ist ein grösserer Betrieb angeschlossen.

In kurzem wird auch das Schlitzer Land mit seinem Buntsandstein und seinen Basaltdurchbrüchen Verbindung mit der Hauptlinie haben durch die neuen Bahnen Alsfeld-Niederaula und Schlitz-Niederaula, welch letztere die Linie Fulda-Salzschlirf-Schlitz fortsetzt.

Ferner ist noch zu erwähnen die Linie Kirchhain-Homburg a. d. Ohm-Burggemünden, die ein für Steingewinnung sehr günstiges Gebiet durchzieht.

Der östliche und auch der nördliche Vogelsberg ist durch Eisenbahnen bis jetzt noch nicht hinreichend aufgeschlossen. Ausser der oben genannten Querbahn ist nur die eine Strecke Wächtersbach-Birstein vorhanden.

Da die Strassen in dem ganzen besprochenen Gebiet, besonders aber im Vogelsberg, gut sind, so erwächst auch hieraus der Steinbruchsindustrie ein Vorteil.

Manche Bruchbesitzer sind auch schon dazu übergegangen, sich den Anschluss an die Bahn durch längere Drahtseilschwebebahnen zu verschaffen. Am günstigsten an den Verkehr angeschlossen sind die Basaltbrüche der Gegend von Hanau, wo man zum Teil unmittelbar ins Schiff verladen kann.

Da im Vogelsberg nicht viel andere Arbeitsgelegenheiten vorhanden sind, ist es im allgemeinen nicht schwer, geeignete Arbeiter aus dem einheimischen sehr kräftigen und zuverlässigen Menschenschlag zu gewinnen.

3. Geologischer Aufbau.

Die topographischen Eigentümlichkeiten des Vogelsberges sind bedingt durch seine geologische Geschichte. Er ist ein alter Vulkan, der wie viele andere in Deutschland in der Tertiärzeit tätig war, gegen Ende dieser Periode aber erlosch und seitdem durch Verwitterung und Abtragung stark erniedrigt worden ist.

Seine Zusammensetzung ist im Gegensatz zu unseren übrigen deutschen Vulkanruinen überaus eintönig; denn er besteht, abgesehen von zwei oder drei kleinen Phonolithvorkommen, nur aus Gesteinen der Basaltfamilie und stellt so die grösste zusammenhängende Basaltmasse

auf dem europäischen Festlande dar. Er bedeckt eine doppelt so grosse Fläche wie der Aetna, der auch ein Basaltvulkan ist, und wird an Ausdehnung nur von den Basaltdecken Islands und von einigen aussereuropäischen Basaltmassen übertroffen.

Ein Blick auf eine geologische Uebersichtskarte*) lässt sofort den Gegensatz erkennen, in dem der Vogelsberg zu seiner Umgebung steht.

Im Westen tritt ihm das rheinische Schiefergebirge gegenüber, das von ihm durch die Senke der Wetterau getrennt wird.

Mit diesem Namen bezeichnet man die Fortsetzung der oberrheinischen Tiefebene nördlich des Maines. Ihr Südende liegt zwischen Gelnhausen und Höchst; nach Norden verschmälert sie sich rasch und endigt bei Hungen und Butzbach. In ihrer Fortsetzung liegt der Ebsdorfer Grund bei Marbung der schon zur hessischen Senke gehört. Im Norden, Süden und Osten sitzt der Vogelsberg auf der ausgedehnten Hochfläche des Bunten Sandsteins auf, die aus Süddeutschland nach Mitteldeutschland herüberzieht.

Das rheinische Schiefergebirge gehört mit seinen Schichten dem Erdaltertum (Palaeozoikum) an. Den Hauptanteil an seinem Aufbau nehmen die Gesteine der Devonformation. In der Gegend von Giessen ist aber auch die Steinkohlenformation mit Ausnahme des obersten flözführenden Teils vorhanden.

Es wurde durch Faltung um die Mitte der Steinkohlenzeit aus dem Meere emporgehoben und hoch aufgestaut. In jener Zeit entstand auch durch einen tiefen Einbruch der Südostrand, der von Bingen bis Bad Nauheim zieht; auch der Ostrand hat sich damals jedenfalls schon mit ähnlichem Verlauf herausgebildet, wie wir ihn heute sehen.

Der Ostrand des Schiefergebirges, der uns hier allein interessiert, besteht aus Quarziten, Schiefern, Grauwacken und einer Reihe von Kalkschollen.

Der tiefe Einbruch, der sich am Südostrand des Schiefergebirges vorüber von der Saar bis zur Saale zog, wurde ebenfalls noch im Erdaltertum mit den Schichten des Rotliegenden ausgefüllt, die z. T. von jüngeren Ablagerungen verhüllt, von Vilbel aus quer durch die südöstliche Wetterau ziehen.

Dieses Rotliegende besteht vorwiegend aus verschiedenfarbigen Sandsteinen. Eruptivgesteine, wie Quarzporphyre und Melaphyre, die in den beiden südlichen Provinzen Hessens eine so grosse Rolle spielen, fehlen hier so gut wie ganz.

Gegen Ende des Erdaltertumes rückte das Zechsteinmeer von Osten her in unsere Gegend ein. Die Absätze dieses Meeres treten in der südöstlichen Wetterau im Hangenden des Rotliegenden als schmales Band unter der Buntsandsteinbedeckung hervor. Sie bestehen aus Konglomeraten, Schiefertonen und Dolomiten. Sie lassen sich vom Spessart her über Gelnhausen und Büdingen bis Selters an der Nidder verfolgen. Dort tauchen sie mit dem Buntsandstein, der sie bedeckt, unter die Laven des Vogelsberges unter.

Erst nördlich von Giessen, wo der Buntsandstein wieder zum Vorschein kommt und dicht an das Schiefergebirge herantritt, streicht unter ihm auch wieder der Zechstein aus und bildet einen schmalen Saum am Schiefergebirgsrand. Doch ist er hier ganz anders ausgebildet als im Süden; er erscheint als Schutt, der sich einst am Fusse des Gebirges abgesetzt hat, und als geröllreiche Strandbildung.

*) Blatt Frankfurt der geologischen Karte des Deutschen Reiches, 1 : 500 000, von R. Lepsius.

Ein grösseres Verbreitungsgebiet als Rotliegendes und Zechstein und eine sehr ansehnliche Mächtigkeit hat der Buntsandstein, der aus vorwiegend rot-, seltener weissgefärbten Sandsteinen, die ab und zu geröllführend sind, und untergeordnet auftretenden Schieferletten besteht.

Die Schichten des Buntsandsteins, mit denen das Erdmittelalter oder Mesozoikum beginnt, haben, ebenso wie die des Rotliegenden und des Zechsteins, im allgemeinen noch dieselbe wagerechte Lagerung, in der sie einst zum Absatz gelangt sind. Nur an einigen Orten sind sie durch tertiäre Einbrüche gestört.

Ueber dem bunten Sandstein folgt in anderen Gegenden noch eine ganze Reihe von Formationen, die hier durch Abtragung längst verschwunden sind.

Nur da, wo Einbrüche stattgefunden haben, sind Reste von ihnen in tiefer Lage zwischen Buntsandstein erhalten geblieben; so Muschelkalk und Keupersandsteine in dem geologischen Graben, der von Fulda bis Lauterbach sich erstreckt.

In der Tertiär- oder geologischen Neuzeit erhielt das Meer durch erneute Senkungen, die sich östlich vom Schiefergebirge in dem Gebiet geltend machten, wo heute die Wetterau liegt und der Vogelsberg sich erhebt, von neuem Zutritt, und es bestand hier während der Oligozänzeit eine Verbindung des Meeres, das das Mainzer Becken erfüllte, mit dem norddeutschen Meere.

Der Septarien-(Rupel-)ton und der Cyrenenmergel, die im eigentlichen Mainzer Becken eine so grosse Rolle spielen, sind hier zwar ebenfalls vorhanden, treten aber nirgends an die Oberfläche.

Die Cerithien- und Corbiculaschichten des Mainzer Beckens sind in der Wetterau an mehreren Stellen vertreten; doch sind sie nicht wie in Rheinhessen sowie bei Frankfurt und Offenbach kalkig oder mergelig entwickelt; sie bestehen hier vorwiegend aus Sanden und Geröllbänken. Der nördlichste Punkt, von dem man die Corbiculaschichten in dieser Ausbildung kennt, ist Münzenberg; dort sind sie verkieselt und bilden einen vortrefflichen quarzitischen Sandstein.

In der Miozänzeit war das Meer schon wieder verschwunden; an seine Stelle traten ausgedehnte Süsswasserbecken, in denen kalkfreie Tone und Sande sich absetzten. Diese Sande sind vielfach durch Kieselsäure, die später in sie eingedrungen ist, zu Knollensteinen und Quarzitbänken verkittet worden. Diese Schichten treten rings um den Vogelsberg unter den Basaltströmen hervor, die fast nie unmittelbar auf dem vortertiären Unterbau ruhen.

Die eruptive Tätigkeit, die zum Aufbau des Vogelsberges führte, setzte bereits ein, als die miozänen Süsswasserseen noch vorhanden waren; sie drängte sie allmählich zurück und türmte den gewaltigen Vulkan auf.

Der zusammenhängenden Basaltmasse des Vogelsberges sind in grosser Anzahl kleinere Basaltvorkommen vorgelagert. Manche von ihnen sind weit vorgeschobene Ströme, wie z. B. die meisten Basalte der südlichen Wetterau, die sich bis gegen den Main hinziehen, ja ihn sogar bei Hanau überschreiten. Die meisten aber, besonders jene, die sich mit ausgesprochener Kuppenform über die Umgebung erheben, sind als die Reste selbständiger Ausbruchspunkte, als die Ausfüllungen der in die Teufe niedersetzenden Kraterschächte kleiner Vulkane aufzufassen.

Zwischen den älteren Laven und Tuffen des Vogelsberges kommen da und dort Ablagerungen vor, die Ueberbleibsel des organischen Lebens jener Zeit sind. Hierher gehören in erster Linie die Braunkohlen, die bei

Salzhausen und am Hessenbrücker Hammer bei Laubach einst abgebaut wurden und auch an zahlreichen anderen Orten nachgewiesen sind. Ferner kommen Dysodil und Kieselgur vor, Gebilde, an deren Aufbau Kieselalgen (Diatomeen) beteiligt sind, die in Sümpfen auf den Basalten vegetierten. Der Dysodil ist eine blättrige, mit leuchtender Flamme brennende bituminöse Masse, die viel Kieselerde hinterlässt; es ist ein von Faulschlamm durchtränkter Diatomeenschiefer, während die Kieselgur eine Diatomeenerde mit geringeren Mengen organischer Substanz ist. Nur die Kieselgur wird an mehreren Stellen ausgebeutet, und zwar bei Altenschlierf, Homberg a. d. Ohm und Beuern bei Giessen. Neuerdings sind auch bei Alsfeld kleine Kieselgurbecken gefunden worden.

Bei Giessen findet sich ebenfalls zwischen Basalten zusammen mit etwas Braunkohle und durchsetzt von Faulschlammbändern ein schneeweisses Material, das als Garbenteicher Kreide schon lange bekannt ist, aber erst neuerdings in grösserem Massstabe abgebaut wird. Es ist ein wenig fester, zerreiblicher Süsswasserdolomit, der sich hier in einem Tümpel niedergeschlagen hat.

Die vulkanischen Gesteine des Vogelsberges haben unter dem Einfluss des noch warmen Klimas am Ende der Tertiärzeit, vielleicht auch unter Mitwirkung vulkanischer Dämpfe, an vielen Orten eine tiefgreifende Zersetzung erfahren. Dabei entstanden tonige Massen, die Eisenstein und Bauxit führen.

Die Senkungsvorgänge, die die Tertiärzeit einleiteten, dauerten auch nach dem Erlöschen des Vogelsberges noch an, besonders auf seiner Westseite. Hier hat sich in der Wetterau ein kleiner Spezialgraben gebildet, der heute von der Horloff durchflossen ist. In dieser Senke ist in der jüngeren Pliozänzeit ein ausgedehntes Lager von mulmiger Braunkohle, mit der zusammen auch Kieselgur vorkommt, entstanden, das an mehreren Stellen abgebaut wird.

Ueber das Schicksal des Vogelsberges in der diluvialen Eiszeit wissen wir wenig. Wenn wir auch, da Moränenwälle in den Tälern fehlen, nicht annehmen dürfen, dass er vergletschert war, so sprechen doch manche Anzeichen dafür, dass zur Zeit der jährlichen Schneeschmelze sich vom Oberwald gewaltige Muren herabwälzten. Als den Rückstand einer solchen darf man vielleicht das grosse Felsenmeer ansehen, das den Talboden des schwarzen Wassers bei Ilbeshausen (Hochwaldhausen) im östlichen Vogelsberg bedeckt. Doch wird dies Felsenmeer leider zum grössten Teile bald verschwinden, weil seine Blöcke zu Strassenschotter verarbeitet werden. So sehr uns die Hebung der Basaltindustrie des Vogelsberges am Herzen liegt, müssen wir es doch bedauern, dass gerade dieses Naturdenkmal um des Vorteils einer Gemeinde willen beseitigt wird, zumal bessere Gesteine in Unmengen vorhanden sind.

In der jüngeren Diluvialzeit wurde die Vulkanruine und ihre Umgebung von der Rhein- und Mainebene aus mit feinstem Quarzstaub, dem Löss, überschüttet. Er ist heute von den Höhen grösstenteils wieder weggewaschen, tritt aber am Fuss oft noch in grosser Verbreitung auf. So in der Gegend von Giessen und Laubach und besonders aber in der Wetterau, wo er den Untergrund auf grosse Strecken verhüllt und die Ursache der Fruchtbarkeit dieser Landschaft ist.*)

*) Genaueres über die Geologie der Gegend findet man in C. Chelius Geologischer Führer durch den Vogelsberg, Giessen (ohne Jahreszahl), W Schottler, Geologische Skizze des Vogelsberges im Führer durch das Grossherzogtum Hessen, herausgegeben von der geologischen Landesanstalt, Darmstadt 1911 und E. Kaiser und H. Meyer der Untergrund des Vogelberges mit einem Ueberblick über den Aufbau der vulkanischen Gesteine, Bonn 1913.

4. Beschreibung der nutzbaren Gesteine.

Die **gefalteten palaeozoischen Schichten des Schiefergebirges** streichen nordöstlich gerichtet auf die Wetterau zu und brechen dort quer ab. Der Taunuskamm besteht aus einem harten quarzitischen unterdevonischen Sandstein von grosser Mächtigkeit, dem sogenannten Taunusquarzit, der die höchsten Erhebungen bildet und sich bis Bad Nauheim erstreckt.

Er ist bei Ockstadt und Köppern in einer Reihe von Brüchen aufgeschlossen und findet Verwendung als Baustein; auch ist er wegen seiner Härte als haltbares Schottermaterial für die Strassen geschätzt.

Die mitteldevonischen Schiefer wurden früher am Hausberg bei Butzbach als Dachschiefer bergmännisch gewonnen, doch sind die Betriebe schon lange aufgelassen.

Die karbonischen Grauwacken sind am besten in den grossen Steinbrüchen an der Hardt westlich von Giessen aufgeschlossen. Frische Grauwacken, die sich etwa zu Pflastersteinen eignen würden, sind an der Oberfläche nicht vorhanden. Was über Tag ansteht, ist durch Eisenhydroxyd hell- oder dunkelbraun gefärbt; die Färbung ist oft ungleichmässig in Ringen oder Bändern verteilt. Die Veränderung, die das Gestein erlitten hat, ist nicht tiefgreifend; sie beschränkt sich auf die geschilderte Verfärbung. Es ist noch genügend widerstandsfähig und ist deshalb als Fundamentstein in Giessen sehr beliebt; an Sockeln und Umfassungsmauern wirkt es im Cyclopverband durch seinen Farbwechsel sehr schön.

Ferner ist noch der mitteldevonischen Massen- oder Stringocephalenkalk zu erwähnen. Er hat seinen Namen von einem Armfüssler, dem Stringocephalus, dessen Schalen ab und zu in ihm vorkommen. Er ist als Riffbildung nahe an der Meeresküste entstanden und hauptsächlich von Korallen aufgebaut. Deshalb fehlt ihm, wie auch seine Name andeutet, die Schichtung. Es ist kein reiner kohlensaurer Kalk, sondern ein mehr oder minder magnesiareicher Dolomit.

Die für die Steinbruchindustrie wichtigsten Vorkommen liegen bei Oberkleen unweit Butzbach, bei Gross- und Klein-Linden und im Biebertal bei Giessen. Die Scholle in der Lindener Mark bei Giessen trägt ein sehr ergiebiges Manganerzlager, das in einem ausgedehnten Tagbau gewonnen wird. Der Massenkalk dagegen wird hier nicht verwendet.

Die übrigen Vorkommen werden abgebaut. Ihr Kalk wird in mehreren grossen Ringöfen gebrannt. Er kommt, je nachdem der Magnesiagehalt niedrig oder hoch ist, als Fett- oder Magerkalk in den Handel und findet zur Mörtelbereitung, sowie als Düngemittel eine ausgedehnte Verwendung.

Manche und zwar namentlich die rötlichen Abänderungen des Biebertales geben geschnitten und poliert einen schönen Marmor, der indes wohl wegen der herrschenden Mode nicht so recht in Aufnahme gekommen ist.

Seit einigen Jahren wird aus dem Massenkalk von Oberkleen nach einem neuen Verfahren ein künstlicher Marmor in allen Farben hergestellt, der namentlich als Wandbelag Verwendung findet.

Das **Rotliegende** der Wetterau*) besteht in seiner unteren Abteilung, zu der die hier vertretenen Lebacher und Tholeyer Schichten gehören, aus weissen, graugelben oder rötlichen Sandsteinen, die oft neben dem Quarz ziemlich viel Feldspat enthalten und dann als Arkosen bezeichnet werden. Dazwischen sind Bänke von Schieferton und bei den Tholeyer Schichten auch Konglomerate eingelagert.

*) Man vergleiche dazu die Blätter Windecken und Hüttengesäss der geologischen Spezialkarte von Preussen, 1 : 25 000, von A. v. Reinach.

Steinbrüche befinden sich z. B. bei Altenstadt, Erbstadt, an der Naumburg bei Kaichen und bei Vilbel.

Das Oberrotliegende besitzt eine grössere oberflächliche Verbreitung. Es besteht aus roten Sandsteinen mit schwachen Konglomeratbänken und Schiefertonen. Steinbrüche werden bei Kilianstädten und Station Heldenbergen-Windecken betrieben.

Das Material ist im allgemeinen wenig widerstandsfähig, weshalb man dem bunten Sandstein (siehe dort!) den Vorzug gibt.

Die **Dolomite des Zechsteins** werden bei Haingründau, Bleichenbach und Grossendorf gebrochen; sie finden als Mörtel- und Düngekalk Verwendung.

Der **Buntsandstein***) liefert ein sehr geschätztes Baumaterial, das auch für ornamentale Behandlung sehr geeignet ist. Seine besonderen Vorzüge sind die Unvergänglichkeit seiner Farbe und die Wetterbeständigkeit. Auch den durch die Steinkohlenfeuerung in Städten hervorgerufenen ungünstigen Einflüssen hält er Stand; er wird weder von der schwefligen Säure angegriffen, noch schlägt sich der Russ auf ihm nieder. Neuerdings hat die Buntsandsteinindustrie allerdings schwer mit dem Wettbewerb anderer mehr in Mode stehender Gesteine, besonders auch mit den Kunststeinen, zu kämpfen. So ist in der Giessener Gegend der aus den Hochofenschlacken der benachbarten Eisenhütten hergestellte Schlackenstein fast ganz an seine Stelle getreten; dieser wird auf den Dörfern sehr gern verbaut, wirkt aber, da er unverputzt bleibt, nichts weniger als schön und ist auch wenig durchlässig für die Luft.

Zahlreiche alte Bauwerke in den Städten des Buntsandsteingebiets bezeugen besser als Worte die guten Eigenschaften dieses Materials; es sei erinnert an die Elisabethenkirche und das Schloss zu Marburg, die alten Befestigungen von Büdingen, die alten Bauten in Gelnhausen, die Kirche von Lauterbach usw.

Als Strassenbaumaterial ist der bunte Sandstein unbrauchbar, weil die Quarzkörner durch das Bindemittel nicht fest genug verkittet sind.

Seiner geologischen Stellung nach wird der Buntsandstein in eine untere, mittlere und obere Abteilung eingeteilt.

Der untere Buntsandstein beginnt bei Gelnhausen und Büdingen mit roten Schieferletten, die, weil sie leicht zerfallen, auch Bröckelschiefer genannt werden. Sie enthalten keinen Bausandstein und besitzen auch keine grosse Verbreitung.

In dem Buntsandsteingebiet nördlich von Giessen fehlen diese Bröckelschiefer. Der untere Buntsandstein beginnt dort mit einem feinkörnigen, geröllfreien, meist roten Sandstein mit tonigem Bindemittel, der nur da unbrauchbar wird, wo sich viel Glimmer auf den Schichtflächen einstellt und infolgedessen eine Ablösung in dünne Platten eintritt. Dieser Sandstein wird in einer Reihe von Brüchen zwischen Staufenberg und Marburg gewonnen.

Aus einem ganz ähnlichen Material besteht die obere Stufe des unteren Buntsandsteins bei Büdingen und Gelnhausen; auch dort bestehen grosse Brüche.

Im mittleren Buntsandstein kommen vielfach grobkörnige Sandsteine vor, deren höhere Horizonte Gerölle führen. An Stelle des

*) Man vergleiche die Blätter: Hüttengesäss von v. Reinach, Gelnhausen, von H. Bücking, der preuss. geol. Karte, 1 : 25 000 und Allendorf a. d La., von W. Schottler, der hessischen Karte, 1 : 25 000, für den Rest die alten Blätter des Mittelrhn., geologischen Vereins.

tonigen Bindemittels tritt oft ein kieseliges; dadurch, dass die Quarzkörner als Kristalle weiter gewachsen sind, haben sich glitzernde Kristallsandsteine gebildet. Es kommen in dieser Stufe weisse und rote Sandsteine vor.

Dieser Sandstein hat im nordöstlichen Vorland des Vogelsberges eine weite Verbreitung. Auch bei Treis an der Lumda nördlich von Giessen waren einst grosse Brüche im weissen geröllführenden Sandstein dieser Stufe im Betrieb, die vorzügliches Material geliefert haben, wie man an vielen Viadukten der Main-Weserbahn sieht. Sie sind leider längst aufgegeben. Das gleiche Material von Landenhausen wird im Osten des Vogelsberges viel verwendet.

Der mittlere Buntsandstein schliesst mit dem Chirotheriensandstein ab, der indes keine Bausteine liefert.

Auch der obere Buntsandstein oder der Röt hat wenig gute Werkbänke; ja die obere Abteilung des Röt ist sogar vorwiegend tonig.

Der **Muschelkalk** des LauterbacherGrabens wird an einigen Orten, so z. B. bei Maar, als Mörtel- und Düngekalk gewonnen.

Der **Keuper** dagegen hat bei uns keine nutzbaren Gesteine.

Das **Tertiär** hat weiss oder gelb gefärbte Sande, die zu Mörtel und beim Pflastern verwandt werden. Grosse Gruben in diesen Sanden befinden sich bei Rockenberg, Gambach und Giessen, aber auch in allen anderen Teilen des Gebietes werden sie gewonnen.

Manchmal sind sie zu Sandsteinen verkittet, die bei Homberg a. d. Ohm gewonnen werden. In alter Zeit hat man auch solche aus der Gegend von Friedberg benutzt. So ist die frühgotische Kirche dieser Stadt aus geröllführendem tertiären Sandstein erbaut, der in der Nähe vorkommt.

Wichtiger sind die Knollensteine; es sind seltsam gestaltete, mit Vertiefungen und Löchern versehene Gebilde, die dadurch entstanden sind, dass Kieselsäure den Sand lokal zu festem Quarzit (Feuerwacke der Bewohner) verkittet hat. Sie werden manchmal über kubikmetergross; auch sind zusammenhängende Bänke von 2 bis 3 m Mächtigkeit vorhanden, wie z. B. am Lollarer Kopf.

Durch Ausspülung des Sandes haben sie sich verschiedentlich zu Felsenmeeren angehäuft; als verstreute Findlinge liegen sie oft an Stellen, wo heute das Tertiär verschwunden ist. Sie werden seit einigen Jahren bei Rockenberg, Lollar, Daubringen, Mainzlar und Treis lebhaft abgebaut und finden, da sie aus fast reiner Kieselsäure bestehen, Verwendung zur Herstellung feuerfester Steine (Dinassteine). Bei Mainzlar steht eine Fabrik, die deren Herstellung betreibt.

Auf dem Steinberg bei Münzenberg liegen sehr grobe, durch Kieselsäure verkittete Konglomerate. Der unter ihnen liegende feinkörnige Corbiculasand ist zu einem buntgefärbten quarzitischen Sandstein geworden, der eifrig abgebaut wird und besonders zu Grenzsteinen bei den zahlreichen Feldbereinigungen der Gegend verwandt wird. Näheres findet man in dem Abschnitt über das Mainzer Becken.

Die Tone des Tertiärs sind häufig sehr rein und fast alle feuerfest. Sie haben die Veranlassung zu einer alten Töpfereiindustrie in Wieseck, Homberg a. d. Ohm und Lauterbach gegeben. Manche brennen fast weiss; sie werden bei Giessen in zwei grossen Blendsteinfabriken verarbeitet. Ein anderes grosses Werk liegt bei Lauterbach. Auch bei Treis a. d. Lumda liegen grosse noch nicht benutzte Lager.

Manche Tone, die an der Wellersburg bei Giessen vorkommen, sind sehr reich an Gelbeisen und finden als Farberde Verwendung.

Unter den **vulkanischen Massen,** die der **Vogelsberg** einst gefördert hat, sind solche, die aus den Ausbruchspalten und Kratern ausgeschleudert worden sind, und andere, die sich durch Erstarren des Schmelzflusses gebildet haben. Erstere haben die Tuffe geliefert, letztere die Laven oder Ergussgesteine.

Es gibt im Vogelberg nur **Basalttuffe.** Sie bestehen entweder aus feinsten vulkanischen Aschen, die auf die Erde oder ins Wasser niedergeregnet sind und mit der Länge der Zeit zu feinkörnigen, mässig festen Gesteinen von blutroter oder gelber Farbe geworden sind, den sogenannten Aschentuffen. Man trifft sie nur in dünnen Schichten zwischen den Ergüssen; die Mächtigkeit beträgt meist nur wenige Zentimeter. Eine etwas mächtigere Schicht hat man bei Wenings als Farberde eine Zeitlang gewonnen.

Die meisten Tuffe bestehen aus vulkanischem Sand, kleinen Lapillen und Bomben von verschiedenster Grösse; dazu kommen noch Brocken aus dem Untergrund. (Buntsandstein, Tertiärer Sandstein und Sand usw.) Diese Lapillituffe bilden Gesteine, die sehr bequem zu brechen sind und im bergfeuchten Zustand mit grösster Leichtigkeit bearbeitet werden können. Man hat sie deswegen früher sehr viel angewandt. In Laubach, Grünberg und an anderen Orten trifft man ältere Mauern, die aus solchen Quadern aufgeführt sind, ferner Fenstergewänder, Brunnentröge und Tränken. Die altertümliche Kirche von Schotten ist ebenfalls aus solchem Tuff erbaut. Heute wird dieses Material nicht mehr benutzt. Die alten Brüche sind verstürzt und verwachsen.

In der Nähe von ehemaligen, heute nicht mehr auffindbaren Ausbruchsstellen haben sich die ausgeworfenen Massen oft in grosser Mächtigkeit angehäuft.

Sie bestehen aus porösen Schlacken, die oft schaumig sind wie Bimsstein, Bomben und dergleichen. Solche Ablagerungen, die oft eine undeutliche Schichtung zeigen, heissen Schlackenagglomerate. Wenn sie verkittet sind, sei es dadurch, dass die warmen Schlacken sich verschweisst haben, oder dadurch, dass sich später irgend ein Bindemittel angesiedelt hat, so sind sie als Baustein gewinnbar.

Zurzeit besteht ein grösserer Betrieb, der prächtiges rotes Schlackenagglomerat abbaut, bei Michelnau, unweit Nidda. Frisch lässt es sich in bequemster Weise schneiden und mit dem Beil behauen. Man kann es an Gebäuden in Nidda und Salzhausen sehen; es hat auch schon den Weg nach auswärts gefunden.

Von den **Ergussgesteinen** des Vogelsberges kommt für die Gesteinsindustrie, abgesehen von dem Phonolith vom Häuser Hof bei Salzhausen, nur der **Basalt** in Frage. Mit diesem Namen bezeichnet man indes nicht etwa eine einzige Gesteinsart, sondern eine Gruppe, eine ganze grosse Familie von Gesteinen.

Die Glieder dieser Familie unterscheiden sich nach chemischer und mineralischer Zusammensetzung, nach Struktur und Korngrösse von einander, ja sogar die dunkle Farbe, die zum Begriff zu gehören scheint, ist nicht immer vorhanden.

Die moderne Petrographie hat diese Familie in eine ganze Reihe von Unterabteilungen und Arten gegliedert und hat sie mit neuen Namen belegt; man hat aber auch alte Namen verwandt und ihnen einen neuen Sinn untergelegt.

Die Technik aber ist vielfach ihre eigenen Wege gegangen und hat Namen geschaffen, von denen manche, wie Hart- und Weichbasalt die Verwendbarkeit andeuten, andere, wie Basaltlava, Lungstein gewisse

Struktureigentümlichkeiten hervorheben. Man trifft aber auch solche an, die direkt widersinnig sind, wie Sohlbasalt, Melaphyrbasalt und andere.

Die Vogelsberger Bevölkerung endlich unterscheidet die Basalte, die nicht Lungsteine sind, auch gern nach der Farbe, in schwarze und blaue.

Dadurch ist es vielfach dahin gekommen, dass sich Wissenschaft und Praxis nicht mehr verstehen.

Nach der älteren Einteilung versteht man unter Basalt die vollkommen dichten Gesteine, unter Dolorit diejenigen, deren Gemengteile mit blossem Auge bestimmt werden können, und unter Anamesit die zwischen beiden stehenden Gesteine.

Als man nach der Einführung des Mikroskops in die petrographische Wissenschaft und durch vermehrte chemische Untersuchungen die Vielgestaltigkeit des Basalts erkannt hatte, musste auch eine andere Einteilung gefunden werden, die in erster Linie auf der chemischen und mineralischen Zusammensetzung beruht.

Für die Praxis ist es natürlich unnötig, die Einzelheiten dieser Einteilung zu kennen, und es ist auch oft nicht angängig, den wissenschaftlichen Namen einer Basaltart in den Handel einzuführen. Es sind deren so viele, dass Verwirrung entstehen würde; manche sind auch wenig mundgerecht.

Die Grundzüge der Einteilung müssten aber auch in der Praxis bekannt sein, weil man aus der Stellung eines Gesteins im System auf manche seiner Eigenschaften schliessen kann, und weil sie auch den neueren geologischen Karten zugrunde liegt*).

Auf den alten Karten 1 : 50 000**) des mittelrheinischen geologischen Vereins, die vom ganzen Vogelsberg vorliegen, ist zwar ebenfalls schon eine Gliederung der Basalte versucht worden; da ihr aber dem damaligen Stand der Forschung entsprechend, keine mikroskopischen und nur wenig chemische Untersuchungen zugrunde lagen, traf diese Einteilung nicht immer das Richtige; deshalb kann auch die für ihre Zeit vortreffliche Karte den heutigen Anforderungen nicht mehr genügen.

Wir unterscheiden im Vogelsberg***) nach dem Kieselsäuregehalt und der mikroskopisch ermittelten mineralischen Zusammensetzung und Struktur Basalte i. e. S., oder basische Basalte, deren Kieselsäuregehalt zwischen 40 und 46 %, und Trappe, oder saure Basalte, deren Kieselsäuregehalt zwischen 48 und 53 % schwankt.

Zur Basaltgruppe gehören dichte Gesteine ohne deutliches Korn und körnige Basalte mit anamesitischem Korn, auch grobkörnige, doleritisch aussehende kommen hier und da vor.

Zur Trappgruppe gehören vorzugsweise körnige Gesteine von anamesitischem und doleritischem Korn, es finden sich aber auch in gar nicht geringer Verbreitung Gesteine, die eine ähnliche Struktur haben, wie echte Basalte i. e. S.

Die Struktur der Basalte wird ferner durch die Porosität stark beeinflusst.

Viele Trappströme sind in ihrer ganzen Ausdehnung von feinen Poren erfüllt; dazu kommen grössere Blasenräume, die oft unregelmässig verteilt sind, sehr gern aber auch in sogenannten Blasenzügen das

*) Man vergleiche hierzu die beiden ersten Blätter vom Vogelsberg, Giessen und Allendorf a. d. Lda., in 1 : 25 000, geologisch aufgenommen von W. Schottler, Darmstadt 1913, Staatsverlag.

**) Blätter Allendorf, Alsfeld, Büdingen, Friedberg, Giessen, Herbstein, Lauterbach, Schotten von Dieffenbach, Gutberlet, Ludwig, Tasche; zu haben bei der geologischen Landesanstalt in Darmstadt.

***) Genaueres hierüber findet man in W. Schottler, Die Basalte der Umgegend von Giessen. Abhandlungen der Grossh. hessischen, geologischen Landesanstalt, Band 4, H. 3, Darmstadt 1908.

Gestein von unten nach oben durchsetzen. Die Blasenzüge, die sehr verschiedene Gestalt und Grösse haben, verzweigen sich nach oben in mannigfacher Weise. Sie sind für einen Trapp, der von Londorf am längsten bekannt ist, geradezu charakteristisch. Man nennt dieses Gestein im Vogelsberg Lungstein, neuerdings auch gern Basaltlava, um damit anzudeuten, dass die Beschaffenheit und Verwendungsmöglichkeit eine ähnliche ist wie bei den niederrheinischen Basaltlaven. Dieser Trapp vom Londorfer Typus ist im Vogelsberg ziemlich weit verbreitet und wird an manchen Orten in grossen Brüchen gewonnen, so bei Londorf, Beuern, Reiskirchen, Queckborn usw., könnte aber noch in viel grösserem Umfang ausgenutzt werden.

Vermöge seiner Porosität liefert er einen gut durchlässigen Baustein, der sich auch zu feineren Ornamenten verarbeiten lässt und dadurch, dass er nicht eintönig schwarz ist, sondern graue, blaue, auch rötliche Tönungen hat, sehr angenehm wirkt. Auch die Blasenzüge erhöhen den Reiz. Den rheinischen Laven von Mayen und Niedermendig gegenüber hat er den Vorteil, dass er fast frei von fremden Einschlüssen ist. Er wird ausserdem zu Treppenstufen, Kantsteinen usw. verarbeitet. Auch zu Wasserbauten eignet er sich gut, wie die Kaimauern am Rhein zu Mainz zeigen, wo er neben den rheinischen Laven angewandt worden ist.

In anderen Fällen ist die Blasenbildung nur auf einzelne Teile der Ströme, in der Regel auf die Ober- und Unterfläche, aber auch auf grössere Zonen beschränkt, während das übrige kompakt ist. So liegen z. B. die Verhältnisse in den Brüchen des unteren Maintales unweit Hanau. Die porösen Partien finden die gleiche Verwendung wie das Gestein des Londorfer Typus; die kompakten werden vorzugsweise zu Pflastersteinen verarbeitet. Zahlreiche Trappvorkommen des Vogelsberges sind aber auch in ihrer ganzen Ausdehnung kompakt.

Solche von anamesitischem Korn werden z. B. bei Ortenberg und am Hohberg bei Homberg a. d. Ohm gebrochen; sie liefern ausgezeichnete Pflastersteine und guten Strassenschotter. Fast dichte Trappgesteine, die zu denselben Zwecken geeignet sind, kommen bei Giessen in grosser Ausdehnung vor, werden aber eben nur in kleinen Betrieben gewonnen.

Bei den Basalten i. e. S. überwiegen die blasenfreien Typen; doch kommen auch bei ihnen poröse Abänderungen vor. Die Blasenräume können vereinzelt im Gestein verteilt sein, sie können sich an den Ober- und Unterflächen der Ergüsse häufen und erfüllen in manchen Fällen auch den ganzen Strom, so dass das Gestein lungsteinartig wird. Niemals aber werden sie in der ganzen Masse so feinporig, wie der oben beschriebene echte Lungstein. Sie sind auch weniger häufig und finden nur lokal Verwendung.

Ein charakteristisches Vorkommen dieser Art liegt am Fusse des Nonnberges bei Reiskirchen.

Die meisten Gesteine dieser Gruppe sind kompakt. Solche mit anamesitischem Korn (körnige Basalte) kommen bei Giessen in mehreren grossen Decken vor und werden als geschätztes Pflaster- und Chaussierungsmaterial gewonnen.

Weitaus die meisten Gesteine dieser Gruppe, wie der Basalte überhaupt, haben eine dichte Grundmasse, aus der nur einzelne Olivinkörnchen oder Augitkriställchen sich abheben.

Hierher gehören die meisten Hartbasalte der Technik. Als Pflasterstein werden sie ziemlich rasch glatt, als Schotter dagegen sind sie vortrefflich. Die Werke, auf denen dieser Gesteinstypus gewonnen wird, sind so zahlreich, dass sie einzeln nicht aufgezählt werden können.

Die Nebenprodukte der Schotterwerke, der Basaltgrus und Basaltsand, sind im Vogelsberg und in seiner Umgebung leicht zu verwenden, da es an anderem Material zum Bekiesen der Wege, zum Einwalzen des Schotters und zur Bereitung von Beton und Mörtel fehlt.

Ab und zu werden auch die Säulen und Platten dieses Gesteins, wie die Natur sie liefert, verwendet; doch sind geeignete Vorkommen seltener als beispielsweise im Westerwald.

Die Verwendungsmöglichkeit eines Gesteins hängt ferner von der Art seiner Absonderung ab; die Absonderung aber ist bedingt durch die Lagerung des betreffenden Gesteinskörpers. Um die Abbaumethode richtig wählen zu können, um ferner bei Neuanlagen das zu erwerbende Gelände bestimmen zu können, ist es nötig, sich hierüber klar zu werden.

Unsere Basalte sind entweder als grosse Decken oder Ströme über das Land hinweggeflossen oder sie sind in den Kanälen, in denen sie aufstiegen, erstarrt.

Diese Kanäle sind im Querschnitt entweder rundlich, wenn sie durch vorausgehende Explosionen ausgeräumt worden sind, oder langgesteckt, wenn sie durch Aufreissen von Spalten entstanden sind. Im ersteren Falle spricht man von Schloten oder Stielen, im letzteren von Gängen.

Da im Vogelsberg die in vielfacher Abwechslung übereinander hinweggeflossenen Ergüsse den ganzen Untergrund verhüllen, sind diese alten Stiele und Gänge nicht zugänglich. Wir kennen infolgedessen im Innern des Gebirges deren nur wenige.

Als Stiele sind zu nennen der berühmte Bilstein bei Lauterbach, der Basalt, auf dem das alte Schloss vom Homberg a. d. Ohm steht; als Gänge der Gaulskopf bei Ortenberg, der Bilstein bei Busenborn im Oberwald, der Geiselstein im Oberwald, ferner sind an der Vogelsbergquerbahn mächtige Gänge bei Ober-Seemen und Hartmannshain aufgeschlossen.

Stiele sind ferner die meisten Basalte, die rings um den Vogelsberg als schöne Kuppen aus ihrer Umgebung emporragen.

Man nennt sie auch primäre Kuppen, zum Unterschied von den sekundären oder Erosionskuppen. Letztere sind durch Erosion aus den Lavaströmen und Decken entstanden. Das fliessende Wasser hat die Decken zunächst vielfach in schmale Rücken zerschnitten; die Rücken wurden manchmal durch das Fortschreiten der Erosion auch in ihrer Längenausdehnung so sehr beschränkt, dass nur kleine Kuppen übrig blieben. Während die primären Kuppen in der Tiefe wurzeln, ist das bei den sekundären nicht der Fall. Sie liegen sowohl im Vorland des Vogelsberges auf den Gesteinen seiner Unterlage, wie z. B. der Burgfelsen von Friedberg und der Tellerberg bei Münzenberg; sie sind aber auch im eigentlichen Vogelsberg recht häufig, wo dann ältere Ergüsse ihr Liegendes bilden.

Abb. 11 Schräge Säulen am Gaulskopf bei Ortenberg

Die Art der Absonderung hängt von der Form ab, die der Gesteinskörper bei seiner Erkaltung aus dem Schmelzfluss hatte.

Das Gestein einer primären Kuppe ist meist in lange und schmale Säulen zerspalten, die oft sehr regelmässig 5 bis 6flächig begrenzt sind. Meist stehen die mittleren senkrecht und die anderen sind gegen die Mitte geneigt; häufig sind sie auch gegen die Aussenfläche hin umgebogen. Doch ist die Absonderung nicht immer so regelmässig; sie kann namentlich durch Nachschübe, die sich anders abgesondert haben, gestört sein.

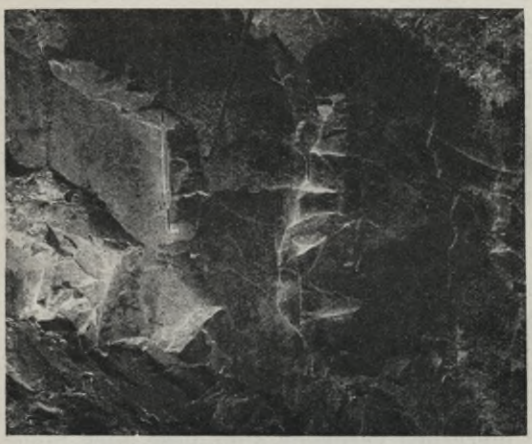


Abb. 12 Senkrechte Platten am Bahnhof Oberseemen

Gute Beispiele sind: die Amoeneburg, der Bilstein bei Lauterbach, der Calvarienberg bei Fulda, der Staufenberg bei Giessen, der Wildenstein bei Büdingen und zahlreiche andere.

Die primären Kuppen unserer Gegend bestehen fast ausnahmslos aus echten dichten bis feinkörnigen, porenfreien Basalten i. e. S., und zwar sind es entweder Feldspatbasalte (blaue Basalte) oder Glasbasalte (Limburgite, schwarze Basalte).

Auch bei den Gängen ist die säulenförmige Absonderung häufig. Da die Säulen senkrecht zu den Salbändern (Grenzflächen) stehen, von denen die Abkühlung ausgegangen ist, so liegen sie wagerecht, wenn der Gang senkrecht einfällt, sonst mehr oder weniger geneigt.

Beispiele findet man am Hangelstein bei Giessen und am Gaulskopf bei Ortenberg. Letzterer ist in Abb. 11 wiedergegeben.

Oft sind die Gänge auch plattig abgesondert; die Dicke der Platten hängt von der Mächtigkeit des Ganges ab; bei senkrecht in die Tiefe setzenden Gängen stehen sie ebenfalls senkrecht zur Erdoberfläche und meist senkrecht oder schräg zu den Salbändern.

Es seien nur genannt der Bilstein bei Busenborn und die mächtigen Gänge an der Vogelsbergquerbahn, von denen einer vom Bahnhof Oberseemen in Abb. 12 dargestellt ist.

Auch die Gänge bestehen meist aus echten Basalten wie die Kuppen; doch kennt man neben einigen kleineren auch einen grossen Trappgang, den obengenannten Gaulskopf bei Ortenberg.

Abb. 13 Wagerechte Platten, Loseberg bei Gedern

Stiele und Gänge treten aber den Ergüssen gegenüber vollständig zurück. Auch diese sind manchmal in Platten abgesondert, die der Ober- und Unterfläche des Stromes parallel, also meist wagerecht verlaufen, wie z. B. am Loseberg bei Gedern (siehe Abb. 13). Häufig aber konvergieren

die Grenzflächen der Platten und es entstehen Keile. Sehr häufig ist eine sehr unregelmässige Art der Absonderung, durch die polyedrische Klötze entstehen, die von geraden und krummen Flächen begrenzt sind.

Ferner ist die Absonderung in dicke regelmässige Prismen, sogenannte Pfeiler für Ströme sehr charakteristisch. Sie sind mehr oder minder deutlich quergegliedert. Als Beispiel (siehe Abb. 14) diene ein Steinbruch, der bei Dittesheim am Main in einer grossen Trappdecke angelegt ist.

Abb. 14 Pfeiler, Dittesheim a M.

Als Strom oder Decke kommen alle oben erwähnten Gesteine vor, und zwar wechseln Basalt- und Trappergüsse mehrfach mit einander ab.

Die Mächtigkeit der Ströme ist ausserordentlich verschieden; sie kann sogar in ein und demselben Strom rasch wechseln. Es gibt Ströme, die kaum ½ m dick sind, während andere auf zehn und mehr Meter anschwellen.

Wenig mächtig sind häufig die Trappergüsse vom Londorfer Typus. Sie treten aber gern in ganzen Systemen auf, so dass in einem Steinbruch oft vier bis fünf Ströme desselben Gesteins übereinander liegen, die von einander getrennt sind durch die meist rot gefärbten wulstigen Schlacken der Ober- und Unterflächen, manchmal auch durch Tuffschichten, den sogenannten Daug der Arbeiter. Als Beispiel hierzu diene der Kernberg bei Giessen (siehe Abb. 15).

Diese Verschlackung der Ströme an ihren Grenzflächen ist eine für die Steinbruchindustrie sehr beachtenswerte Erscheinung. Sie hängt mit der raschen Abkühlung zusammen, die ein fliessender Strom am kalten Gestein der Unterfläche und oberflächlich an der Luft erfährt. Doch zeigen viele Ströme gar keine Schlackenbildung, bei anderen sind die Oberschlacken durch die Abtragung entfernt, wieder andere aber zeigen die Verschlackung in ausgedehntem Masse.

Abb. 15 Trappströme, Kernberg b. Giessen

Die Schlacken sind natürlich unbrauchbar; sie sind manchmal auch in den Strom hineingebrochen und bilden sogenannte Dreckranzen, die die Regelmässigkeit der Absonderung stören und sehr hinderlich sein können; ja manchmal besteht ein grosser Teil des Stromes fast ganz aus Schlacken. Es ist schon vorgekommen, dass man bei Anlage eines Steinbruches das schönste Gestein in ansehnlicher Mächtigkeit vor sich hatte, und dass man beim Vordringen in den Berg fast alles verschlackt fand und den Betrieb einstellen musste.

Ausreichende, unter sachverständiger Leitung ausgeführte Voruntersuchungen zur Ermittlung der Lagerungsverhältnisse können in solchen Fällen häufig vor Schaden bewahren. Als Beispiel ist abgebildet (siehe Abb. 16) ein Strom mit schlackiger Unterfläche von Münster bis Lich.

Die Verwendbarkeit mancher Basalte wird durch die eigentümliche Erscheinung des **Sonnenbrandes** beeinträchtigt.

Abb. 16 Schlackige Unterfläche eines Stromes Münster bei Lich

Man versteht darunter eine Art Krankheitserscheinung, die einen überaus raschen Zerfall des ganz gesund aussehenden Gesteins bedingt und bei keinem anderen Gestein, selbst bei den den Basalten in der Zusammensetzung so nahe stehenden Melaphyren und Diabasen, bekannt ist.

Basalte, die mit dem Sonnenbrand behaftet sind, bedecken sich, sobald sie den atmosphärischen Einflüssen schutzlos preisgegeben sind, mit eigentümlichen rundlichen, weissen Flecken, deren Durchmesser bei den einzelnen Gesteinen verschieden ist und zwischen 1 und 5 mm schwankt. Sie treten bald dicht gedrängt, bald in ziemlich grossen Abständen auf*).

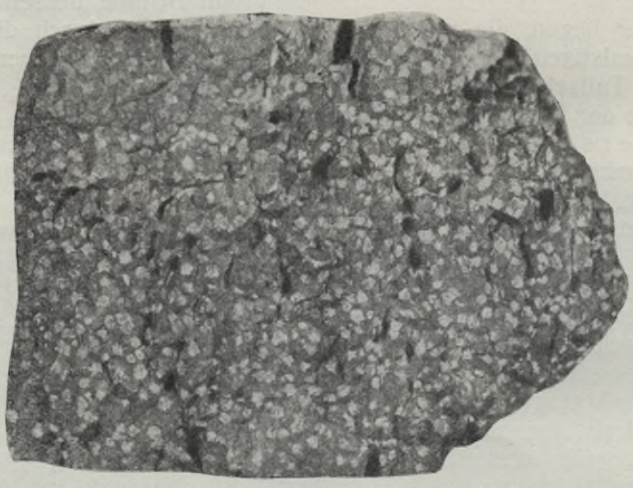


Abb. 17 Sonnenbrand in Basalt, Stockheim

Oft sind die Stücke ganz von ihnen bedeckt; manchmal aber treten sie nur in Gestalt von Haufen, Schlieren und Schnüren auf. Hand in Hand mit der Fleckenbildung geht das Auftreten zahlreicher sich schneidender

*) Man vergleiche hierzu die folgenden Aufsätze:
A. Leppla, Ueber den sogenannten Sonnenbrand der Basalte. Zeitschrift für praktische Geologie, 9. Jahrgang, Berlin 1911 S. 170–176. F. Tannhäuser, Die Verwitterungsursache der als Sonnenbrenner bezeichneten Basalte. Bautechn. Gesteinsuntersuchungen. Herausgegeben von Hirschwald, 1. Jahrgang 1910, Heft 1, S. 34 44. W. Schottler. Einiges über den Sonnenbrand der Basalte. Der Steinbruch, 6. Jahrgang, Berlin 1911, Heft 46, S. 572 573, Heft 47, S. 582—584, Heft 48, S. 595—597.

kapillarer Spältchen. Man vergleiche hierzu die beiden Abb. 17 und 18 von einem Sonnenbrenner von Stockheim bei Ortenberg. Ausser den Flecken sieht man auch, wie uneben der Bruch durch die zahlreichen Risse geworden ist.

Ist das Gestein eingepflastert, so beobachtet man oft, dass an Stelle der Flecken Hohlräume auftreten, die aussehen wie Dampfporen. Bald erweitern und vergrössern sich auch die Spältchen. Diese Vorgänge führen in der Deckschicht der Landstrassen rasch zum Zerfall des Schotters in kleine eckige Graupen.

Abb. 18 Sonnenbrand in Basalt, Stockheim

Die Erscheinung tritt nicht auf, wenn das Gestein in Cement oder Mörtel derart eingebettet ist, dass es für die Atmosphärilien unerreichbar ist. Der Prozess schreitet auch an der Aussenseite vom Mauerwerk nur langsam fort. Im Felde erkennt man Sonnenbrenner daran, dass die gerundeten Blöcke, die im Abhangschutt liegen, mit den oben erwähnten Vertiefungen bedeckt sind und beim Aufgraben des anstehenden Gesteins findet man, falls die Bedeckung wenig mächtig und durchlässig war, die Kluftflächen nahe der Oberfläche mit den weissen Flecken bedeckt. In der Tiefe dagegen ist nichts Verdächtiges zu sehen und doch ist dort wahrscheinlich dieselbe Anlage vorhanden, und die Krankheit wird sich zeigen, wenn das Gestein eine Zeitlang freigelegt ist.

Wenn auch der Sonnenbrand in seinen Ursachen und in seinem Verlauf noch keineswegs erforscht ist, so scheint doch alles darauf hinzudeuten, dass es sich um eine rasch verlaufende, chemische Verwitterung handelt, deren Wirkungen durch physikalische Einflüsse verstärkt werden.

Das folgt auch daraus, dass nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen nur gewisse Basaltarten dazu neigen. Bei den Trappgesteinen kommt er nie vor; auch bei den körnigen Basalten scheint er zu fehlen; die dichten Basalte dagegen sind recht häufig damit behaftet.

Diese Basaltarten sind aber chemisch verschieden. Oben ist gezeigt worden, dass die Trappe kieselsäurereicher sind als die echten Basalte; unter diesen haben aber wieder die körnigen etwas mehr Kieselsäure als die dichten.

Man glaubte wohl, dass der Nephelin, der in Trappgesteinen nie vorkommt, die Ursache des Sonnenbrandes sei. Da man aber sehr gute Nephelinbasalte kennt und im Vogelsberg der Sonnenbrand an vielen Basalten ge-

funden worden ist, die frei von Nephelin sind, kann man ein bestimmtes Mineral nicht dafür verantwortlich machen.

Man wird so zu der Vermutung gedrängt, dass der glasige Kristallisationsrückstand der Gesteine den Sonnenbrand verursacht. Diese Gesteinsgläser sind, wie chemisch-mikroskopische Untersuchungen ergeben haben, in der Tat verschieden zusammengesetzt, und gerade die dichten Basalte haben häufig ein leicht durch Salzsäure im Dünnschliff angreifbares, natronreiches Glas.

Wenn auch die Gesteine, in deren Dünnschliffen man dieses Glas nachweisen kann, als verdächtig zu behandeln sind, so kann man sie doch nicht auf dieses Merkmal allein hin als unbrauchbar ausscheiden.

Auch die Methoden, die von verschiedenen Seiten vorgeschlagen worden sind, um an frischem Material künstlich die charakteristischen Flecken oder die Haarrisse zu erzeugen, sind nicht zuverlässig. Zu diesen Versuchen schneidet man dünne Lamellen ab und poliert sie. Man hat diese Blättchen mehrfach erwärmt und abgekühlt, man hat sie mit Salzsäure, Natron- oder Kalilauge, Sodalösung und Ammoniumkarbonat behandelt. Da bald dieses, bald jenes Verfahren erfolgreich ist, darf man sich nicht mit einem Versuch begnügen; aber auch wenn Veränderung eintritt, muss man sich hüten, Flecken, die von Nephelin, Zeolithen oder Glasschlieren herrühren, für Sonnenbrandflecken zu halten. Die Laborationsmethoden zum Nachweis des Sonnenbrandes sind also noch unzuverlässig und könnten auch, wenn sie sicherer wären, die Ortsbesichtigung nicht ersetzen. Denn es ist durchaus nicht immer der Fall, dass der ganze Gesteinskörper zum Sonnenbrande neigt.

Es kommt vor, dass die Erscheinung nur an einzelnen Stellen eines Steinbruches auftritt, so dass es also bei genügend Sachkenntnis und Vorsicht oft nicht nötig ist, den ganzen Bruch aufzulassen.

Bei Prüfung von Steinbrüchen auf Sonnenbrand muss man besonders das länger liegende Material, die alten Halden und die Bruchwände sorgfältig nach Flecken und Rissen absuchen; bei geplanten Neuanlagen empfehlen sich kleine Schürfen an verschiedenen Stellen, deren Gestein längere Zeit (mindestens ein Jahr) beobachtet werden muss.

Von den zwischen den Basalten und Tuffen liegenden nicht vulkanischen Ablagerungen finden nur die Kieselgur und der Süsswasserdolomit Verwendung.

Die Stellen, an denen **Kieselgur** vorkommt, sind oben schon genannt worden. Das grösste und reinste Lager liegt bei Altenschlirf. Da diese ältere Kieselgur von Basalt bedeckt ist, sonstige leitende Merkmale nicht vorhanden sind und die Ablagerungen auch nicht gross sind, so ist es schwer, nach Kieselgur zu schürfen, obwohl sie sicher noch an manchen Stellen verborgen liegt. Ihre Auffindung ist meist vom Zufall abhängig; so wurde das Lager von Altenschlirf beim Bau einer Landstrasse in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts aufgefunden. Sie ist sehr rein und braucht nicht erst gebrannt zu werden. Sie wird an der Luft getrocknet, gemahlen und dann gesackt. Man verwendet sie in der Ultramarin- und Dynamitfabrikation, ferner zur Herstellung von Wärmeschutzmassen.

Der **Süsswasserdolomit** von Garbenteich wird seit einigen Jahren abgebaut. Anfangs ging der Betrieb unterirdisch auf Stollen; neuerdings ist man zum Tagbau übergegangen. Das Material scheint in ähnlicher Weise verwendbar zu sein wie das Neuburger Weiss; für die Gegend kommt es als Düngemittel besonders für saure Böden in Frage.

Der **Brauneisenstein** des Vogelsberges ist schon vor Jahrhunderten gewonnen und an Ort und Stelle verarbeitet worden, wie zahlreiche

alte Schlackenhalden beweisen. In den letzten Jahrzehnten hat der Eisenerzbergbau einen grossen Aufschwung genommen. Die grössten Betriebe liegen in der Gegend von Mücke und Hungen. Das Erz wird durch Waschen von den erdigen Beimengungen befreit und dann versandt.

Der **Bauxit** (ein kieselsäurearmes, tonerde- und eisenreiches Verwitterungsprodukt des Basaltes, das anderwärts als Rohstoff für die Aluminiumbereitung dient) findet dagegen bis jetzt noch nicht die Beachtung, die er verdient. Nur bei Stangenrod nahe Grünberg wird er noch regelmässig gewonnen. Bei Garbenteich liest man die Knollen von den Aeckern ab.

Man hat versucht, ihn auf schwefelsaure Tonerde zu verarbeiten, neuerdings hat man ihn auch geschmolzen zu sehr hartem kristallinen Korund.

Westfalen.

Von Geh. Bergrat Prof. Dr. K. Busz, Münster i. W.

Die Provinz Westfalen wird durch den ost-westlich verlaufenden Lippe-Fluss in zwei ihrer Grösse nach ungefähr gleiche, orographisch aber sehr verschiedene Teile geteilt.

Der nördliche Teil, der im wesentlichen von der sogenannten münsterischen Bucht eingenommen wird, ist ein Flachland mit nur wenigen und unbedeutenden Höhenzügen, abgesehen von dem durch das Teutoburger Waldgebirge bei Bielefeld abgetrennten, nach Nordosten sich in die Provinz Hannover hinein erstreckenden Teil des Regierungsbezirks Minden, der auf eine weite Erstreckung hin von dem Wesergebirge durchzogen wird.

Der südlich des Lippe-Flusses gelegene Teil Westfalens dagegen ist stark gebirgig. Hier folgen Haarstrang, die Gebirge des Sauerlandes, das Ebbe-, Lenne- und Homertgebirge, dann das Rothaargebirge, sowie der nördliche Teil des Westerwaldes aufeinander, die zu nicht unbedeutenden Höhen ansteigen und in dem „Kahlen Astenberg" bei Winterberg mit 830 m ihre höchste Erhebung erreichen.

Diese orographische Verschiedenheit steht naturgemäss in engem Zusammenhang mit dem geologischen Aufbau der Provinz. Der ganze nördliche Teil wird im wesentlichen eingenommen von den Schichten der Kreideformation, während die Gebirge des südlichen Teiles hauptsächlich von den Schichten des Devons und Karbons gebildet werden.

Aeltere sedimentäre Schichten als die des Devons kommen anscheinend nicht vor, und ebenso tritt das sogenannte Grundgebirge, die kristallinen Schiefer, nirgends an die Erdoberfläche.

Ausser den genannten drei Formationen, dem Devon, Karbon und der Kreide, finden wir ferner noch in den östlichen Teilen der Provinz in geringer Ausdehnung die Perm-Formation sowie in grösserer Mächtigkeit Trias und Jura. Die Kreideschichten des nördlichen Teiles von Westfalen werden über weite Gebiete hin von den Ablagerungen des Diluviums bedeckt.

Produkte eruptiver Tätigkeit finden sich aus zwei verschiedenen Epochen der Gebirgsbildung, aber grosse zusammenhängende eruptive Gesteinsmassen kommen in Westfalen nicht vor.

An vielen Stellen werden die devonischen Schichten durchbrochen oder überlagert von Porphyren und Diabasen, deren Eruptionen in die Zeit des mittleren und oberen Devons fallen, vor Beginn der karbonischen Ablagerungen aber abgeschlossen waren; doch handelt es sich fast immer nur um wenig umfangreiche Massen, die sich aber mehrfach zu grösseren Zügen aneinanderreihen, wie z. B. die Diabasvorkommen an der Lenne und Ruhr, und viele Porphyre des Sauerlandes.

Ausserdem finden wir nur einige vereinzelte Vorkommnisse vulkanischer Tätigkeit der tertiären Periode, und zwar gehören hierhin einige meist unbedeutende Ausbrüche von Basalt, von denen einige im Süden Westfalens bei Siegen gelegen sind, andere haben die Schichten der Triasformation nördlich von Warburg durchbrochen und sind als die nördlichen Ausläufer der Vulkanberge des Habichtswaldes bei Cassel anzusehen.

Aus diesen einleitenden Bemerkungen geht hervor, dass die in der Provinz Westfalen auftretenden technisch verwertbaren Gesteine keine so grosse

Mannigfaltigkeit aufweisen können, wie das in vielen anderen Gebieten Deutschlands der Fall ist, und dass daher auch die Bedeutung der Steinbruchindustrie hinter derjenigen mancher anderen Landesteile Deutschlands zurücktritt.

Wir gehen nun dazu über, die Gesteine der verschiedenen Gebirgsformationen in Hinsicht auf ihre technische Verwertbarkeit zu betrachten.

I. Gesteine der devonischen Formation.

Das Rheinisch-Westfälische Schiefergebirge oder Grauwackengebirge, so benannt nach den es hauptsächlich zusammensetzenden Gesteinen, Schiefer und Grauwacke, gehört im wesentlichen der devonischen Formation an, die sich in die drei Abteilungen: Unter-, Mittel- und Oberdevon trennt. Hiervon sind das Unterdevon mit den sogenannten Koblenzschichten im Siegerland und ganz besonders das Mitteldevon im Gebiete des Lenneflusses und der oberen Ruhr stark entwickelt, wogegen das Oberdevon an Ausdehnung stark zurücktritt, aber doch stellenweise ziemlich mächtige Schichtenkomplexe bildet. Ausser Grauwacken und Schiefer kommen Kalkstein und Dolomit bzw. dolomitische Kalksteine in grosser Verbreitung vor.

Die Schiefer oder Tonschiefer sind dunkelgefärbte, meist schwarze Gesteine, die aus fein verteilten Mineraldetritus, winzigen Quarzkörnchen, Ton, Schüppchen von Glimmer, sowie auch aus kristallinen Neubildungen, Nädelchen von Rutil, Eisenglanz, Calcit, Eisenkies u. a. bestehen und ihre schwarze Farbe beigemengter kohliger Substanz verdanken. Sie haben häufig die Eigenschaft, leicht in dünne, ebene Platten zu spalten, worauf ihre Verwendung zu Dachschiefern, Tischplatten usw. beruht. So sind z. B. in der Gegend von Brilon, Nuttlar, Walle, Berleburg bedeutende Steinbrüche, in denen Dachschiefer und grosse Schieferplatten zu Bodenbelägen, Fensterstufen, Billardtischen usw. gewonnen werden.

Das Hauptgestein dieser Formation ist die Grauwacke. Man versteht darunter ein sandsteinähnliches Gestein von schwärzlichgrauer, grünlichgrauer oder bräunlichgrauer bis brauner Farbe, das im wesentlichen aus Körnchen von Quarz und Kieselschiefer besteht, die durch verschiedenartige Bindemittel miteinander verkittet sind. Von der Natur dieser Bindemittel

Abb. 1 Nach Norden einfallende Plattensandsteine des Oberdevons, Ziegelei Happe bei Lethmathe (Aufgenommen von Professor Dr. Wegner)

hängt die Festigkeit und damit die Gebrauchsfähigkeit des Gesteins ab. So gibt es Grauwacken mit kieseligem, tonigem oder auch kalkigem Bindemittel, die zumeist auch Lamellen von Glimmer und Bruchstücke anderer Mineralien, wie z. B. Turmalin enthalten. Ein fast nie fehlender Gemengteil der Grauwacke ist ferner Feldspat, von dem gewöhnlich stark verwitterte und in Kaolin umgewandelte Körner an der Zusammensetzung sich beteiligen.

Die feste, insbesondere die kieselige Grauwacke, ist ein vortrefflicher Baustein, der eine weitgehende Verwendung bei Hochbauten findet und auch als Strassenmaterial, sowohl als Pflasterstein wie als Schotter benutzt wird. Sie besitzt häufig eine mehr oder weniger dickplattenförmige Absonderung (Abb. 1), so dass sich Platten daraus brechen lassen, die z. B. zur Befestigung von Schrittwegen sehr geeignet sind.

Wenn in der Grundmasse das Bindemittel zurücktritt und die Quarzkörner sich fest aneinanderlagern, so gehen die Grauwacken in quarzitartige Gesteine über. Derartige Grauwackenquarzite treten an manchen Stellen mit solcher Mächtigkeit auf, dass sie einen geregelten Abbau lohnen und treffliche Bausteine liefern.

Die Grauwacke wird in zahlreichen Steinbrüchen abgebaut, die zum Teil zu grossen Betrieben angewachsen sind, so besonders in den Kreisen Altena, Brilon, Hagen, Iserlohn, Meschede und Olpe.

Ein grosser Teil der Schichten, insbesondere des Mitteldevons, setzt sich aus Kalksteinen zusammen. Er entspricht seinem geologischen Auftreten nach dem Vorkommen in der Eifel und wird daher auch als Eifelkalkstein bezeichnet. Die zahlreichen Ablagerungen erreichen stellenweise eine ausserordentliche Mächtigkeit, bis über 1000 m, und lassen entweder eine regelmässige Schichtung erkennen, indem Kalkbänke von etwa ⅓ bis 1 m Mächtigkeit und darüber sich parallel übereinander lagern, oder es fehlt die Schichtung, und der Kalkstein bildet eine zusammenhängende Masse, für die der Name Massenkalk vielfach in Gebrauch ist. Die Lagerung der geschichteten sogenannten Plattenkalke zeigt der in Abb. 2 abgebildete Aufschluss bei Ostwig. Die ursprünglich horizontalen Schichten sind durch Gebirgspressung zu einer liegenden Falte zusammengequetscht.

Abb. 2 Plattenkalk, zu einer liegenden Falte zusammengeschoben, Elpetal, oberhalb Ostwig (Aufgenommen von Professor Dr. Wegner)

Die Struktur der Kalksteine ist dicht oder feinkörnig, seltener etwas gröber körnig, zumal bei den als Marmor verwendeten Vorkommen. Der Kalkstein ist hell- bis dunkelgrau oder bräunlich, selten schwarz, und oft

mannigfaltig gezeichnet, zumal durch unregelmässig verlaufende Adern von weissem oder rötlich gefärbtem Kalkspat. Schön gezeichnete Kalksteine werden als Marmor verarbeitet.

Der Massenkalk geht an einigen Stellen durch infiltrierte Kieselsäure in den sogenannten Hornstein, ein sehr hartes und festes Gestein, über, das z. B. bei Belecke und bei Kallenhardt östlich Warstein gebrochen und als Strassenmaterial verwendet wird.

In Verbindung mit dem Kalkstein tritt Dolomit auf und zwar dergestalt, dass an vielen Stellen die oberen Teile der Ablagerungen aus Dolomit bestehen, der dann nach der Tiefe zu in dolomitischen Kalkstein übergeht. Er ist aus dem dolomitischen Kalkstein durch Anreicherung des Magnesium-Karbonates hervorgegangen. Denn der dolomitische Kalkstein ist ein Gemenge von dem reinen Kalkspat ($CaCO_3$) und dem Dolomitspat ($CaCO_3$ + $MgCO_3$) in allen möglichen Mischungsverhältnissen. Von diesen beiden Mineralien ist Kalkspat eine verhältnismässig leicht lösliche Substanz, während der Dolomitspat sehr viel schwerer in Lösung geht. Die von der Erdoberfläche aus in die Gesteine eindringenden Tagewässer laugen daher aus diesen Gesteinen allmählich den Kalkspat aus, wodurch also eine Anreicherung des Dolomitspates erfolgt, womit der Uebergang des dolomitischen Kalksteines in Dolomit gegeben ist. Es sind infolgedessen die Dolomite auch häufig porös, sogenannte Rauhwacke (oder Rauchwacke), doch kommen auch sehr feste und harte Varietäten vor, die, wie der Kalkstein, zu Werksteinen u. a. verwendet werden.

Die Zahl der Steinbrüche, in denen Kalkstein und Dolomit gebrochen wird, ist eine sehr grosse, insbesondere in den Kreisen Altena, Arnsberg, Brilon, Hagen, Iserlohn und Olpe.

II. Gesteine des Carbons.

Nach Norden folgen auf die Schichten des Devons, und zwar von dem Mitteldevon meist nur durch eine schmale Zone des Oberdevons getrennt, die Schichten der Carbonischen oder Steinkohlenformation, deren unterste Stufe der für die Steinbruchindustrie von Belgien so wichtige Kohlenkalk bildet, der jedoch nach Osten zu an Mächtigkeit mehr und mehr abnimmt und rechts des Rheins bald völlig sich auskeilt. In Westfalen tritt dieses Gebirgsglied nicht mehr auf. Hier lagert sich auf das Devon die Formation des Culm auf, der sich aus folgenden Schichten aufbaut. Zu unterst liegen Alaunschiefer, darauf folgen Kieselschiefer, Kieselkalk (Abb. 3) und Plattenkalk, endlich Tonschiefer mit Quarziteinlagerungen und Grauwacken mit kalkigem Bindemittel. Technisch verwertbar sind hiervon der Kieselschiefer und Kieselkalk, die in der Gegend von Letmathe, Meschede und im Hönnetal in Steinbrüchen gewonnen und als Strassenschotter verarbeitet werden. Demselben Zweck dient auch der Plattenkalk, ein dichter fester Kalkstein, der aber auch gute Bausteine liefert, wie z. B. bei Arnsberg, wo er in grossen Mengen gebrochen wird.

Ueber dem Culm liegt das obere Carbon, das in eine flözleere untere und die flözreiche obere Abteilung, die produktive Steinkohlenformation, getrennt wird.

Die erstere setzt sich aus Ton- und Alaunschiefern, Sandsteinen, Quarziten und Grauwacken zusammen. Die Schiefer sind weich und nicht verwendbar, auch die Sandsteine sind meist mürbe und von erdiger Beschaffenheit, doch kommen in den untersten Schichten des Flözleeren auch festere Sandsteine vor, die sich zu Bausteinen eignen. Eine grössere Festigkeit besitzen die Grauwacken, die da, wo das Bindemittel des Gesteines fast ganz aus Kiesel-

säure besteht, in Quarzite übergehen. Solche Quarzite, die eine hellgraue bis dunkelgraue Farbe haben, kommen in Bänken vor, und werden zu Bauzwecken oder als Strassenmaterial gebrochen.

Das produktive Carbon enthält die Steinkohlen- und Eisensteinflöze, welche mit Schiefertonen, Conglomeraten und Sandsteinen wechsellagern. Das Areal, in welchem es zutage tritt, hat die Gestalt eines Dreiecks, dessen Ecken etwa bei den Städten Elberfeld, Mülheim a. Ruhr und Unna gelegen

Abb. 3 Dünnplattige Kieselkalke des Culm bei Letmathe
(Aufgenommen von Professor Dr. Wegner)

sind. Von Wichtigkeit sind innerhalb dieses Gebietes die oft mächtigen Bänke des Sandsteines, der wegen seiner vielfachen Verwendung als Werksandstein bezeichnet wird. Er gibt auch der Landschaft ein besonderes Gepräge, indem er schroffe Bergrücken bildet, wie z. B. an der Hohensyburg und in der Gegend von Witten und Herdecke. Dieser Sandstein wird in zahlreichen zum Teil grossen Steinbrüchen gewonnen, so in den Kreisen Hattingen, Bochum, Hagen, Hörde u. a. m., und dient ausser zu Werksteinen auch als Material zur Pflasterung und Beschotterung. Zuweilen besitzen die Werksandsteinbänke auch eine mehr oder weniger dünnplattige Absonderung, so dass grosse Platten daraus gebrochen werden können, die als Fussboden- oder Wandbeläge oder auch zur Bedachung der Häuser dienen.

Die ganzen Ablagerungen des Carbons erstrecken sich in einem 10 bis 20 km breiten Gürtel von der Grenze der Rheinprovinz durch die ganze Provinz Westfalen, dem Laufe der Ruhr folgend bis an die Grenze von Waldeck. Nach Norden werden sie von den Kreideschichten bedeckt, treten aber in dem nördlichsten Teil der Provinz bei Ibbenbüren wieder mit gleichen Verhältnissen zutage.

III. Gesteine der Dyas-Formation.

Von den beiden Abteilungen dieser Formation, der unteren, dem Rotliegenden, und der oberen, dem Zechstein, kommt in der Provinz Westfalen nur die letztere, und auch diese nur auf sehr beschränktem Gebiete an der

Ostgrenze der Provinz, an der Diemel bei Stadtberge, und im Norden bei Ibbenbüren vor.

Der Zechstein besteht hier aus plattigen oder massigen dichten Kalken von grosser Festigkeit, die bei Ibbenbüren zur Gewinnung von Schotter, bei Stadtberge ausserdem auch für Werksteine gebrochen werden. Der Zechsteinkalk ist auch in den Uffelner Steinbrüchen an der Weser aufgeschlossen, wo er mit einer Mächtigkeit von ungefähr 8 m auftritt.

IV. Gesteine der Trias-Formation.

Die Trias-Formation ist im westlichen und nordwestlichen Teile Westfalens mit ihren sämtlichen drei Abteilungen, dem Buntsandstein, dem Muschelkalk und dem Keuper entwickelt.

Die Ablagerungen des Buntsandsteins bestehen in ihren unteren Teilen, unterer und mittlerer Buntsandstein, aus feinkörnigen oder gröber körnigen Sandsteinen mit gewöhnlich kalkigem Bindemittel. Sie treten dünnbankig auf, sind im allgemeinen ziemlich mürbe und aus diesen Gründen wenig verwertbar. Der oberste Teil des mittleren Buntsandsteins aber besteht aus dickbankigen Schichten, die viel zu Bauzwecken abgebaut werden; diese Schichten werden daher als die Bausandsteinzone bezeichnet.

Sie werden besonders in der Gegend von Wrexen und Scherfede an der Diemel gebrochen, wo sie mit einer Mächtigkeit von 50 bis 60 m dem unteren Buntsandstein und dem Zechsteinkalk aufgelagert sind. Die Schichten bestehen aus dicken Bänken von weissem und gelbem, selten rotem Sandstein, der oft in dünnen Platten spaltet — Solling- und Höxter-Platten —, die so ebenflächig und dünn sind, dass sie zum Decken der Häuser benutzt werden, auch dienen sie als Bodenbelag, Mauerbekrönung u. ähnl.; besonders ist es der rote Sandstein, der diese dünnplattige Absonderung zeigt.

Auch in dem nördlichen Westfalen, westlich von Osnabrück, tritt der Buntsandstein in grosser Ausdehnung auf, aber er besteht hier überall hauptsächlich aus Tonschiefern und Mergeln, denen nur dünne, wenige Zentimeter mächtige Bänke von Sandstein eingelagert sind, die sich daher zu Werksteinen nicht eignen.

Der Muschelkalk ist zwar mit allen Abteilungen vertreten, für den Steinbruchbetrieb kommt aber nur der untere Muschelkalk, der sogenannte Wellenkalk, und der obere Muschelkalk mit dem Trochitenkalk und der Nodosenschichten in Betracht.

In dem Wellenkalk sind an allen Orten des Vorkommens kleine, für lokale Zwecke dienende Steinbrüche in Betrieb, welche Hausteine und Strassenschotter liefern; grössere Brüche sind nur in der Umgegend von Osnabrück vorhanden, liegen indessen auf hannöverschem Gebiete.

In dem oberen Muschelkalk ist besonders der Trochitenkalk als geschätzter Baustein von Wichtigkeit. Die 8 bis 15 m mächtigen Schichten setzen sich aus dicken Bänken eines festen Kalksteines zusammen, der seinen Namen von den ihn zum grössten Teile zusammensetzenden Trochiten, den Gliedern von Encrinitenstielen (Encrinus liliiformis) erhalten hat. Die Schichten werden an vielen Stellen abgebaut; besonders wichtige und grosse Steinbruchbetriebe sind in der Gegend von Bielefeld, insbesondere bei Uebbedissen.

Die obere Trias, der Keuper, besteht in der Gegend von Vlotho aus rot geflammten oder gelben Sandsteinen, die in grösseren Steinbrüchen als Bruchsteine zu Mauerzwecken gewonnen werden. Zum Teil liefern sie auch gute Werksteine. Meist setzt sich der Keuper aus Mergeln oder Stein-

mergeln zusammen, von denen z. B. graugrüne, leicht eckig zerfallende als „Gartenmergel“ bezeichnet und zum Bestreuen der Gartenwege gebraucht werden.

V. Gesteine der Jura-Formation.

Die Jura-Formation ist in dem nordöstlichen Teile Westfalens in dem Regierungsbezirke Minden weit verbreitet und in allen drei Abteilungen, Lias, Dogger und Malm, stark entwickelt. Das ganze Wesergebirge und das nach Westen sich anschliessende Wiehengebirge baut sich aus Schichten des Jura auf, die ferner auch noch Teile des Gebietes zwischen der Weserkette und dem Teutoburger Wald einnehmen.

Die Schichten des Lias, die besonders an dem flachen Südgehänge des Wiehengebirges sich über ein grosses Gebiet ausdehnen, bestehen zumeist aus Mergel, sandigen und bröckligen, oft mergeligen Schiefertonen, unregelmässig geschichteten Tonen, Lettschiefer und ähnlichen Massen, mit einzelnen Kalkbänken und Lagen von Kalkkonkretionen, Materialien, die für Steinbruchbetriebe nicht geeignet sind. Von Wichtigkeit aber sind die Schichten des mittleren Jura, des Dogger, die besonders in der Weserkette ausgebildet sind. Bei der Porta Westfalica, wo dieser Gebirgszug von der Weser durchbrochen wird, lässt sich die Schichtenfolge genau übersehen.

Die untersten Schichten bestehen aus dunkelbraunen, glimmerreichen Mergeln, die an der Luft leicht zerfallen. Darauf folgen braune Kalksandsteine, sogenannte Cornbrash-Kalke, die bis zu 10 m Mächtigkeit erreichen und an einigen Stellen, z. B. am Bahnhof Neue Mühle bei Lübbecke, zur Gewinnung von Strassenschotter gebrochen werden. Es folgen mit ca. 6 m Mächtigkeit dunkle kalkige sandige Mergelschiefer und darüber der berühmte braune „Bausandstein“, der in vielen Steinbrüchen auf beiden Seiten der Weser bei 12 bis 13 m Mächtigkeit aufgeschlossen ist; ein sehr grosser Steinbruchbetrieb z. B. bei Nettelstedt im Kreise Lübbecke. An der Porta wird dieser Sandstein auch im unterirdischen Betrieb, in Stollen, abgebaut. Der Steinbruchbetrieb ist sehr alt und die gewonnenen Werksteine haben eine weite Verbreitung gefunden.

Zusammen mit dem Bausandstein treten auch kieselige Kalke auf, welche gute Bruchsteine liefern, die z. B. bei der Anlage des neuen Ems—Weser-Kanals zum Bau der Brücken und zur Bedeckung der Kanalböschungen verwendet werden.

Auch die Schichten des oberen Jura, des Malm, bestehen teilweise aus Gesteinen, die technisch brauchbar sind. In der Weserkette liegen auf den Schichten des Dogger zunächst dunkle kalkig-sandige Schiefer, die westlich der Porta bis 70 m mächtig werden. Sie sind überlagert von dunklen, tonig-sandigen Kalksteinen, die in einer grossen Anzahl von Steinbrüchen zwischen Porta und Ober-Mehnen bei Lübbecke aufgeschlossen sind, und den Schichten der Oxford-Stufe angehören. Zusammen damit treten auch Quarzite auf, die bei Nettelstedt bei Lübbecke gebrochen und bei dem Bau des Ems—Weser-Kanals gebraucht werden.

Die oberen Stufen des Malm liefern keine technisch verwertbaren Gesteine.

VI. Gesteine der Kreide-Formation.

In Norddeutschland gibt es kein von der Kreideformation eingenommenes zusammenhängendes Gebiet, das so gross ist als das von Westfalen. Es schliesst sich im Süden an die Schichten des Carbons an und erstreckt sich von dort aus über fast den ganzen nördlich gelegenen Teil Westfalens bis

an die Gebirgskette des Teutoburger Waldes. Es wird als das Kreidebecken von Münster bezeichnet.

Im südlichen Teile dieses Gebietes liegen die Kreideschichten unmittelbar auf den Schichten des Carbons, während sie nach Westen und Nordosten Perm, Trias und Jura überlagern.

Gewissermassen ein Zwischenglied zwischen Kreide und Jura ist der „Wealden", die unterste Abteilung der Kreideformation. Das Vorkommen dieser Schichten ist ein sehr beschränktes. Sie finden sich an einzelnen Stellen des Teutoburger Waldes und der Weserkette und in isolierten Partien am Westrande des Kreidebeckens von Münster, und setzen sich aus Sandsteinen und Tonen zusammen, die aber technisch nicht von Bedeutung sind.

Ausser dem Wealden gehören zur unteren Kreide die Abteilungen des Neocom oder Hils und des Gault.

Zu der ersteren Abteilung gehört die Hauptmasse der „Teutoburger Wald"- oder „Osning"-Sandsteine, vielfach auch „Hilssandstein" genannt. Sie zieht sich von den südlichen Ausläufen des Egge-Gebirges bei Warburg, wo sie unmittelbar den Schichten des Buntsandsteins aufgelagert ist, durch das ganze Egge-Gebirge, den Lippeschen Wald, Osning und die weiter nach Nordwesten bis nach Rheine und Bentheim hin sich erstreckenden Teile des Teutoburger Waldes fast ununterbrochen hindurch, auf dem grössten Teile ihrer Längserstreckung die höchsten Rücken und die Wasserscheide bildend der nach dem Becken von Münster einerseits und den nordöstlich gelegenen Landesteilen andererseits abfliessenden Gewässer.

Die petrographische Beschaffenheit des Sandsteines ist wechselnd; er ist fein-, mittel- oder auch grobkörnig ausgebildet, auch conglomeratische Bildungen kommen vor, die aber gewöhnlich sehr mürbe sind und leicht zerfallen. Das Bindemittel ist vorwiegend kieselig, selten tonig. Die Farbe des Gesteins ist weiss, gelblichweiss oder auch braun, zuweilen grünlich, durch Glaukonit, auch rote eisenschüssige Sandsteine kommen vor.

Die Ablagerungen liefern stellenweise ein wertvolles Baumaterial und werden in zahlreichen Steinbrüchen sowohl im Gebiete der Provinz Westfalen als auch in den angrenzenden von dem Teutoburger Walde durchzogenen Teilen von Lippe-Detmold (z. B. an der Grotenburg) und der Provinz Hannover (Dörenberg bei Iburg) abgebaut. Die bedeutendsten Steinbrüche in Westfalen liegen zwischen Bielefeld und Oerlinghausen. Weiter nach Südosten im Egge-Gebirge bei Neuenheerse an der Bahnlinie Altenbeken—Warburg wird der Neocomsandstein in einem grossen Steinbruch als Auskleidungsmaterial für Glasöfen gewonnen und von hier weit über die deutschen Grenzen verschickt; auch wird er als Baustein westlich von Neuenheerse und im Asseler Walde gebrochen (H. Stille: Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte von Preussen, Blatt Lichtenau).

Die Schichten des Gault bestehen aus Mergeln und Sandsteinen und treten am Egge-Gebirge in ziemlicher Mächtigkeit auf. Die Sandsteine sind aber meist wenig fest und mürbe, und zerfallen leicht zu eckigen Bruchstücken und Grus, so dass sie nur von geringer technischer Bedeutung sind; sie werden aber bei der Hartmühle zwischen Asseln und Herbram im Kreise Büren als Bausteine gewonnen.

Die obere Kreide gliedert sich in die Stufen des Cenoman, Turon und Senon.

Das Cenoman besteht in seinen tieferen Lagen aus grauen bis grauschwarzen Mergeln von sandiger und bröckeliger Beschaffenheit; darüber lagert der Cenomanpläner, der stellenweise als Werkstein und zum Strassenbau verwendet wird, so z. B. in der Gegend von Lichtenau, so besonders

auch bei Altenbeken, wo er zu beiden Seiten des Viaduktes gebrochen wird — er wurde u. a. zum Bau des Viaduktes selbst und zur Auskleidung des Altenbekener Tunnels gebraucht. Kleinere Brüche sind bei Buke und Schwaney in Betrieb. Der Cenomangrünsand bildet die obersten Lagen des Cenoman, er erreicht eine Mächtigkeit bis zu 10 m; die oberen Bänke seiner Ablagerungen sind an manchen Stellen sehr hart und liefern geeignetes Material für Hoch- und Tiefbauten, wie auch besonders für die Packlage von Wegen. Auch zwischen Altenrüthen und Rüthen, wo der Cenomansandstein eine Mächtigkeit von fast 6 m erreicht, liefert er gute Hausteine. Im übrigen werden die Kalksteine des Cenoman vielfach für die Kalk- und Cementindustrie verwendet.

Das Turon nimmt in den südlichen Teilen des Beckens von Münster ein ausgebreitetes Gebiet ein und setzt ausserdem die Hauptmasse der Plänerbildungen zusammen, die sich längs der Westseite des Teutoburger Waldes in weitem Bogen um die Ost- und Nordostseite des Münsterischen Becken herumziehen. Die Schichten des Turons bestehen vorwiegend aus weissen, lichtgrünen oder bläulichen, dichten Kalksteinen, die dicke Bänke bilden, die durch Zwischenlagen von bröckligem Mergel getrennt werden. Die Festigkeit der Kalksteine ist in den verschiedenen Abteilungen des Turon sehr wechselnd, und Gesteine, welche als Bau- und Werksteine oder Schotter dienen können, werden nur in den oberen Abteilungen, den Scaphitenschichten und dem Cuvieripläner gewonnen. So befinden sich z. B. recht bedeutende Steinbruchbetriebe südlich Paderborn bei Niederntudorf und Kirchborchen, bei Neuenbeke und Steinbeke, bei Dahl, Dörenhagen, Eggeringhausen, Busch u. a. O. Hauptsächlich und in sehr ausgedehntem Maasse werden die Kalksteine zur Herstellung von Brennkalk und zur Fabrikation von Cement verwendet.

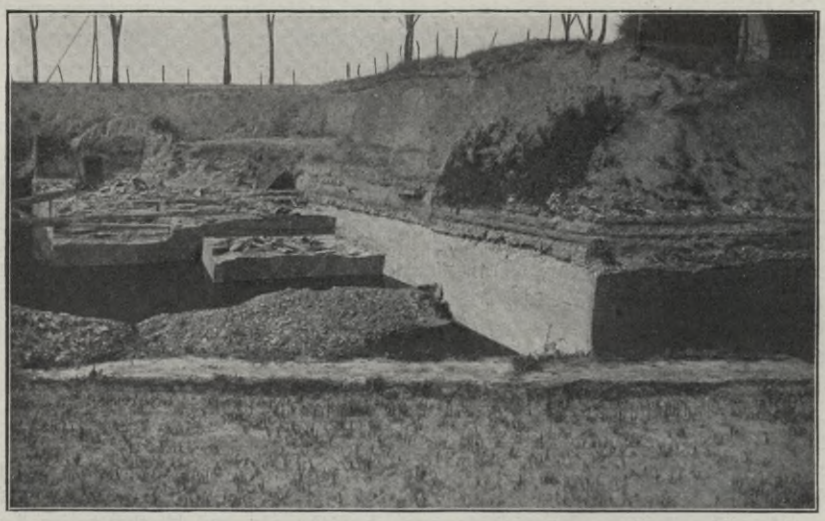


Abb. 4 Horizontal abgelagerter Grünsandstein von Ampen bei Soest
(Aufgenommen von Professor Dr. Wegner)

Ausser Kalksteinen treten Sandsteine auf, und zwar gehört hierhin der bekannte „Soester Grünsand", ein fester, 20 bis 25 m mächtiger sandiger Mergel, der durch Glaukonitkörnchen eine schöne dunkelgrüne Farbe erhält, die aber bei der Verwitterung durch Bildung von Eisenhydroxyd in braun übergeht. Wegen seines gefälligen Aussehens wird das Gestein sehr viel

verwendet und in grossen Steinbrüchen, z. B. bei Soest, abgebaut, obwohl er für Hochbauten wegen seiner geringen Widerstandsfähigkeit gegen den Einfluss der Atmosphärilien und gegen Frost weniger geeignet ist. Das Vorkommen und den Abbau dieses Gesteines zeigt Abb. 4.

Das Innere des Beckens von Münster wird von den Schichten der oberen Kreide, dem Senon, eingenommen, die aber nur spärlich technisch verwertbares Gesteinsmaterial liefern. In dem unteren Senon kommen bei Haltern und Lembeck in geringer Menge Quarzite und Sandstein vor, die besonders für Strassenschotter gewonnen werden. Dem oberen Senon gehören die kalkigen Sandsteine an, die die Erhebung der Baumberge bei Münster bilden, wo eine Anzahl grösserer Steinbrüche in Betrieb sind. Bei Beckum treten plattig abgesonderte Kalke auf, welche Platten liefern, die als Flur- und Bodenbelag dienen.

VII. Gesteine der Tertiär-Formation.

Die Tertiär-Formation ist in Westfalen nur in ganz untergeordnetem Masse zur Ausbildung gelangt, und ihre Gesteinsmassen sind daher in technischer Beziehung von sehr geringer Bedeutung. Zu erwähnen ist das Vorkommen tertiärer Kalksteine bei Bünde, die als Bausteine verwendet werden.

VIII. Diluviale Gesteine.

Diluviale Ablagerungen nehmen im nördlichen Westfalen ein weites Gebiet ein. Sie bestehen aus Sanden und Tonen, die reich sind an nordischen Geschieben. Die letztgenannten werden als Bausteine und besonders als Pflastersteine, sogenannte Kopfsteine, vielfach verwendet. Diluviale Bildungen sind auch die Kalktuffe, die in der Gegend von Vlotho bei Horst, sogenannte „Horststeine“, vorkommen und die in geringem Umfang zum Häuserbau, besonders aber zum Bau von Grotten benutzt werden.

IX. Eruptive Gesteine.

Während in der im Westen an die Provinz Westfalen angrenzenden Rheinprovinz die Mannigfaltigkeit der dort auftretenden Eruptivgesteine eine ungewöhnlich grosse ist, und viele Vorkommen in technischer Hinsicht eine sehr wichtige Rolle spielen, ist Westfalen ungewöhnlich arm an Produkten eruptiver Tätigkeit. Wie eingangs erwähnt, kommen nur Porphyre, Diabase und Basalte, sowie deren Trümmergesteine vor.

1. Die Porphyrgesteine.

Diese Gesteine sind von Mügge (O. Mügge: Untersuchungen über die Lenneporphyre in Westfalen und den angrenzenden Gebieten, Neues Jahrbuch für Mineralogie usw., Beilageband 8 p. 535 bis 721, Stuttgart 1893) eingehend untersucht und beschrieben worden.

Sie gehören den Keratophyren an, und zwar grösstenteils zur Gruppe der Quarzkeratophyre. Ein kleinerer Teil wird zu den (quarzfreien) Keratophyren gestellt, obwohl diese Gesteine kaum weniger sauer sind als die quarzhaltigen; doch wird der Unterschied beibehalten, auch weil sie räumlich getrennt voneinander auftreten. Die Zahl der Vorkommen wird auf etwa 130 angegeben; und das Gebiet, über das sie sich erstrecken, hat von Osten nach Westen eine Ausdehnung von fast 80 km, von Süden nach Norden ungefähr 40 km.

Wir haben es hier mit Eruptivgesteinen zu tun, deren Entstehung der Zeit der devonischen Formation angehört.

Mügge unterscheidet bei den Quarzkeratophyren solche, die reich sind an Einsprenglingen (porphyrische Ausscheidungen von Quarz und Feldspat) und solche, die nur wenige oder gar keine Einsprenglinge enthalten. Erstere sind durch jetzt in lebhaftem Betrieb befindliche Steinbrüche bei Würdinghausen aufgeschlossen, da das Material für den Bahnbau der neuen Eisenbahnlinie Altenhundem—Erndtebrück über das Rothhaargebirge ausgiebig verwendet wird; ferner bei Oberhundem, Albaum, Jagdschloss Röspe, im Edertale gegenüber der Bilsburg und bei der Pulvermühle.

Einsprenglingsarme Quarzkeratophyre kommen in der Gegend von Olpe vor, dann weiter östlich bei Benolpe, im Albaumer Tal, bei Oberhundem.

Zu den quarzfreien Keratophyren, die Mügge Felsokeratophyre nennt, gehören die Vorkommen von Wipperfürth und Meinerzhagen, des Ebbegebirges und der Umgegend von Pasel a. d. Lenne.

Zuweilen sind diese Porphyre stark geschiefert.

Zusammen mit ihnen treten auch zugehörige Tuffgesteine auf, so besonders in der Gegend von Schameder, bei Olpe, Bilstein, Altenhundem, im Ebbegebirge, in der Umgegend von Pettenberg und Lennhausen. Sie zeigen sehr verschiedene Ausbildungsweisen und sind teilweise recht feste und gut verwertbare Gesteine.

Aber alle Porphyre und Porphyrtuffe setzen Gebirgsmassen von verhältnismässig nur geringem Umfang zusammen. Sie werden zwar an vielen Stellen in Steinbrüchen abgebaut, aber nur zu lokalen Zwecken, zur Gewinnung von Material für Packlage und Schotter beim Wegebau. In grösserem Massstabe wird zurzeit nur der Quarzkeratophyr bei Würdinghausen gebrochen in Brüchen, die nach längerem Stilliegen jetzt wieder bei der Anlage einer Eisenbahnlinie aufgenommen worden sind, wie schon weiter oben angegeben. — Im Zusammenhang mit diesen Gesteinen ist auch noch das am weitesten nach Osten gelegene Vorkommen solcher Massen bei den bekannten Bruchhäuser Steinen, bei Elleringhausen, südlich von Brilon zu erwähnen. Zusammen mit dem anstehenden Gesteine finden sich zahlreiche lose Blöcke, die gelegentlich zu Strassenmaterial benutzt werden.

2. Die Diabasgesteine.

Gesteine der Gruppe der Diabase haben in dem südlich der Ruhr (soweit diese ihrer ost-westlichen Richtung folgt) gelegenen Teile Westfalens eine weite Verbreitung, während sie nördlich davon vollkommen fehlen. Es hängt das mit dem geologischen Alter dieser Gesteine zusammen. Denn wir haben es mit Produkten einer eruptiven Tätigkeit zu tun, die sich während der Zeit des mittleren und oberen Devon abspielte und vor Beginn der Carbonformation ihren Abschluss gefunden hatte. Daher finden wir die Diabasgesteine nur innerhalb der devonischen Schichten, während sie in den carbonischen Schichten, die sich nach Norden im Ruhrgebiete auf die devonischen auflagern, nicht mehr zutage treten. Das Vorkommen ist, der Entstehungsweise entsprechend verschiedener Art.

Wir finden die Diabase als Ganggesteine in dem Gebiete der unteren Lenne und Volme, in der Gegend von Altena und südlich von Hagen. Die Zahl der Gänge ist nach neueren Untersuchungen eine sehr grosse, die Mächtigkeit derselben meist gering, gewöhnlich schwankend zwischen 4 und 6 m, doch kommen auch mächtigere, bis 10 m vor, andererseits aber geht die Mächtigkeit auch bis zu 2 m und noch weniger herunter. Manche Gänge sind bis auf 2 km Länge nachgewiesen worden. Durch Steinbruchbetrieb sind eine Anzahl der Gänge fast vollständig abgebaut worden, so z. B. ein Gang bei Einsal von 3 bis 4 m Mächtigkeit, in welchem auf eine Länge von

600 m der Betrieb vorgedrungen ist. Das Material dient wesentlich zum Strassenbau.

Eine zweite Gruppe von Diabasvorkommen findet sich im oberen Ruhrtale zwischen den Orten Wiemeringhausen, Siedlinghausen, Hiltfeld und Winterberg. Hier scheint es sich bei den meisten Vorkommen um Deckenergüsse von Diabas zu handeln, die sich über die devonischen Schichten ausbreiteten und dieselben stellenweise stark metamorph verändert haben. Ausserdem treten die Diabase aber auch hier gangförmig auf.

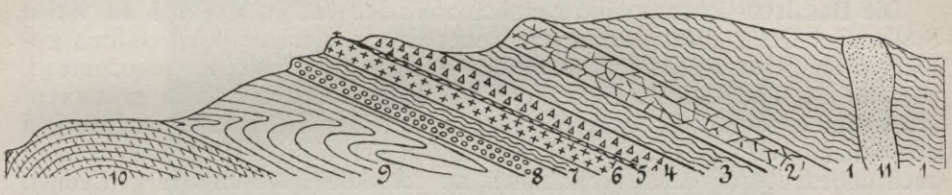


Abb. 5

1 Lenneschiefer; 2 Massenkalk; 3, 5, 7 Tonschiefer; 4, 8 Schalstein; 6 Diabas (Decke); 9 Flinzkalk; 10 Flinzschiefer; 11 Diabas (Gang).

Die Lagerungsverhältnisse sind in der dortigen Gegend kompliziert. Die devonischen Schichten der „Lenneschiefer" sind mit den contemporären Diabasergüssen vollständig überkippt, so dass das Hangende das Liegende geworden ist und umgekehrt (siehe Abb. 5). Die Kontaktwirkungen der Diabase sind daher in den hangenden Schichten zu beobachten, die aber zur Zeit der Eruption des Diabases das Liegende waren. Diese Verhältnisse sind in dem untenstehenden Profile durch die Schichten des Elpe- und Volmetales dargestellt, wo die älteren Lenneschiefer nebst den Einlagerungen von Diabas und Schalstein die jüngeren Flinzkalke usw. überlagern.

Die Gesteine gehören, wie die Gangdiabase des zuerst genannten Vorkommens, den typischen Diabasen an, nur ein Gestein, das sich am Kuhlenberg bei Silbach findet, ist frei von Feldspat und den Paläopikriten zuzurechnen. Einige der Vorkommnisse werden für Strassenbaumaterial gebrochen.

Ein ähnliches Auftreten zeigen die Diabase, die den mächtigen, 50 km langen Diabaszug bilden, der sich von Meschede über Brilon bis in das Diemeltal hinein erstreckt. Auch sie sind meist effusive Gesteine und haben sich als Lava deckenförmig ergossen. Ihrer Ausdehnung nach sind sie die bedeutendsten eruptiven Massen Westfalens. Auch in Verbindung mit diesen kommen die vulkanischen Trümmergesteine, die als Schalsteine bezeichnet werden, vor, die ausserdem auch in der Gegend von Balve an mehreren Stellen auftreten.

Ihrer Struktur nach können wir hier zwei Typen unterscheiden, von denen der eine den Diabasen der übrigen Vorkommen im wesentlichen gleich ist, während ein zweiter Typus eine porphyrische Ausbildung besitzt, sogenannter Diabasporphyrit, der an einigen Stellen, z. B. bei Meschede und Messinghausen sehr schön aussehende Gesteine liefert, die dem berühmten, von den alten Römern so geschätzten „porfido verde antico" nicht unähnlich sind.

Wie es bei Effusivgesteinen zu erwarten ist, finden wir unter diesen Vorkommen auch stark poröse Gesteine, welche als Diabas-Mandelsteine zu bezeichnen sind.

Grössere Steinbrüche sind an manchen Orten in Betrieb; eine weitere Verbreitung hat aber das gewonnene Material nicht gefunden. Es dient lokal hauptsächlich zum Wegebau, wird aber auch zu Werksteinen verarbeitet.

3. Die basaltischen Gesteine.

Von eruptiven Gesteinen sind die Basalte in Westfalen am spärlichsten vertreten. Sie kommen in zwei räumlich ziemlich weit von einander getrennten Gebieten vor. Das eine liegt in dem südlichen Teile der Provinz, im Siegerlande, wo der Basalt teils in der Form von Basaltkuppen sich aus dem Unterdevon erhebt, teils als Gang die Schichten dieser Formation durchbrechend. Eine Anzahl solcher Gänge, die die Erdoberfläche nicht erreicht haben, sind durch den Siegerländer Erzbergbau bekannt geworden.

Die Basaltvorkommen sind ziemlich zahlreich und haben auch an vielen Stellen bei Gelegenheit der Anlage neuer Strassen lokale Verwendung gefunden, für grössere Steinbruchbetriebe sind sie aber meist zu unbedeutend, und nur an dem Hohenseelbachkopf bei Siegen wird Basalt in grösserem Massstabe durch die Aktiengesellschaft „Eiserfelder Steinwerke" in Eiserfeld gebrochen. Nördlich des Siegerlandes finden sich noch drei vereinzelte aber auch unbedeutende Basaltvorkommen, an der Salei bei Pettenberg (Lenne), am Nordfuss des Ebbegebirges bei Hervel und an der alten Strasse von Meinerzhagen nach Drolshagen bei Scheda.

Alle diese Basaltvorkommen sind Plagioklasbasalte; einige zeigen die den Basalten eigentümliche Säulenabsonderung, so z. B. am Hohenseelbachskopf, wo auch solche Säulen gewonnen werden.

Das zweite Vorkommen liegt im östlichsten Teile der Provinz, in der Gegend von Warburg, nördlich der Diemel. Wir haben es hier mit den nördlichen Ausläufern der Basalte des Habichtswaldes zu tun, die ihrer petrographischen Beschaffenheit nach sehr mannigfaltig ausgebildet sind. Ausser Plagioklasbasalten, wie am Desenberg bei Warburg, kommen vor: Nephelinbasalt am Hüssenberg bei Eisen, Nephelin-Melilithbasalt am Hohenberg bei Bühne, Leucitbasalt am Uhlenberg bei Sandebeck, Limburgit bei Daseberg. In den meisten Fällen bestehen die Vorkommen aus kleinen Kuppen oder verhältnismässig schmalen Gängen, die teilweise durch Steinbruchbetrieb fast völlig abgebaut sind. Die Steinbrüche liefern im wesentlichen Material für Beschotterung der Strassen.

Die meisten Vorkommen liegen auf einem Gebiete, das im Süden von dem Flusslauf der Diemel begrenzt wird, im Norden bis Borgholz, im Westen bis Peckelsheim und im Osten bis Deissel sich erstreckt. Ganz vereinzelt liegt weiter nördlich noch der Leucitbasalt des Uhlenberges bei Sandebeck.

Die Steinbrüche Westfalens.

(Die nachstehenden Angaben sind den Antworten einer Rundfrage entnommen, die ich vor einiger Zeit an die westfälischen Steinbruchindustriellen ergehen liess. Zur Ergänzung sind unter den einzelnen Gesteinsrubriken noch diejenigen Brüche angeführt, von denen uns keine Angaben zugingen. Für die Richtigkeit der über die einzelnen Firmen gegebenen Mitteilungen bleibt die Verantwortung den betreffenden Betrieben selbst überlassen.)

Sandstein.

Von den in den verschiedenen Formationen Westfalens vorkommenden Sandsteinen werden hauptsächlich diejenigen der Carbonischen Formation in zahlreichen und zum Teil sehr grossen Steinbruchbetrieben abgebaut.

Die Firma Carl Craemer in Essen-Ruhr hat ihre Steinbrüche in den Gemeinden Schüren und Berghofen (Amt Aplerbeck) und baut dort einen grauen mittelkörnigen Kohlensandstein ab (Abb. 6). Das Gestein hat unebenen, scharfkantigen Bruch und bedeutende Festigkeit. Nach den Angaben der Firma beträgt die Druckfestigkeit ca. 1800 kg/qcm. Ausser Kleinschlag werden Pflastersteine, Werksteine, Bordschwellen usw. hergestellt und Material für Mauersteine und Packlagesteine gewonnen. Die

Jahresproduktion betrug im Jahre 1912 bei durchschnittlich 150 Arbeitern über 63 000 t, darunter 15 000 t Pflastersteine.

Ein zweiter Steinbruchsbetrieb dieser Firma ist in der Gemeinde Annen, an der Chaussee Witten-Wetter. Das Gestein ist ähnlich dem des obigen

Abb. 6 Ruhrsandstein; Steinbruch der Firma H. Schüller in Herdecke.

Bruches, mit einer Druckfestigkeit von ca. 1850 kg/qcm. Die Jahresproduktion im Jahre 1912 setzte sich zusammen aus: 7000 t Pflastersteine, 2000 m Bordsteine, 38 000 t Packlage, 3500 t Schotter, 12 500 t Mauersteine und 5100 t hammerrechte Steine für Fassaden.

Einen grauen, schwarzgesprenkelten Ruhrsandstein von gleichförmig, mittelfeinkörnigem Gefüge gewinnt die Gewerkschaft Christinenruhe in Steele-Ruhr, in ihren Steinbrüchen bei Altendorf a. Ruhr. Es ist ein arkoseähnlicher Sandstein, der zu etwa zwei Drittel aus Quarzkörnern besteht, und zu einem Drittel aus Körnern von Feldspat, Tonschiefer, Kieselschiefer und ähnlichem. Das Bindemittel ist teils Quarz teils Tonschiefersubstanz und Kalkspat. Die mittlere Druckfestigkeit des trockenen Gesteins beträgt 2528 kg/qcm. Das Gestein wird vornehmlich zu Pflastersteinen verarbeitet, von denen im Jahre 1912 über 2 Millionen Stück hergestellt wurden; daneben wurden ca. 36 000 t Mauersteine, Packlagersteine und Schotter gewonnen.

Von besonderem Interesse wegen der Art der Verarbeitung des Materials sind die Herdecker Sandsteinbrüche von H. Schüller in Herdecke. Die Steinbrüche sind an der Südseite des Ardeygebirges gelegen, wo der Ruhrsandstein mächtige, dickbankige Lager bildet. Das Gestein ist von gelblichgrauer Farbe, mittelkörnig bis feinkörnig und von arkoseähnlicher Beschaffenheit. Es besteht aus Körnern von weissem und grauem Quarz und enthält daneben auch reichlich Feldspat, der mit einer Lupe sehr gut zu sehen ist, sowie Körner von Kieselschiefer und Tonschiefer. Das Bindemittel ist teils kieselig, teils tonig. Die Druckfestigkeit beträgt 1058 kg/qcm. Die Art des Vorkommens in mächtigen Bänken erlaubt, grosse zusammenhängende Blöcke zu brechen, die bei der Säurebeständigkeit des Materials sich zur Herstellung von grossen Trögen und Bottichen in hervorragender Weise eignen, die daher auch ein Hauptprodukt des Betriebes bilden. Solche Tröge werden bis zu einer Länge von 9 m hergestellt und dienen in vielen Werken des In- und Auslandes zu Säurereservoiren und Beizbottichen. Neuerdings werden solche Tröge aus Platten zusammengesetzt, wobei die Fugen durch ein Spezialverfahren so gedichtet werden, dass die Tröge 20 Jahre und länger auch heissen Säuren standhalten.

Die Platten finden auch als Bodenbelag dort Verwendung, wo viel mit Säuren gearbeitet wird, ausserdem auch als Fusssteigbelag in zahlreichen Städten, z. B. Hamburg und Altona. Neben diesen Produkten werden Pflastersteine, Werksteine und Schotter hergestellt. Die Zahl der Arbeiter beträgt durchschnittlich 65 Mann, die Jahresproduktion ca. 5000 t.

Die Firma Carl Schlitt in Bredenscheid baut einen festen, feinkörnigen Kohlensandstein ab, der in den unteren Bänken der Steinbrüche eine blaue bis blaugraue, in den mittleren und oberen eine gelblichgraue Farbe hat. Das Gestein enthält neben Körnern von Quarz, aus denen es hauptsächlich besteht, auch Körner von Feldspat, Kieselschiefer, Tonschiefer und Blättchen von Glimmer, und hat ein festes kieseliges Bindemittel. Der Bruch ist ziemlich glatt und eben, so dass sich das Gestein gut zur Herstellung von Pflastersteinen und Platten eignet; auch Bordschwellen und Werksteine werden gewonnen, sowie Material zum Wegebau. Die Belegschaft beträgt 110 Mann, die eine Jahresproduktion von ca. 63 000 t leisten.

Ein bedeutender Steinbruchbetrieb ist der der Gewerkschaft Industrie in Herbede a. Ruhr, welche dort einen Ruhrkohlensandstein abbaut. Das Gestein dient zur Herstellung von Werksteinen, Bordschwellen und aller Art von Wegebaumaterial, Pflastersteinen, Schotter, Packlage usw. Die Bohrmaschinen werden durch Luftdruck betrieben und zur Förderung dienen drei elektrische Aufzüge. Die Untersuchung des Gesteins auf seine Druckfestigkeit ergab im Jahre 1888 1200 bis 1300 kg/qcm, indessen wird jetzt bei fortschreitendem Abbau und weiterem Vordringen in das Gebirge viel widerstandsfähigeres Gestein gebrochen. Die Belegschaft betrug im Jahre 1912 115 Mann, und die Produktion des Jahres belief sich auf über 7600 Doppelwaggon.

Ein feinkörniger bis dichter Ruhrsandstein von flachmuscheligem, scharfkantigem Bruch und von grauer Farbe wird von der Firma Gebrüder Keuser in Hattingen a. d. Ruhr, in ihren in Bredenscheid und Holthausen gelegenen Steinbrüchen gewonnen. Das spez. Gewicht des Gesteins beträgt 2,638, der Dichtigkeitsgrad $d = \frac{r}{s} = 0{,}984$. Die mittlere Druckfestigkeit wurde zu 1640 kg/qcm bestimmt. Das Gestein ist in mächtigen unter ca. 40 Grad einfallenden Bänken abgelagert. Das Material findet vielseitige Verwendung für Werksteine, Bordschwellen, Flursteine, Pflastersteine, Schotter, Mauersteine und Packlagesteine. Die Jahresproduktion beträgt ungefähr 50 000 t und geht zu etwa $^{9}/_{10}$ an Behörden, der Rest an Private.

Die Firma Josef Rumöller in Recke bei Ibbenbüren baut Kohlensandstein in drei Steinbrüchen ab, die in Bockraden, Püsselbüren und — der bedeutendste — am Dickenberg bei Ibbenbüren gelegen sind. Das Gestein ist von weisslich-grauer Farbe. Die amtliche Untersuchung der Druckfestigkeit ergab im Mittel 1079 kg/qcm für das lufttrockene Gestein. Aus dem Material werden Werksteine, Flursteine und Bordschwellen hergestellt, die besonders bei Kirchenbauten Verwendung finden. Das Gestein wird mit gewöhnlichen Keilen gespalten und dann mittels Dampfkraft aus der Tiefe gehoben. In den Brüchen sind insgesamt ungefähr 80 Arbeiter beschäftigt, die ca. 1200 cbm Werksteine verarbeiten.

In derselben Gegend in Püsselbüren und Steinbeck bei Ibbenbüren liegen die Steinbrüche der Firma Wilhelm Niebuhr in Hörstel i. W., von denen der in Steinbeck zurzeit wegen des dortigen Baues des Mittelland-Kanales ruht, aber nach Fertigstellung desselben wieder in Betrieb genommen und mit Anschluss zum Mittelland-Kanal versehen wird. In den letzten Jahren wurden dort durchschnittlich 5000 cbm normale Ibbenbürener Kohlensandsteine gebrochen und zu Werksteinen, Flursteinen, Pflastersteinen und

Schotter verarbeitet. Die Zahl der Arbeiter beträgt 120 Mann, welche jährlich 10 000 cbm Gestein verarbeiten.

Auch die Firma H. Berentelg in Recke i. W. betreibt Steinbrüche in dem Ibbenbürener Kohlensandstein, und zwar in Buchholz und Bockraden bei Ibbenbüren und am Dickenberg bei Recke. Die ersteren Brüche liefern mittelkörnigen Sandstein von gelber Farbe mit braunen Adern, die durch Eisenhydroxyd gefärbt sind. Die Druckfestigkeit dieser Gesteine beträgt 920 bis 960 kg/qcm. Das Gestein vom Dickenberge bei Recke ist ebenfalls von mittelkörniger Struktur, von grauer Farbe und enthält zahlreiche Bruchstücke von schwarzem Tonschiefer und Kieselschiefer, sowie Flitter von weissem Glimmer; seine Druckfestigkeit beträgt 841 kg/qcm. Indessen sind die einzelnen Bänke hinsichtlich ihrer Härte und Festigkeit verschieden, und die besonders harten Schichten werden zu Treppenstufen, Bordschwellen und Pflastersteinen verwendet. Die Zahl der Arbeiter betrug im Jahre 1912 in den drei Betrieben und den Werkstätten zusammen etwas über 100 Mann. Die Gesamtproduktion desselben Jahres belief sich in den Steinbrüchen von Buchholz und Dickenberg zusammen auf 1700 cbm Werksteine, von denen die des Dickenberges hauptsächlich zu monumentalen Hochbauten, Kirchen usw. dienen, während der Buchholzer Stein wegen der grossen Härte und Festigkeit nur zu Tiefbauten und Treppenanlagen, Bordschwellen und Schotter benutzt wird, und ca. 10 000 cbm Bruchsteine für Fundamente, Mauern usw. Die Verfrachtung wird in Ibbenbüren vorgenommen.

In einem kleineren Steinbruch in Bocketal bei Ibbenbüren baut dieselbe Firma auch einen Hilssandstein ab, der besonders für Hochbauten verwendet wird.

Im Gebiete des Ruhrkohlensandsteins liegen auch die Steinbrüche der bekannten Firma Carl L'hoest in Kupferdreh und Werden, die aber nicht mehr in die politischen Grenzen Westfalens fallen, sondern der Rheinprovinz angehören. Es muss daher hier betreffs dieser Firma auf das betr. Kapitel, das die Rheinprovinz behandelt, verwiesen werden. Geologisch ist das Vorkommen der betr. Gesteine mit den westfälischen Ablagerungen verbunden, ist auch nur wenige Kilometer von der Grenze Westfalens entfernt.

Die Firma Arnold Richter, Ruhrkohlensandstein-Industrie in Hohensyburg gewinnt Ruhrkohlensandstein in 4 Steinbrüchen: Klusenberg in Hohensyburg (Hauptbetrieb), Buchholz bei Westhofen, Wittbräucke und am Bahnhof Herdecke. Der letztgenannte Bruch ist fiskalisch und wurde früher von der Firma H. Schüller in Herdecke (s. o.) betrieben. Eine von Hohensyburg vorliegende Probe zeigt ein ziemlich feinkörniges Gestein von schöner, gleichmässig grauer Farbe und ebenem oder flachmuscheligem Bruch, das neben Quarz auch etwas Feldspat und ziemlich viele glänzende Blättchen von weissem Glimmer enthält. Das Gestein von Buchholz wird als absolut säurefest und wetterbeständig bezeichnet und daher zur Herstellung von Säurebottichen gebraucht; im übrigen werden in allen Betrieben Werksteine, Bordschwellen, Flursteine, Treppenstufen, Mauersteine und Schotter hergestellt. Das Abtreiben der Gesteinsmassen in den Brüchen geschieht mit Keilen, da beim Schiessen die Steine meist zu stark zertrümmert und keine grossen Blöcke erhalten werden. Die Zahl der in den gesamten Brüchen beschäftigten Arbeiter beträgt zurzeit ca. 130 Mann.

Aus dem Gebiete des Ruhrkohlensandsteins seien noch erwähnt: die Firma Lünenbürger & Franzen in Witten a. Ruhr, die in Witten am Ardeygebirge ihre Brüche hat. Das Gestein, das eine Druckfestigkeit von 850 kg/qcm besitzt, wird mittels elektrischer Bohranlagen und Aufzüge ge-

wonnen und zu Werksteinen, Bordschwellen, Flursteinen, Bruchsteinen und Pflastersteinen verarbeitet. In dem Betriebe sind 30 Arbeiter beschäftigt. Ferner die Gesellschaft m. b. H. „Steinbruch und Ziegelei Westhofen" in Westhofen bei Schwerte. Das Gestein ist mittelkörnig und ziemlich glimmerreich. Einige Bänke zeigen dünnplattige Absonderung, die durch parallele Lagerung der Glimmerblättchen bedingt ist. Die Farbe des Gesteins ist wechselnd, grau, gelblich oder rötlich (durch Eisenoxyd gefärbt), und oft finden sich verkohlte Pflanzenreste. Die Gewinnung geschieht durch Handbetrieb. Soweit möglich wird das Material durch Abkeilen gebrochen und zu Werksteinen jeder Art, besonders hammerrechten Mauersteinen für Verblendung von Stützmauern, Sockeln, Brücken und ähnl., zu Bordschwellen und Pflastersteinen verarbeitet. Die Zahl der Arbeiter wechselt zwischen 10 und 15 Mann; die jährlich geförderte Menge beträgt ca. 4000 bis 5000 cbm.

Auch die Firma Anton Lappe in Nierenhof gewinnt Ruhrkohlensandstein aus ihren in Nieder-Bonsfeld bei Hattingen gelegenen Steinbruch, und liefert Bordschwellen, Flursteine, Pflastersteine, Mauersteine, Klein- und Grobschlag und Packlagersteine.

In dem Ibbenbürener Kohlenrevier wird Kohlensandstein ausser von den oben genannten Firmen ferner noch gewonnen: von der Firma August Büchler in Püsselbüren bei Ibbenbüren, welche durchschnittlich 30 bis 40 Arbeiter beschäftigt und hauptsächlich Werksteine, Bordsteine, Mauersteine und Packlagesteine durch Handbetrieb gewinnt; ferner von der Firma Josef Hoffschulte in Ibbenbüren, deren Steinbruch ungefähr 300 m nördlich des Staatsbahnhofes in Ibbenbüren gelegen ist, und aus den bei einer Belegschaft von 20 Mann jährlich ca. 18 000 t Gestein (mit Hilfe von Bremsberg) gefördert und zu Werk-, Bord- und Pflastersteinen sowie zu Schotter verarbeitet wird. Dieser Steinbruch ist durch Anschlussgleis mit der Staatsbahn verbunden.

Die Schichten der Trias, des Buntsandsteines bauen die Sollinger Steinbrüche ab, die der Firma: Administration der Sollinger Steinbrüche Haarmann & Co., G. m. b. H. in Holzminden an der Weser, von der braunschweigischen Regierung übertragen wurden. Die Firma hat sich zu einem grossen Steinbruchs- und Steinschleifereibetrieb sowie Steinhauerei entwickelt. Obwohl mit dem grössten Teil ihrer Anlagen nicht innerhalb der politischen Grenzen Westfalens gelegen, mögen diese Werke doch hier genannt werden, da sie unmittelbar an die Ostgrenze der Provinz anstossen, und ihr Material zu einem Teile wenigstens der Provinz Westfalen entnehmen. Der Sandstein hat eine schöne dunkelrote Farbe, etwas geflammt, und ist ein feinkörniges Gestein von sehr gleichmässiger Struktur, das oft sehr gut ebenflächig spaltet und sich daher ganz besonders gut zu Sandsteinplatten verarbeiten lässt. Die Platten finden eine weitverbreitete Anwendung als Fussbodenbelag, und werden für diesen Zweck vielfach bei der Anlage von Schlachthäusern verwendet (z. B. in Holzminden, Mainz, Kalk, Düren, Neuss, Schweinfurt, Passau, Offenbach, Fulda, Wiesbaden usw.). Sie gehen aber auch weit über die Grenzen Deutschlands hinaus nach Holland, Oesterreich, Schweiz, und in grosser Menge nach Südamerika, insbesondere nach Brasilien, Montevideo, Argentinien. Zur Herrichtung der Platten dienen mehrere Schleifmühlen*). Ausser Platten werden Quadersteine, Treppenstufen, Fenstersohlbänke, Pferdekrippen, Tröge, Spülsteine und Pflastersteine usw. hergestellt, zu denen sich das Gestein wegen seiner Härte und Festigkeit gut eignet. Die Druckfestigkeit des lufttrockenen Gesteines beträgt nämlich im Mittel 1014 kg/qcm und

*) Siehe Abb. 10 S. 448 des Handbuchs der Steinindustrie. Bd. II, Technik der Steingewinnung und Steinverarbeitung.

in der Spaltrichtung 957 kg/qcm. Der Betrieb der Steinbrüche ist sehr alt und geht in das 9. Jahrhundert zurück. Die Abtei Corvey bei Höxter, erbaut im Jahre 815, ist aus diesem Material gebaut. Zurzeit beträgt die Zahl der Arbeiter 180 Mann, die jährlich 3500 bis 4000 cbm Gestein verarbeiten. Die Versendung geschieht von den Bearbeitungsstätten und Lagerplätzen an der Weser bei Holzminden aus.

Ebenfalls in dem Buntsandstein bauen die Steinbrüche der Firma Sandsteinwerke Wöllbrink in Wrexen ab. Sie liegen in der Königl. Oberförsterei Hardehausen, Gemeinde Scherfede, Kreis Warburg. Es werden hauptsächlich Blöcke hergerichtet für die Anfertigung von Grabdenkmälern, ausserdem aber auch Werksteine, Flursteine, Bordschwellen und Pflastersteine. In dem Betriebe sind durchschnittlich 25 Arbeiter beschäftigt, die zwischen 600 und 800 cbm Gestein verarbeiten.

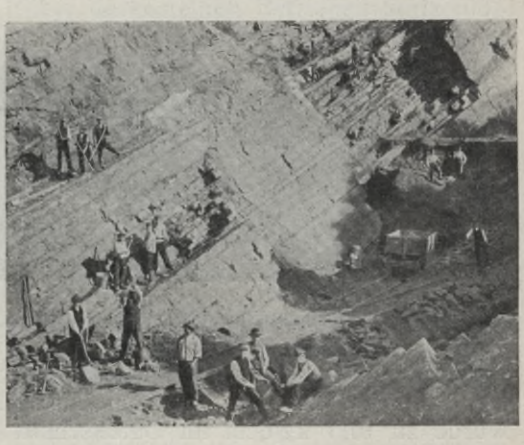


Abb. 7 Porta-Sandstein, Steinbruch bei Hamberge bei Minden, Firma M. Michelsohn & Co.

Bei Scherfede liegen auch die Buntsandsteinbrüche der Firma Westfälische Steinbrüche und Kalkwerke in Niedermarsberg. Es ist der bekannte „Wrexener-Sandstein", der dort gebrochen und zu Werksteinen, sowie zu Putz- und Mauersanden verarbeitet wird.

Der Juraformation gehört der Porta-Sandstein an, der von der Firma M. Michelsohn & Co. in den Steinbrüchen von Hausberge bei Minden gebrochen wird (Abb. 7) und wesentlich als Werkstein Verwendung findet. Der Stein wird mittels elektrisch betriebener Schräm-Maschinen und ausserdem auch bei Handbetrieb mit Zweispitzen abgeschrotet. Er hat gleichförmig kristallinisches Gefüge, unregelmässigen Bruch, gelblichgraue Farbe. Die mittlere Druckfestigkeit beträgt bei trockenem Gestein 418 kg/qcm, bei wassersattem 336 kg/qcm und bei ebensolchen Proben, die 25 maligem Gefrieren bei ca. — 16 Grad C ausgesetzt waren, noch 301 kg/qcm. In dem Betriebe sind 45 Arbeiter beschäftigt, die jährlich 800 cbm Werksteine herstellen.

In der Kreideformation finden sich abbauwürdige Sandsteinschichten in verschiedenen Abteilungen.

In der unteren Kreide, dem Neokom, liegen zwischen den Orten Hörstel und Riesenbeck die Gravenhorster Sandsteinbrüche der Firma Hollweg, Kümpers & Co., G. m. b. H. in Rheine. Der Sandstein ist feinkörnig und gleichmässig in der Körnung, und von grauer, gelber oder brauner Farbe. Er enthält viele kohlige organische Reste. Das Gestein ist wetter- und feuerbeständig und sehr hart. Die Druckfestigkeit beträgt 841 kg/qcm. Wegen dieser Eigenschaften wird es jetzt viel als Auflagerstein bei Brückenbauten benutzt. Geliefert werden: Bruchsteine, Packlagesteine, Senksteine, Auflagesteine, Kleinschlag für Betonbau und Werksteine aller Art für Kirchen-, Haus- und Brückenbau.

Eine grössere Anzahl von Steinbruchbetrieben bauen in den Schichten der oberen Kreide, dem Turon, den durch Glaukonit gefärbten Grün-

sandstein ab, der im Handel vielfach als „Dolomit“ bezeichnet wird. Die meisten und wichtigsten liegen in der Nähe der Ortschaften Rüthen und Anröchte, östlich von Soest. Der Firma Heinrich Schulte in Anröchte gehört ein Steinbruch in Anröchte und einer in Klieve. In beiden Brüchen lagern die Sandsteinbänke, wie auf der Abb. 8 deutlich zu erkennen ist, nahezu oder vollständig horizontal. Das Gestein ist von schöner dunkelgrüner Farbe und besteht aus Körnern von Quarz, Kalkspat und reichlich auftretendem Glaukonit; mit Salzsäure behandelt, braust es stark auf. Der hohe Gehalt an Car-

Abb. 8 Grünsandstein, Steinbruch bei Klieve, Firma Heinrich Schulte in Anröchte

bonat ist jedenfalls die Veranlassung für die Benennung „Dolomit“. Vielfach kommen Reste von weissen Muschelschalen vor. Die Druckfestigkeit wurde zu 1017 kg/qcm im Durchschnitt bestimmt. In den Brüchen sind durchschnittlich 25 Arbeiter, in den Verarbeitungsstätten 30 bis 35 Steinmetzen beschäftigt. Der Wert des gewonnenen Gesteinsmaterials beläuft sich auf ca. 90 000 Mk. im Jahre.

Ein ähnlicher Betrieb ist derjenige der Firma: Sandsteinwerk Rüthen, vorm. Möller & Co., G. m. b. H. in Rüthen. Das Gestein ist ähnlich dem vorher beschriebenen, hat aber eine etwas ins bräunliche gehende Farbe, die durch Umwandlung des Glaukonites und Bildung von Eisenhydroxyd bedingt wird. Auch enthält es weniger Kalk, da es mit Salzsäure behandelt, keine so lebhafte Kohlensäure-Entwicklung zeigt, wie jenes. Von dem Gestein wird absolute Wetterbeständigkeit gerühmt, daher seine Verwendung hauptsächlich zu Werksteinen für Monumentalbauten, Denkmäler, Kirchen, Schulen, Privat- und Geschäftshäuser usw. Die Zahl der Arbeiter beträgt 50, die Jahresproduktion ca. 800 cbm.

Aehnliche Gesteine gewinnt die Firma: Rüthener Grünsandsteinwerke, G. m. b. H. in Rüthen, und zwar Grünsandstein, der zu Werkstein verwendet wird in einem Steinbruch in Rüthen, und ein von der Firma als „Zähhartpflasterstein“ bezeichnetes Gestein, das ein vorzügliches Pflastermaterial abgibt. Die Druckfestigkeit des ersteren wird auf ca. 600 kg/qcm, die der letzteren auf 1600 kg/qcm angegeben. Die Steine in dem Werksteinbruch werden in Handbetrieb gebrochen und an Ort und Stelle zu Rohblöcken von 3 bis 5 m Länge bossiert. Unter Hallen werden sie dann zu Denkmälern, Fassaden usw. verarbeitet. Der Stein eignet sich auch zu Bildhauerarbeiten. Das zu Pflastersteinen verwendete Material ist ein sehr harter, zäher und schwer zu bearbeitender Stein, der aber vorzügliche Pflastersteine liefert. Die Wetterbeständigkeit ist durch gut erhaltene alte Bauwerke, die aus diesem Gestein aufgerichtet worden sind, erprobt, so z. B. die Johanniskirche zu Rüthen, erbaut 1737, Rathaus zu Rüthen mit Figuren und Wappen 1715 u. a. m. In dem Betriebe sind durchschnittlich 40 bis 50 Arbeiter beschäftigt, die 800 bis 1000 cbm roh bossierte und bearbeitete Werksteine produzieren.

Von kleineren Betrieben seien noch erwähnt, die Firma Josef Schorlemmer in Anröchte, deren Steinbruch in der Nähe des Bahnhofes Anröchte gelegen ist. Es werden Treppenstufen, Fensterbänke, Quadern, Säulen in allen möglichen Formen und Dimensionen hergestellt, daneben Werksteine, Pflastersteine und Schotter. Von durchschnittlich 30 Arbeitern werden jährlich 650 bis 700 Waggons Material gefördert.

Die Firma Johannes Pieper in Berge bei Anröchte betreibt einen Grünsandsteinbruch in unmittelbarer Nähe des Ortes Berge. Das Gestein zeigt auch hier, wie in den früher dargestellten Betrieben horizontale Lagerung. Die oberen Bänke werden zu Wegebausteinen, Mauersteinen usw. verwendet und mittels Handbohrer und durch Sprengung gewonnen, die unteren werden durch Abkeilen gelöst und zu Werksteinen verarbeitet. Es sind 10 bis 15 Arbeiter beschäftigt. Der Wert des gewonnenen Materials beläuft sich auf ca. 30 000 Mk. jährlich.

Die Firma Heinrich Böhmer in Anröchte, hat einen Grünsandsteinbruch in der Nähe des Bahnhofes Anröchte und gewinnt daraus Werksteine, Bordsteine, Flurbelag, Pflastersteine und Schotter mittels Handbetrieb. Sie beschäftigt im Steinbruch und in den Verarbeitungsstätten zusammen 28 Arbeiter, die eine Jahresproduktion von ca. 3500 cbm liefern.

Ebenfalls bei Anröchte baut auch die Firma Franz Frisse Grünsandstein ab. Sie beschäftigt ungefähr 24 Arbeiter und liefert Werksteine, Bordschwellen, und Wegebaumaterial, insbesondere für die Industriegegend und für die nahe liegenden Kreise.

Weitere Sandsteinbruchbetriebe.

Altenbochum, Kr. Bochum
Vierhaus, Julius u. Paul, gen. Schulte-Vels.

Altendorf
Steinbruch Charlotte G. m. b. H.
Mintrop & Co., G. m. b. H.

Altenrüthen, Kr. Lippstadt
Altenrüthen, Jac. Heinr.

Alstedde, Kr. Tecklenburg
Spitzley, August.

Bochum
Imberg & Dippel, Bochumer Sandsteinwerke.

Buchholz
Oberste, Heinrich.
Richter, Arnold.

Düren bei Witten
Stichternath & Co. (Witten).

Hasslinghausen bei Schwelm
Schulz, Otto (Barmen).

Herdecke, Kr. Hagen
Binse, Rudolf.
Flasshof.
Gautzsch, Friedrich.
Kühling, Karl (Walkheck).
Märkische Bau- und Stein-Industrie, G. m. b. H. (Wetter).
Reismann, Gustav (Essen).

Ibbenbüren
Braunschweig, Friedrich.
Herschbach & Bosse.
Waegner, Max.

Isenberg bei Hattingen
Nessler & L'Hoest.

Kleff, Kr. Hagen
Hartmann, August.
Reimann, Gustav.

Ledde, Kr. Tecklenburg
Braunschweig, Friedrich.
Lutterbey, Fritz.

Püsselbüren, Kr. Tecklenburg
Alpe, G.
Reiberg, Ludwig.

Schee, Kr. Schwelm
Schulz, Otto (Barmen).

Vosshöven, Kr. Hagen
Külpmann, Wilhelm (Grundschöttel).

Westherbede, Kr. Hattingen
Beckkamp, Wilhelm.
Hammertaler Sandsteinbrüche G. m. b. H. (Essen).

Westhofen, Kr. Hörde
Dittrich, Carl (Schwerte).
Kühling, Karl (Kalkheck).

Witten
Wagner, Emil.

Grauwacke.

Der bedeutendste Grauwacken-Steinbruchbetrieb Westfalens ist der der Gewerkschaft Bonifacius zu Thal, Stein- und Kalk-Industrie in Westig i. W. Die Brüche liegen bei Westig und haben Bahnanschluss an die Station Westig der Strecke Unna—Fröndenberg—Iserlohn für eine tägliche Leistung von 800 t Schotter, Pflastersteine usw. Als Produkte des Betriebes werden aufgeführt: Pflastersteine, Kleinpflaster, Mosaikpflaster, Fassadensteine, Bordsteine, Hammerrechte, Mauersteine, Maschinen- und Handkleinschlag, Chaussee- und Grenzsteine, Packlage, Grus, Sand, Gartenkies. Das Gestein ist eine ausserordentlich harte, deutlich geschichtete Grauwacke von gleichmässig feinkörniger Beschaffenheit, unregelmässigem Bruch und grauer Farbe. Das Raumgewicht ist = 2,645, das an Pulver bestimmte spezifische Gewicht = 2,727. Die Druckfestigkeit des trockenen Gesteins beträgt 3429 kg/qcm, wassersatte Proben ergaben 3115 kg/qcm, und dieselben nach 25 maligem Gefrieren 2882 kg/qcm. Die Arbeiterzahl schwankt, einschliesslich der dazu gehörigen Ziegelei sind ungefähr 160 Mann beschäftigt. Die Tagesleistung betrug 350 t bis zum Jahre 1912.

Abb. 9 Grauwacken-Steinbruch Lasbeck der „Westfälischen Stein-Industrie“ in Nachrodt. Wirkung eines Sprengschusses mit einer Ladung von 10 000 kg Pulver und 75 kg Dynamit

Die Westfälische Stein-Industrie, G. m. b. H. in Nachrodt bei Letmathe hat einen bedeutenden Steinbruchbetrieb in Lasbeck bei Nachrodt, Gemeinde Oestrich (Abb. 9). Das Gesteinsmaterial ist fein-, mittel- und grobkörnige Grauwacke, teils gut, teils schlecht spaltbar. Die Druckfestigkeit beträgt ca. 2500 kg/qcm. Die Farbe ist graublau bis blau, an der Luft nicht veränderlich. Das schlecht spaltbare Material wird zu Schotter, Splitt und Sand, das gut spaltbare zu Pflastersteinen, Grenzsteinen, hammerrechter Verblendung usw. verarbeitet. Der Betrieb ist maschinell mit elektrischer Kraft; elektrisch angetriebenem Luftkompressor für Luftbohranlage, Gleisseilbahn und Kleinbahn; ebenfalls elektrisch betriebenem Schotterwerk mit einer Jahresleistung von 14 000 Doppelwaggons. Die Arbeiterzahl beträgt 59 Mann.

Die Grauwacken-Industrie G. m. b. H. in Siegen hat mehrere Steinbrüche in Betrieb, die in der Gegend von Olpe gelegen sind und zwar im Listertale bei Hunswinkel, in den Gemeinden Valbert und Dumicke, alle im Gebiete des Mittel-Devons. Das Gestein ist feinkörnig bis dicht, der Bruch flachmuschelig, scharfkantig, die Farbe dunkelgrau. Raumgewicht und am

Pulver bestimmtes spez. Gewicht sind fast gleich, ersteres 2,688, letzteres 2,703. Die Druckfestigkeit des trockenen Gesteins ist 3665 kg/qcm, das wassersatte Gestein hat 2964 kg/qcm und dasselbe nach 25 maligem Gefrieren 3388 kg/qcm Druckfestigkeit. Es werden zurzeit hauptsächlich Pflastersteine in allen Formarten, sowie auch Hausteine, Schotter, Splitt und Sand hergestellt. Die Zahl der in den Brüchen beschäftigten Arbeiter betrug im Durchschnitt der letzten 3 Jahre 68 Mann; die Jahresproduktion im Jahre 1912 belief sich auf 4428 t.

Dem Drahtwerk Bergerhammer G. m. b. H. in Berge, Kreis Mechede, gehört ein Grauwacken-Steinbruch in Berge an der Provinzialstrasse Freienohl-Eslohe, Bahnstrecke Wennemen-Finnentrop. Das Gestein ist von gleichförmigem, dichtem Gefüge, mit muscheligem, scharfkantigem Bruch, die Farbe ist graublau, wetterbeständig. Es werden Werk- und Pflastersteine hergestellt. Die Zahl der Arbeiter betrug 1912 durchschnittlich 40 Mann.

Bei Finnentrop liegt der Grauwacken-Steinbruch der Firma J. Biggemann in Finnentrop, welche hammerrechte Verblendsteine, Bordsteine, Treppenstufen herstellt und ausserdem Packlagesteine, Mauersteine und Steinschlag liefert. Die Belegschaft beträgt 15 Mann, die Jahresproduktion zirka 10 000 Tonnen.

Ein ähnlicher Betrieb ist der der Firma Wilhelm Müchler Söhne in Neuenrade. Der Abbau erfolgt durch Handbetrieb und liefert hammerrechte Steine, Mauersteine, Pflastersteine und Schotter. Die Förderung erfolgt mittels Bremsberg und Feldbahn. Die Zahl der Arbeiter beträgt 13; die Jahresproduktion wird auf 5000 cbm angegeben, für welche hauptsächlich Gemeinde und Private in Westfalen die Abnehmer sind.

Allagen, Kr. Arnsberg
Loag, Heinrich, Ww.

Bierbaum, Kr. Altena
Steinbruchgenossenschaft G. m. b. H., Lüdenscheid.

Bleche, Kr. Olpe
Basalt-Akt.-Ges. Linz a. Rh.

Bredenbruch, Kr. Iserlohn
Hunshausen, W. (Weidenau).

Brügge, Kr. Altena
Castella, Jacob.

Calle, Kr. Iserlohn
Hilbrandt, Friedr.

Delsten, Kr. Hagen
von Krüchten, J. R., G. m. b. H. (Haspe).

Drolshagen, Kr. Olpe
Lüttike, Franz.

Erlen, Kr. Olpe
Westerwaldbrüche, G. m. b. H. (Cöln).

Evingsen, Kr. Iserlohn
Radix, Hermann.

Germinghausen, Kr. Olpe
Rüsche, Heinrich.

Giershagen, Kr. Brilon
Charlottenhammer Steinbruch- u. Mühlenbetrieb, G. m. b. H., Bredelar.

Hagen
Goebel, Albert.

Hallenberg, Kr. Brilon
Glade & Vollmecke.

Hilchenbach
Schürfgesellschaft Addenbach.

Höh, Kr. Altena
Berges, August (Bierbaum).

Hundswinkel, Kr. Altena
Basalt-Akt.-Ges. Linz a. Rh.
Becker & Henel (Reppinghausen).
Vollmerhaus, Gustav.

Iserlohn
Hilbrandt, Friedrich (Bremke).

Kettelbach, Kr. Schwelm
von Krüchten, J. R. (Haspe).

Langerhels, Kr. Schwelm
Dahlmann, W. (Oede).

Listerscheid, Kr. Olpe
Basalt-Akt.-Ges. Linz a. Rh.

Lösenbach, Kr. Altena
Feldhoff, Ernst (Lüdenscheid).
Turk, Eugen, Wwe. (Lüdenscheid).

Meggen, Kr. Olpe
Kramer, Joseph, gen. Lohrers.
Milspe, Kr. Schwelm
Bröcking, Fr. jr. (Gevelsberg).
Neuenrade
Stock, Anton.
Obergrime, Kr. Iserlohn
Hilbrandt, Fr. (Bremke).
Plettenberg, Kr. Altena
Laas & Wirth.
Rönkhausen, Kr. Meschede
Westerwaldbrüche, G. m. b. H. (Cöln).
Selbecke, Kr. Hagen
Schaake, Carl (Hagen).
Tecklenburg
Lutterbey, Fritz.
Valbert, Kr. Altena
Aggerthaler Grauwackenbrüche, G. m. b. H., Linz a. Rh.
Eiserfelder Steinwerke, Akt.-Ges. Eiserfeld.
Nothjunge, Gustav.
Versevörde, Kr. Altena
Schirmer, Carl.
Werdohl, Kr. Altena
Oebbecke, Wilhelm.

Tonschiefer, Dachschiefer.

Eines der bedeutendsten Unternehmen in der Tonschiefer-Gewinnung Westfalens ist die Schieferbau-Aktien-Gesellschaft „Nuttlar" in Nuttlar, welche bei Nuttlar, Ostwig, Antfeld und Silbach Schiefer bricht. Eine Abbildung des Werkes in Nuttlar mit den Verarbeitungsanlagen gibt Abb. 10. Alle Anlagen werden durch elektrische Kraft betrieben. Die Gewinnung geschieht grossenteils in Stollenbau (s. Bd. 2 S. 52). Es werden dabei elektrisch angetriebene Luftdruck-Bohr- und Schrämmaschinen verwendet. Für die Förderung sind elektrische Aufzüge und Bremsberge angelegt. Die Verarbeitung zu Dach- und Tafelschiefer geschieht mittels Handbetrieb, für die Plattenfabrikation dienen Säge-, Hobel- und Schleifmaschinen, zum Teil mit der Hand, zum Teil maschinell betrieben. Das Material dient zur Herstellung von Dachschiefer, Tafelschiefer, Schieferplatten für elektrotechnische Zwecke, Billardplatten, Tischplatten, Fensterbänke, Fussleisten, Gesimsbedeckungen u. ähnl. Das Gestein ist von schöner, gleichmässiger

Abb. 10

schwarzblauer Farbe und sehr wetterbeständig, auch säurefest. Die Zahl der Arbeiter in den Steinbrüchen ist 61, in den Verarbeitungsstätten 78 Mann. Die Jahresproduktion belief sich im Jahre 1912 an Dach- und Tafelschiefer auf 78 168 Ctr., und an Schieferplatten auf 12 363 qm.

Ein zweiter grosser Betrieb ist derjenige der Firma Westfälische Schiefer-Industrie G. m. b. H. in Meschede, deren Brüche bei Wallen im Kreise Meschede, unfern der Station Wennemen gelegen sind. Sie liefern ein äusserst homogenes, dunkelblaues Material fast ohne Spaltbarkeit, dabei wetterfest, unangreifbar von Säuren und metallfrei. Daher ist der Schiefer

besonders geeignet auch für die Verwendung in der chemischen Industrie und in der Elektrotechnik. Er lässt sich wie Marmor schleifen, hobeln und polieren. Die Verarbeitung zu Platten geschieht zunächst durch ein Sägewerk, dann weiter durch Hobel-, Schleif- und Sägemaschinen. Es werden Platten bis zu einer Grösse von 6 qm erzielt. Auch Tischplatten aller Art werden hergestellt, namentlich für Sezier- und Operationstische, ferner Fensterbänke, Abdeckplatten, Fussleisten, Sockel, Billardplatten, Schulwand-Tafeln, Podest- und Balkonplatten, Treppensteine, Flursteine, Waschtischplatten und Waschtischaufsätze, Platten für elektrische Schalttafeln usw. Die Zahl der Arbeiter in den Brüchen beläuft sich auf 21, in den Werkstätten auf 51 Mann. Die Jahresproduktion für 1912 wurde mit 21 000 qm angegeben.

Von gleicher Bedeutung ist der Betrieb der Firma Ohl, Treude & Metz, G. m. b. H. in Raumland bei Berleburg. Die Hörre-Raumländer Schiefergruben gehören zu den ältesten Dachschiefergruben Deutschlands, es lässt sich ihr Betrieb bis in den Anfang des achtzehnten Jahrhunderts nachweisen, — die älteste Konzessionsurkunde datiert vom 30. Januar 1717. Seit mehreren Jahren ist der Tagebau gänzlich eingestellt, und es findet jetzt nur unterirdischer Betrieb statt. Das Material wurde bis 1913 nur zu Dachschieferplatten verarbeitet und zwar lediglich in Handbetrieb. Seit diesem Jahre werden aber auch Schieferplatten hergestellt zu Fensterbänken, Flurbelägen, Tisch- und Billardplatten, Fussleisten und Platten für elektrotechnische Zwecke. Der Schiefer enthält keinen Schwefelkies und keine kohlensauren Verbindungen und ist daher von vorzüglicher Dauerhaftigkeit, die auch durch langjährige Erfahrung erprobt ist. Die Belegschaft betrug im abgelaufenen Jahre insgesamt 70 Mann, und diese produzierten 26 750 Ctr. Platten.

Die Firma Peter Tommes in Nordenau, Reg.-Bez. Arnsberg, betreibt Dachschiefergruben in Dotzlar und Nordenau. Die Hauptanlagen sind die Gruben Brandholz Stollen I, Brandholz Stollen II und Winterseite, alle in Nordenau. Der Betrieb ist unterirdisch. Die Verarbeitung des Gesteines zu Platten geschieht mittels Säge-, Hobel- und Schleifmaschinen, zu deren Antrieb Wasserkraft benutzt wird. Es werden alle Arten von Platten hergestellt, die zu Fensterbänken, Fussleisten, Flurbelägen, Schalttafeln usw. Verwendung finden, vorwiegend aber Schieferplatten zu Dach- und Wandbedeckung. Auf der Grube in Dotzlar wird der Schiefer nur für Dach- und Wandbedeckung verarbeitet. Insgesamt wurden bei einer Gesamtbelegschaft von 111 Mann im Jahre 1912 auf allen Gruben über 96 000 Ctr. Dach- und Wandschieferplatten produziert, die hauptsächlich in Westfalen und den Nachbarprovinzen verbraucht werden.

Die Firma Feudinger Dach- und Feinschieferbrüche, Gewerkschaft Thomas Sieben in Buschhütten bei Kreuztal betreibt Schiefergruben bei Feudingen bei Laasphe. Das Gestein ist von gleichförmigem, feinkörnigem bis dichtem Gefüge, mattglänzend und von grauschwarzer Farbe, der Bruch ist dünnblättrig, die Bruchfläche etwas rauh. Die Jahresproduktion beträgt zurzeit 35 000 Stück Dachschieferplatten.

Nuttlar, Kr. Meschede
Sauerwald, H. C.

Silbach, Kr. Brilon
Dohle, Emil.
Silbacher Schieferwerke Steinrücke.

Kalkstein und Marmor.

Von den Rheinisch-Westfälischen Kalkwerken, Aktiengesellschaft zu Dornap, kommen für Westfalen die ausgedehnten Kalksteinbrüche bei Letmathe, im Hönnetal und Oberhagen in Betracht. Diese

Gesellschaft ist bei weitem die bedeutendste der Kalkstein-Industrie. Sie verfügt über ein Gesamtareal von nahezu 1500 Hektar und beschäftigt in ihren zahlreichen Betrieben weit über 2000 Arbeiter. Die Verwendung des in den Brüchen geförderten Gesteinmateriales ist eine ausserordentlich vielseitige. Abgesehen von seiner Benutzung als Baustein und als Wegebaumaterial, Schotter usw. findet es vielseitige Anwendung in der Industrie bei der Herstellung von Glas, Soda u. ähnl., ganz besonders aber in der Eisenindustrie als Zuschlag bei dem Hochofenprozess. Als gebrannter Kalk oder Aetzkalk dient es zur Herstellung von Mörtel, zu den verschiedensten chemischen und technischen Zwecken, in der Gerberei, Papierfabrikation, Zuckerfabrikation, zur Herstellung der Aetzalkalien, Ammoniak usw. Sehr bedeutend ist die Menge, die alljährlich für die Gewinnung des Stahls nach dem Thomasverfahren von den Hüttenwerken verbraucht wird. In neuerer Zeit wird es auch zur Herstellung der sehr in Aufnahme gekommenen Kalksandsteine gebraucht und vieles andere mehr. Grosse Brüche besitzt die Gesellschaft bei Letmathe, von denen zwei, Bruch Jasper und Bruch Maria in der Abb. 11 dargestellt wird. Der Kalkstein ist dort zum grossen Teil dolomitisch, d. h. er enthält neben kohlensaurem Kalk auch kohlensaure Magnesia. Dieser dolomitische Kalkstein ist für die Stahlindustrie von Bedeutung geworden. Er wird durch Sinterung von seinem Kohlensäuregehalt befreit und dient dann, gemahlen und mit Teer gemischt zur Ausfütterung der Siemens-Martin-Oefen und Konverter. Eine grosse Sinteranlage für dieses Gestein ist in Letmathe in Betrieb. Der Versand belief sich im Jahre 1911 auf 948 090 t Rohmaterial und 697 303 t gebranntes Material.

Abb. 11

Die Sauerländische Kalkindustrie G. m. b. H. in Messinghausen besitzt einen Steinbruch „am Dicken Stein“ in Messinghausen. Das Gestein (Fettkalk) wird nur für die Kalkbrennerei verwendet. Die Zahl der Arbeiter im Steinbruch beträgt 50 Mann und ebensoviele sind an den Kalköfen beschäftigt. Die Jahresproduktion belief sich im Jahre 1912 auf 3000 Doppelwaggon.

Die Firma „Grube Wohlverwahrt“ bricht einen als Korallen-Oolith bezeichneten Kalkstein in Kleinenbremen im Wesergebirge. Das Gestein ist von schwärzlichgrauer Farbe und besteht aus dunkelgefärbten oolithischen Körnern, die durch Kalkspath verkittet sind. Das Gefüge ist körnig, zum Teil mit grobkörniger Ausbildung. Es werden aus dem Material, dessen Druckfestigkeit durchschnittlich 190 kg/qcm beträgt, Pflastersteine hergestellt und Steine für den Wegebau, als Deck- und Packlage, sowie

Schotter gewonnen. Auch zum Brennen und für die Zementfabrikation wird es benutzt. Die Belegschaft beträgt 15 Mann, die Förderung 10 000 t im Jahre.

Die Firma Westfälische Steinbrüche und Kalkwerke G. m. b. H. in Niedermarsberg, die bereits vorher bei den Sandsteinbrüchen erwähnt wurde, besitzt einen Kalksteinbruch in Niedermarsberg, in welchem Werksteine zu Bau- und Monumentalbauten gebrochen werden. In gemahlenem Zustande wird das Material für Kunststeine, Edelputz, Vorsatzbeton u. ähnl. verwendet. Die Farbe des Kalksteines ist gelblich bis hellgrau, seine Druckfestigkeit beträgt im Mittel 460 kg/qcm.

Ein Betrieb von geringerem Umfang ist der der Firma Julius Busch in Lübbecke. Der Steinbruch liegt am Lübbecker Berge, Gemarkung „Am Heidbrink" und liefert im wesentlichen Schotter. Der Kalkstein gehört zu den Ablagerungen der Jura-Formation und hat in dem Bruche fast horizontale Lagerung.

Alme, Kr. Brilon
Mühlenbein, Theodor (Niederhof).
Altenbeken
Kalkwerke Altenbeken.
Amshausen, Kr. Halle
Teutoburger Kalkwerke Amshausen, G. m. b. H.
Anröchte
Jakoby, Carl.
Rinsche, Wilhelm.
Schulte, August.
Arnsberg
Bartling, E. (Wiesbaden).
Ascheloh, Kr. Halle i. W.
Strackerjahn.
Attendorn
Attendorner Kalkwerke, G. m. b. H.
Biggetaler Kalkwerke, G. m. b. H.
Beckum
Bleckmann, Arnold.
Hagedorn & Illigens.
Horstkötter, Joseph.
Klasberg, B.
Mersmann, Kaspar.
Plassmann & Co.
Ruhr, J.
Berge, Kr. Lippstadt
Coppius, Caspar.
Billerbeck, Kr. Coesfeld
Fertkamp, Hermann.
Wieskamp, B.
Bilveringsen, Kr. Iserlohn
Peters & Schleddenhoff.
Borghausen, Kr. Olpe
Mecklinghauser Marmor- und Kalkindustrie, A.-G. Siegen.
Borgholzhausen, Kr. Halle
Farthmann, Dora.
Ravensberger Kalkwerke, Pfeiffer & Co.

Brackwede
Gierhake, Ludwig.
Kalkwerke Bielefeld-Brackwede.
Niehwöhner, Heinrich.
Brilon
Riggert, Ernst Gerhardt.
Zechstein und Zechitwerke Bredelar.
Brochterbeck, Kr. Tecklenburg
Gentrup, Joseph.
Büren
Bürener Kalkwerke Evers, Joh.
Portlandzement und Kalkwerke Burania G. m. b. H.
Delsten, Kr. Hagen
Langenohl, H.
Dreschheiderhagen, Kr. Altena
Neuhaus, Karl.
Dutum
Attendorner Kalkwerke, G. m. b. H., Hamm.
Eggeberg, Kr. Halle
Schneider, H.
Eggenscheid, Kr. Altena
Neuhaus, Karl.
Elsey, Kr. Iserlohn
Holtschmidt, H. W.
Ennigerloh
Ennigerloher Kalkwerk, A. Schupp & Co.
Ennigerloher Portlandzement und Kalkwerke, Grünberg & Rosenstein, A.-G., Bochum.
Kalthörner, W.

Ennigerloh
Portlandzementfabrik Germania, A.-G., Hannover.
Vereinigte Bremer Portlandzementwerke Porta Union, A.-G., Porta Westfalica.

Eppenhausen, Kr. Hagen
Theis, Heinrich, jr.

Geseke, Kr. Lippstadt
Geseker Kalkstein und Zementwerke Monopol, A.-G.
Gewerkschaft Lothringen
Meteor, A.-G., Geseker Kalk- und Portlandzementwerke.
Portlandzement und Wasserkalkwerke Victoria Luise.
Westdeutsche Kalkwerke G. m. b. H.
Schlenkhoff, H.
Zement- und Wasserkalkwerke G. m. b. H. Geseke.

Grevenbrück, Kr. Olpe
Grevenbrücker Kalkwerke G. m. m. H.
Belke, Anton.

Hagen
Schmidt, Friedrich.

Heggen, Kr. Olpe
Heggener Kalkwerke G. m. b. H.

Herdringen, Kr. Arnsberg
Gräfl. Fürstenberg'sche Zentralverwaltung Herdringen.

Hohenlimburg
Hohenlimburger Kalkwerke G. m. b. H.
Holtschmidt, H. W.

Hoppeke, Kr. Brilon
Zechstein und Zechitwerke Bredelar.

Hundewick, Kr. Ahaus
Westfälische Kalkwerke Böcher, Hessing, von Berge.

Ibbenbüren
Loismann, Bernhard.

Kleinenbremen, Kr. Minden
Berkemeier, Friedr.
Harting, Wilh., Wwe.

Klieve, Kr. Lippstadt
Dieste, Heinrich, Wwe.
Rinsche, Franz.
Schulte, Heinrich.

Künsebeck, Kr. Halle
Kalk- und Schwemmsteinwerk Windmüller & Co., Bielefeld.
Köppen, Richard.
Steinfurth, Theodor.

Langerfeld, Kr. Schwelm
Schluck, Ewald.

Lengerich
Kalk- und Zementwerk Lengerich, G. m. b. H., Gelsenkirchen.
Kröner, Rudolf, A.-G.
Lengericher Portlandzement und Kalkwerke.
Portlandzement und Kalkwerk Lengerich.
Schlenkhoff, H.
Tecklenburger Kalk- und Zementwerke, G. m. b. H., Lengerich.

Mielinghausen, Kr. Meschede
Kotthoff, Wilhelm.

Müschede, Kr. Arnsberg
Direktion der Ruhr—Lippe-Kleinbahnen Soest.

Nammen, Kr. Minden
Fimmerberg, Heinrich.
Kohlmeier, Heinrich.

Neesen, Kr. Minden
Vereinigte Bremer Portlandzementwerke Porta Union, A.-G.

Nettelstedt, Kr. Lübbecke
Baugesellschaft Michelsohn, Hausberge.

Neubeckum
Moll, Gustav.
Portlandzementfabrik Anna, A.-G.
Portlandzementfabrik Germania A.-G.

Nordborcken, Kr. Paderborn
Gemeinde Nordborcken.

Nottuln, Kr. Münster
Faltmann, Heinr.

Paderborn
Rauschoff & Sparken.
Wördehoff, Wilhelm.

Röhre, Kr. Arnsberg
Westerwaldbrüche, A.-G., Köln.

Schalke, Kr. Tecklenburg
Kalk- und Zementwerke Lengerich, G. m. b. H., Lengerich.

Scherfede, Kr. Warburg
Peine, Johannes.

Steinhausen, Kr. Büren
Rüther-Stork, Conrad.

Stevern, Kr. Münster
Faltmann, Heinrich.

Ubbedissen, Kr. Bielefeld
Ubbedissener Steinbrüche, G.m.b.H.
Gude, Witwe.

Vellern, Kr. Münster
Kröger & Krogbeumker.

Wehringhausen, Kr. Meschede
Westfälische Kalkwerke, G. m. b. H., Finnentrop.

Westerheiden, Kr. Lippstadt
Wegener, Franz.

Wettringen
Gude, Witwe.

Wüllern, Kr. Ahaus
Hollekamp, Heinrich.

Marmor.

Allagen, Kr. Arnsberg
Westfälische Marmor- und Granitwerke, G. Dassel.

Berghausen, Kr. Olpe
Westfälische Marmor- und Granitwerke, G. Dassel.

Deutmecke, Kr. Meschede
Ax & Foerde (Grevenbrück).

Hagen-Wernighausen
Küpper, Emil.

Quarzit, Quarz.

Die Baugesellschaft Michelsohn in Hausberge und Hannover hat Quarzitbrüche in Nettelstedt, Kreis Lübbecke, und verarbeitet das Gestein zu Pflastersteinen und Schotter. Der Quarzit ist feinkristallinisch und hat ein gleichförmiges Gefüge. Die Farbe ist grau bis dunkelgrau. Der Bruch ist zum Teil ziemlich glatt, zum Teil unregelmässig hakig. Das Raumgewicht wurde zu 2,682, das spezifische Gewicht am Pulver zu 2,765 bestimmt, so dass also der Dichtigkeitsgrad 0,970 beträgt. Als mittlere Druckfestigkeit ergab sich für das trockene Gestein 3037 kg/qcm, für wassersattes Gestein 2770 kg/qcm und für dasselbe nach 25 maligem Gefrieren 2734 kg/qcm, so dass also ein sehr festes, widerstandfähiges Material vorliegt. Die Förderung betrug im Jahre 1912 30 000 cbm.

Die Firma Wilhelm C. Gockel in Westig betreibt einen in Westig gelegenen Quarzsteinbruch. Das gewonnene Material ist kristallisierter und derber weisser Quarz von reiner Beschaffenheit. Er findet Verwendung zu Glasschmelzsand, Tiegelstahlsand, Glasursand, Emaillesand, Stahlformsand, Martinofenherdsand, Kernformsand, Poliersand, Marmorschneidesand, Schleifsand für Nadel- und Stahlfederfabrikation, Sand für Sandstrahlgebläse usw.

Der im Jahre 1912 angefangene Betrieb beschäftigt jetzt durchschnittlich 25 Arbeiter mit einer täglichen Leistung bis zu 5 Waggonladungen.

Eine Art von Steinbruchbetrieb ist auch der Abbau der Schlackenhalden der Gutehoffnungshütte in Oberhausen durch die Firma Frau Aug. Dickmann G. m. b. H. in Bottrop, die mit einer Arbeiterzahl von 40 Mann die Schlacken zu Schotter und Packlage für Bahn- und Wegebau verarbeitet, und im Jahre 1912 98 400 t förderte.

Gerlingsen, Kr. Iserlohn
Hilbrandt, Gustav (Quarzit).

Lämmershagen, Kr. Bielefeld
Ubbedissener Steinbrüche, G. m. b. H. (Quarzit).

Eruptivgesteine.

In Westfalen erstreckt sich der Steinbruchbetrieb nur auf eine sehr beschränkte Zahl von Vorkommen von Eruptivgesteinen.

Porphyr und Porphyrtuff.

Die porphyrischen Gesteine Westfalens gehören den Keratophyren bezw. Quarzkeratophyren an, also einer Gesteinsgruppe, die den Granitporphyren nahesteht, aber einen natronreichen Feldspat, meist Albit, enthält.

Die Firma Franz Liese in Würdinghausen bei Kirchhundem betreibt einen Steinbruch in einem unmittelbar südlich von Würdinghausen vorkommenden Quarzkeratophyr, und verarbeitet das Gestein zu Treppenstufen, hammerrechten Bausteinen, Werksteinen, Bortschwellen und Schotter. Das Gestein hat eine hellgelblichgraue oder rötliche dichte Grundmasse von feinsplitterigem Bruch, in welcher viele Kristalle von Quarz und Feldspat eingebettet sind. Es bricht in unregelmässigen Blöcken, wie aus der untenstehenden Abb. 12 des Steinbruches deutlich zu erkennen ist. Die rote Farbe, welche das Gestein an vielen Stellen zeigt, wird durch die Bildung von Eisenoxyd hervorgerufen. Die Belegschaft beläuft sich im

Abb. 12

Durchschnitt auf 25 bis 30 Mann und die Förderung im Jahre 1912 auf etwa 12 000 cbm.

In dem Steinbruch der Firma Heinrich Müller in Albaum bei Kirchhundem, der unmittelbar an der Strasse bei Albaum gelegen ist, wird ein ganz ähnliches Gestein gebrochen. Dieser Quarzkeratophyr ist sehr reich an Quarzkristallen und enthält daneben viele Feldspatkristalle von verhältnismässig frischer Beschaffenheit. Die Grundmasse ist dicht und splittrig. Der Bruch des Gesteins ist fast muschelig bis uneben. Die Zahl der Arbeiter beträgt ungefähr 15, die Menge des geförderten Materials etwa 5000 cbm jährlich.

Auch die mit den Porphyren (Keratophyren) zusammen auftretenden Keratophyrtuffe werden in ähnlicher Weise, wie die entsprechenden Eruptivgesteine verwendet. Ein solches Gestein wird in dem Steinbruch der Firma Mathilde Brill in Bilstein gewonnen, der an dem Ausgange des Ortes an der Landstrasse gelegen ist. Der Tuff ist ein festes Gestein von grauer Farbe, das auf der frischen Bruchfläche einer Breccie ähnlich sieht. Es wird besonders zu Werksteinen verarbeitet. Es findet indessen kein regelmässiger Abbau statt, sondern es wird nur zeitweise nach Bedarf gebrochen.

Diabas (Grünstein).

Einer der bedeutendsten Steinbrüche im Diabas ist derjenige der Firma Heinrich Siekmann in Scheriede. Der Steinbruch liegt „Im Hagen" in der Gemarkung Messinghausen, in deren Gegend die Diabasvorkommen die

grösste Ausdehnung besitzen. Das Gestein gehört zu der Gruppe der Diabasporphyrite. Es besteht aus einer feinkörnigen dunkelgrünlich-grauen Grundmasse, in der viele porphyrische Ausscheidungen von Feldspat liegen, die bis über 1 m Grösse erreichen und durch Verwitterung eine grünliche Farbe erhalten haben. Hierdurch ist das Gestein dem berühmten, von den Römern als Ziergestein verwendeten porfido verde antico sehr ähnlich. Die Belegschaft beträgt 22 Mann, von denen 10 in dem Steinbruch, 12 in den Verarbeitungsstätten beschäftigt sind. Es werden Pflastersteine hergestellt sowie Strassenbaumaterial, Wegesteine, Packlage und Schotter. Die Jahresproduktion betrug 1912 zirka 6000 cbm.

Einen körnigen Diabas bricht die Firma Fritz Kneer in Bigge am Tannenköpfchen bei Olsberg. Das Gestein ist mittelkörnig und von graugrüner Farbe. Man kann darin zahlreiche leistenförmige Kristalle von Feldspat und schwarze Körner von Augit erkennen; auch Eisenkies ist häufig zu beobachten. Der Bruch des Gesteines ist uneben grossmuschelig. Der Diabas wird durchsetzt von ziemlich ebenflächig verlaufenden Rissen, auf denen sich Ueberzüge von Kalkspat abgesetzt haben. Der Betrieb ist nicht bedeutend.

Basalt.

Die Aktiengesellschaft Eiserfelder Steinwerke in Eiserfeld bei Siegen, deren grösste Betriebe in der Rheinprovinz und im Regierungsbezirk Wiesbaden gelegen sind, hat in der Provinz Westfalen nur einen Bruch am Hohenseelbachskopf bei Herdorf im Kreise Siegen in Betrieb. Der Bruch ist in der nebenstehenden Abb. 13 dargestellt und zeigt die schöne säulenförmige Absonderung des Basaltes. Das Gestein ist deutlich körnig und enthält sehr viele Einsprenglinge von Olivin.

Abb. 13

Es findet vielseitige Verwendung zu Prell- und Schutzsteinen, Pflastersteinen aller Formate, Kleinpflastersteine, Schotter zum Bahn- und Wegebau sowie als Betonmaterial. Da es sich um ein ganz regelmässiges Säulenvorkommen handelt, erfolgt die Gewinnung nur mit der Hand. Die mittlere Druckfestigkeit des trockenen Gesteines beträgt 3357 kg/qcm, im wassersatten Zustande 2799 kg/qcm und nach dem Gefrieren der wassersatten Probe 2759 kg/qcm.

Rheinprovinz.

Von Geologe Dr. Bärtling, Witten (Prof. A. Leppla, Königl. Landesgeologe, Berlin).

In der gesamten deutschen Steinindustrie nimmt die Rheinprovinz entschieden eine führende Stellung ein. Sie ist hierzu nicht nur durch ihre günstige Lage an den wichtigen Wasserstrassen Rhein und Mosel befähigt, sondern besonders auch durch die Mannigfaltigkeit der vorkommenden Gesteine. In der Rheinprovinz treffen wir nicht nur sämtliche Sedimentgesteine an von den ältesten bis zur jüngsten der geologischen Entwicklungsreihe, sondern auch eine grosse Anzahl von Eruptivgesteinen, die zum Teil gerade einen ganz besonderen Wert für die Bauindustrie besitzen.

Auch der Bedarf an Bruchsteinen ist im eigenen Gebiet schon ein recht grosser. Durch die Wasserstrassen eröffnet sich die Möglichkeit zu einer billigen Ausfuhr der Produkte, namentlich nach den Niederlanden. Andererseits eröffnen aber diese günstigen Transportverhältnisse auch die Möglichkeit, dass einige ausländische Steinindustrien den Konkurrenzkampf selbst in diesem Erzeugungsgebiet mit Erfolg aufnehmen konnten. So sind es besonders schwedische und belgische Pflastersteinwerke, die ihre Produktion selbst hier in grosser Menge absetzen. Nicht selten trifft man am Niederrhein Strassenpflaster aus schwedischen Granit, obwohl ein gleich gutes Material aus nicht so grosser Entfernung im Innland bezogen werden kann. Auch die Dachschieferindustrie hat unter der Konkurrenz des Auslandes empfindlich zu leiden, und gerade hier ist eine solche am wenigsten gerechtfertigt. Nur in seltenen Fällen erreicht das ausländische Schiefermaterial auch nur annähernd die Qualität des einheimischen Materials von Rhein und Mosel. Trotzdem erreichte die Einfuhr an ausländischen Schiefer im Jahre 1911 noch einen Wert von 3 Millionen Mark! Eine Reihe von Eruptivgesteinen von Granit und Syenit fehlen in der Rheinprovinz so gut wie ganz. Und doch erreicht die Steinbruchindustrie hier eine solche Grösse, dass nicht weniger als 600 Steinbrüche zurzeit in Betrieb stehen, in denen 17 000 Arbeiter beschäftigt werden. Ihre Jahresproduktion steigt bis zu einer Höhe von 10 000 000 Tonnen.

Die grossen Züge der geologischen Verhältnisse der Rheinprovinz spiegeln sich deutlich in der Oberflächengestaltung wieder. Den weitaus grössten Teil der Provinz bedeckt das Rheinische-Schiefergebirge, das aus paläozoischen Gesteinen aufgebaut ist, zu denen vielfach, wie im Westerwald, Siebengebirge und der Eifel jüngere Eruptivgesteine hinzutreten. Scharf unterschieden ist schon topographisch hiervon das Bruchgebiet des niederrheinischen Flachlandes, das sich in seinen Hauptmassen in der Tertiärzeit als Senkungsbecken ausgebildet hat. Die Anlage dieses ausgedehnten Grabenbruchs entstand aber schon in älterer geologischer Vergangenheit und begann vielleicht schon im Anschluss an die Auffaltung des Produktiven Carbons. Die Senkungsvorgänge erreichten aber wie gesagt erst in der Tertiärzeit ihren Höhepunkt. Infolgedessen finden wir hier an der Oberfläche keine nutzbaren Steinvorkommen, da die Tertiärschichten dieser Gegend solche nur ganz untergeordnet enthalten. Aehnliche Verhältnisse treffen wir in einem zweiten Senkungsfelde, das das Rheinische Schiefergebirge im Süden begrenzt, dem südlichen Taunus-Vorlande, das jedoch

nicht mehr zu dieser Provinz gehört. (Vergleiche Abschnitt Grossherzogtum Hessen).

Zwischen diesen Senkungsfeldern liegt ein Faltungsgebiet, das schon in alter geologischer Zeit aufgewölbt worden ist. Die ältesten Kerne dieser alten Falten sind bereits in der Phase der caledonischen Gebirgsbildung emporgewölbt. Zu dieser Phase gehört das Hohe Venn. Reste dieser alten Faltung begleiten noch den Südrand des Schiefergebirges am Hochwald, Hunsrück und Taunus. Unmittelbar südlich an diese ältesten Faltenkerne schliesst sich das Senkungsfeld des Saar-Nahebeckens, in dem vielfach mesozoische Gesteine an der Oberfläche auftreten.

Der weitaus grösste Teil des Schiefergebirges verdankt seine Auffaltung aber der nächst jüngeren Gebirgsphase, die wir als armorikanisch-varistische Faltung bezeichnen, die ihren Höhepunkt am Schluss der Carbonzeit erreichten. In unserem Gebiet begann diese Faltung, wie die grundlegenden Beobachtungen A. Denckmanns bewiesen haben, schon zurzeit des Unterdevons. Andererseits haben diese Gebirgsbildungsprozesse vielleicht auch noch kurze Zeit über das Carbon angedauert, da selbst die allerjüngsten Carbonschichten noch ihren Einfluss erkennen lassen. Bei diesem Faltungsprozess wurden die Schichten durch seitlichen Druck aufgewölbt und gefaltet. Die Falten dieses Systems verlaufen sämtlich gleichmässig von Südwest nach Nordost. Abgesehen von örtlichen Unregelmässigkeiten erkennen wir diese Richtung überall im Rheinischen Schiefergebirge wieder.

In späteren geologischen Perioden wurde dieses Faltengebirge noch wiederholt vom Meer wieder überflutet, dessen Brandung die Oberfläche abschliff und dessen Absätze, diese Abrasionsflächen, die z. T. auch als alte Landoberflächen vorgebildet waren, mit ihren Decken überkleideten. Denudation und Erosion arbeiteten nun aber später unausgesetzt an diesem Hochland, wuschen die ruhig gelagerten ungefalteten Decken der jüngeren Sedimentgesteine von den Hochflächen bis auf kleinere Reste wieder fort und zernagten auch den alten Faltenkern. Dabei folgte der Lauf des Wassers vielfach gern dem Verlauf der Gesteinsschichten des Untergrundes und so wurde wieder nach und nach von neuem ein den alten Falten entsprechendes Bild herauspräpariert.

Die Tafeldecken der jüngeren Gesteine sind dabei von der ehemaligen Hochfläche ganz fortgeführt und nur noch an den Rändern erhalten. Nur die Buntsandsteindecke zieht sich als nahezu zusammenhängendes Band von der Triererbucht über die Eifel zu deren Nordrand hinüber. Schon die jüngere Trias, der Jura und die Kreide besitzen eine solche Verbindung über das Gebirge nicht mehr, sie sind auf die Gebirgsränder beschränkt und fehlen auch keineswegs im Untergrunde des Gebirgsvorlandes. Besonders im nördlich anschliessenden Senkungsfelde der niederrheinischen Bucht sind sie unter der schützenden Decke der Tertiärschichten in nahezu unversehrter Ausbildung erhalten. Die annähernde Gleichheit der Gipfelhöhen, die ausgeglichenen ruhigen Gebirgsformen lassen darauf schliessen, dass das rheinische Schiefergebirge schon eine lange Periode hinter sich hat, in der es die Landoberfläche bildete. Umgestaltend haben dann aber in jungtertiärer und diluvialer Zeit noch einmal Senkungsvorgänge im Gebirgsvorland gewirkt, mit denen im Zusammenhang eine Reihe von Vulkanausbrüchen auftrat, die den alten Formen neue Berggestalten zufügte.

Auf die geologischen Formationen verteilen sich die nutzbaren Steinvorkommen der Rheinprovinz in folgender Weise: In den ältesten Faltenkernen, in denen das Cambrium und Silur zu Tage tritt, herrschen Quarzite und Schiefertone vor, die teilweise zu Quarzphylliten und Phylliten umgewandelt sind; sie enthalten auch die einzigen ganz unbedeutenden Granit-

vorkommen der Provinz. Grauwacken, Quarzite und Tonschiefer charakterisieren in erster Linie das Devon, das in ausserordentlicher Verbreitung in der Provinz vorhanden ist. Zu diesem Gestein gesellen sich im Mittleren und Oberen Devon auch noch bedeutende Kalk- und Dolomitvorkommen, die einen lebhaften Steinbruchbetrieb ins Leben gerufen haben. Eingelagert in diesen alten Formationen finden sich an zahlreichen Stellen auch Erstarrungsgesteine und zwar sowohl Diabase, Melaphyre wie auch Porphyrite und Quarzporphyrite.

Im Carbon tritt an der Basis der Formationsstufe der sogenannte Kohlenkalk auf der durch seine Reinheit ebenfalls eine lebhafte Steinbruchindustrie hervorgerufen hat. Im Oberen Produktiven Carbon, das seinen Namen und seine Bedeutung in erster Linie den Steinkohlenflözen verdankt, finden sich Sandsteine, die unter dem Namen Ruhrsandsteine, nach ihrem Vorkommen im Ruhrbezirk, sehr geschätzt sind. Die dem Ruhrsandstein entsprechenden Gesteine finden auch im Aachener Steinkohlenbezirk und an der Saar Verwendung. Allerdings bleibt diese Industrie ganz bedeutend hinter der Ruhrsandsteingewinnung zurück.

Im Rotliegenden herrschen die Konglomerate und Sandsteine vor, die von Porphyriten und Melaphyren begleitet werden. Sandsteine, die zum Teil überaus geschätzt sind, bilden das Hauptmaterial der nächstfolgenden Stufen des Buntsandsteins. Diese zeichnen sich meist durch schöne rötliche Farbentöne aus. Weisse Sandsteine enthält die unterste Zone des Muschelkalkes, dessen höhere Zonen aus Kalken und Dolomiten bestehen. Der Keuper, der in unserem Gebiet nur ganz untergeordnet auftritt, ist, soweit uns bekannt ist, nirgends in nennenswerten Massen gewonnen worden und ebenso ist auch die Juraformation, die nur noch in Resten am Rand des älteren Gebirges auftritt, nirgends abgebaut. Im Norden der Eifel bestehen die kleinen Reste aus Tonen, die keinerlei gewinnbare Gesteine enthalten. Im Süden an der lothringischen Grenze dagegen überwiegt der Sandstein (vergl. Lothringen).

Die jüngeren Formationen, die ebenfalls nur noch an den Gebirgsrändern und im Vorlande erhalten geblieben sind, enthalten wenig Gestein, die für die Steinindustrie von Bedeutung sind. Nur die Aachener Kreide enthält einzelne gewinnbare Kalkbänke, deren Bedeutung aber untergeordnet ist. Noch mehr treten solche für die Steinindustrie wertvollen Einlagerungen in der Tertiärformation zurück. Sie fehlen ganz im Diluvium.

Die Gesteine die in der Rheinprovinz gewonnen werden sind im einzelnen folgende:

A. Erstarrungs- und Eruptivgesteine.

Charakteristisch für die Steinindustrie der Rheinprovinz ist, dass hier sogenannte Tiefengesteine oder Erstarrungsgesteine, die aus einem Glutfluss nicht an der Oberfläche sondern in der Tiefe erstarrt sind und später durch Erosion entblösst wurden, fast vollständig fehlen. Ebenso fehlen hier auch im Rheinland, die diesen Gesteinen nahestehenden metamorphen Bildungen wie Gneis und Glimmerschiefer. Die vorkommenden nutzbaren Erstarrungsgesteine sind sämtlich Eruptivgesteine, die entweder als Gesteinsgänge in Spalten und Schloten, auf denen der Durchbruch erfolgte, erstarrt sind oder die Reste deckenförmiger Oberflächenergüsse solcher Eruptionen darstellen. Unter diesen Eruptivgesteinen können wir 2 Hauptgruppen unterscheiden, eine ältere, zu der Diabas, Melaphyr, Porphyrit und Quarzporphyr zu rechnen sind, und eine jüngere in der Basalt, Trachyt, Phonolith und Andesit gehören.

Der Ausbruch der älteren Gruppe erfolgte schon zur Zeit des Paläozoikums vielleicht im Zusammenhang mit der Faltung und anderen Ge-

birgsbildungsprozessen. Grösser ist aber die Bedeutung der jungen Eruptivgesteine, die in der Tertiärzeit ausbrachen.

I. Diabas.

Gänge von Diabas treten im Hunsrückschiefer auf und finden sich auch an zahlreichen Stellen des Rechtsrheinischen Schiefergebirges bis zur oberen Grenze des Devons eingelagert. Im Hunsrückschiefer bildet er mehrere, dem Streichen der Schichten parallele Züge, im Rechtsrheinischen Schiefergebirge passt er sich vielfach ebenfalls dem Streichen der Schichten in seinem Verlauf (sogen. Lagergänge) an, bildet aber auch echte Gänge (Spaltenausfüllungen), die ganz unabhängig von der Streichrichtung des Nebengesteins verlaufen. Vorwiegend wird der Diabas in der Rheinprovinz als Wegebaumaterial gewonnen. So z. B. bei Kernscheid und am Schweicher Morgenstern im Hunsrück. In früherer Zeit wurde er im Hunsrück auch nordöstlich und südöstlich von der Tabaksmühle bei Hockweiler und im Olewigertal gewonnen. Alle diese Brüche lieferten ebenfalls nur Wegebaumaterial. Grössere Diabasbrüche liegen im Ruwertal und zwar in der linken Talseite.

Abb. 1 Melaphyr-Hartsteinbruch der Kirner Hartsteinwerke bei Kirn a. d. Nahe

Diese lieferten nicht nur Wegebaumaterial sondern auch Baumaterial für die Brücken der Ruwertalbahn. Auch in Spiemont bei St. Wendel wird Diabas abgebaut, der eine Druckfestigkeit von 1970 kg/qcm besitzt. Der Bruch gehört der Firma Niederlinxweiler Hartsteinwerke Friedr. Reinshagen in Neunkirchen-Saar, die das Gestein zu Pflastersteinen, Strassen- und Bahnschotter, Stücksteinen und Betonierungsmaterial verarbeitet.

II. Melaphyr.

Etwas grössere Bedeutung als der Diabas besitzen die Melaphyrvorkommen im Saargebiet für die Steinbruchindustrie. Die Melaphyre, die

ihrem Alter nach zum Rotliegenden gehören, haben eine recht grosse Härte und bedeutende Druckfestigkeit. Infolge der Eigenschaft wenig von Klüften durchzogen zu sein, sind sie jedoch meist schwer zu bearbeiten, werden aber doch für alle möglichen Zwecke verwertet. Hauptsächlich findet dieses Gestein Verwendung als Pflasterstein zu Gross- und Kleinpflaster, Mosaiksteinen, Bordsteinen, Trottoiranlagen sowie Kleinschlag, Grus und Steinsand für Wege, Eisenbahn- und Betonbau. Die bedeutendsten Werke liegen in der Umgebung des Saarkohlenreviers. Ihrer geologischen Stellung nach gehören sie zum Rotliegenden. Bei Oberstein und Idar gewinnt man Melaphyr-Mandelstein in zahlreichen Brüchen zwischen beiden Orten. Dieser findet nicht nur als Wegebaumaterial Verwendung, sondern auch für rauhes Mauerwerk. Ein grösserer Betrieb gehört der Firma Müller & Co. in Kusel in der Pfalz. Die Brüche liegen in der Rheinprovinz bei Ruthweiler und Burglichtenberg. Der Melaphyr dieser Fundstellen ist von dunkelblauer Farbe und feinkörniger Beschaffenheit. Bei der Burg Thallichtenberg gewinnt ausserdem die Firma Ww. Fr. Wittke, Inhaber Karl Wittke in Neunkirchen an der Saar, Melaphyr. Diese besitzt noch einen zweiten Melaphyrbruch am Remigiusberg bei Theisbergstegen. Einen schönen gleichmässig blaugrau gefärbten feinkörnigen Melaphyr liefern die Brüche der Firma Karl Hölzer in Ehrenbreitstein, deren hier in Betracht kommenden Brüche bei Grumbach im Bez. Trier liegen. Das gewonnene Material wird auf der bayerischen Eisenbahnstation Lauterecken-Grumbach versandt. Auch hier wird vorwiegend Wegebaumaterial und Eisenbahnschotter gewonnen. Von grosser Bedeutung sind auch die Steinbrüche der Kirner Hartsteinwerke Albert Pfeifer in Kirn an der Nahe. Die Brüche dieser Firma liegen zum Teil in der Pfalz, Westerwald und bei Kirn. Sie liefern die sämtlichen oben erwähnten Produkte. Die Druckfestigkeit aller dieser Gesteine ist eine mittlere von durchschnittlich 2000 bis 2400 kg/qcm im bergfeuchten Zustande. Entsprechend der guten Qualität der Melaphyr-Pflastersteine ist ihr Absatzgebiet ein recht grosses.

Ausser diesen in Betrieb stehenden Melaphyrvorkommen gibt es noch eine Reihe, die ebenfalls verwertbar sind. So z. B. diejenigen von Erzweiler, Wilzenberg und Siesbach, die sich besonders zur Herstellung von Pflastersteinen eignen würden. Einer umfangreichen Gewinnung stehen hier jedoch die ungünstigen Transportverhältnisse allem Anschein nach entgegen.

Porphyrite und Quarzporphyre.

Die Porphyrite und Quarzporphyre, die ebenfalls im wesentlichen im Rotliegenden auftreten, haben eine geringere Bedeutung. Porphyrite dienen nur als Wegebaumaterial, ihre Bedeutung ist nur eine örtliche, während die Quarzporphyre dagegen ausser zum Wegebau auch als Rohmaterial zur Steingutfabrikation verwendet werden. Porphyrite werden im Vollmersbachtal gewonnen und zu Pflastersteinen verarbeitet. Quarzporphyre gewinnt man zum gleichen Zweck in der Lebacher Gegend, während man das feldspatreiche Rohmaterial für die Steingutfabrikation in der Gegend von Littermont und Weltersberg und bei Türkismühle gewinnt.

Die Gruppe der alten Erstarrungsgesteine ist mit der vorstehenden Zusammenstellung bereits erschöpft. Für die Steinbruchtechnik ist ihre Bedeutung keine grosse, wenigstens nicht im Vergleich zu den jungen Eruptiv-Gesteinen, die eine Industrie von ganz ausserordentlichem Umfang ins Leben gerufen haben.

Basalte und Basaltlaven.

Die Basalte haben in der Umgebung des Rheins eine sehr grosse Verbreitung, und gerade diese Gesteine haben neben der Grauwackengewinnung

den ausgedehntesten Steinbruchbetrieb der ganzen Rheinprovinz veranlasst. Sie sind meist ausserordentlich dicht und hart und erreichen eine überaus grosse Druckfestigkeit, die zwischen 3000 und 5300 kg/qcm schwankt. Die Gewinnung und Verwendung des Materials richtet sich jedoch nicht nur hiernach, sondern auch nach der Absonderung. Ein grosser Teil der Basalte zeigt eine prachtvolle Säulenstruktur. Namentlich beobachtet man solche Strukturformen an solchen Stellen, die wahrscheinlich als Durchbruchstellen des basaltischen Schmelzflusses anzusehen sind. Man bringt diese Absonderung in Zusammenhang mit der Rissbildung bei der weiteren Abkühlung nach der Erstarrung und der damit zusammenhängenden Kontraktion der basaltischen Massen. Andere Basalte dagegen zeigen diese säulige Absonderung nicht, sondern eine ganz unregelmässige Zerklüftung. Dementsprechend ist natürlich die Verwendung eine verschiedene. In anderer Weise zeichnen sich wieder die Basaltlavaströme der Umgebung des Laacherseegebietes aus, deren Gestein Härte und Festigkeit mit Porösität, schwerer Verwitterbarkeit mit besonders leichter Verarbeitungsfähigkeit vereinigt. Auch diese Lavaströme zeigen zum Teil säulige Absonderungsformen.

Diese Form der Zerklüftung ist aber bei den deckenförmigen Lavaergüssen im allgemeinen eine seltenere. Hier herrschen oft unregelmässige Zerklüftung oder plattige Absonderung vor.

Nach der Zusammensetzung des Basalts kann man in der Rheinprovinz eine Reihe von verschiedenen Typen unterscheiden, wie Leucitbasalt, Olivinbasalt, Nephelinbasalt, Dolerit usw. Eine Besprechung der petrographischen Eigenschaften dieser einzelnen Typen würde aber bei dem beschränkten, zur Verfügung stehenden Raum zu weit führen.

Eine besondere Eigentümlichkeit des Basalts ist das Vorkommen von sogenannten S o n n e n b r e n n e r n. Man versteht darunter Basalte, die die Eigentümlichkeit besitzen, nach der Gewinnung an der Luft sehr rasch kleinkugelig zu zerfallen. Sie lösen sich hierbei zu einem wertlosen Grus auf und müssen infolgedessen bei der Gewinnung sehr sorgfältig ausgehalten werden. An der Farbe oder anderen äusseren Merkmalen sind sie nicht zu erkennen, treten aber in grossen Partien in Steinbrüchen auf, die sich durch ihren Zerfall verraten und infolgedessen bei der Gewinnung zurückbleiben können. Wahrscheinlich handelt es sich bei diesen Sonnenbrennern um eine Eigenschaft, die das Gestein schon bei der Erstarrung angenommen hat. Es ist eine besondere Form der Absonderung. Sie tritt in den dichten Säulenbasalten nicht auf, kommt aber besonders oft im Gestein mit unregelmässiger Absonderung vor, sie soll angeblich in solchen Basalten, die einen rötlichen Farbenton aufweisen, häufiger vorkommen als in den dunkelblau-schwarzen Varietäten des Gesteins. Ob diese Angabe zutreffend ist, erscheint sehr zweifelhaft; denn auch die rötlichen Basaltvarietäten weisen meist die gleich guten Eigenschaften auf, die auch dem blauschwarzen Basalt zukommen. Von einem Verbrennen an der Sonne kann bei diesem Gestein natürlich nicht die Rede sein, allerdings wird auch die wechselnde Erwärmung unter dem Einfluss der Sonnenbestrahlung einen Zerfall nach dem bereits vorhandenen kleinkugeligen Gefüge beschleunigen. Hieran sind aber ebensogut andere Faktoren beteiligt, besonders die Wirkung des Frostes, der durch die Kristallisationskraft des in die Poren eingedrungenen gefrierenden Wassers das Gestein zersprengt, beginnende Verwitterung usw.

Die Verwendung des Basalts richtet sich nach Druckfestigkeit, Absonderungsform, Bearbeitbarkeit und ähnlichen Eigenschaften. Als rauhes Mauerwerk findet der Basalt nur wenig und meist nur in unmittelbarer Umgebung des Produktionsgebiets Verwendung. Die Säulenbasalte werden weithin versandt als Grenzsteine und Wegesteine, besonders aber zur Ver-

wendung für Wasserbauten, die starkem Wellenschlag ausgesetzt sind, und ähnlichen. Die übrigen Basalte und auch die Säulenbasaltvorkommen, soweit sie nicht als Säulen versandt werden, werden zu Kopfpflaster, Kleinpflaster, Kleinschlag für Eisenbahnoberbau, Strassen und Wege verarbeitet.

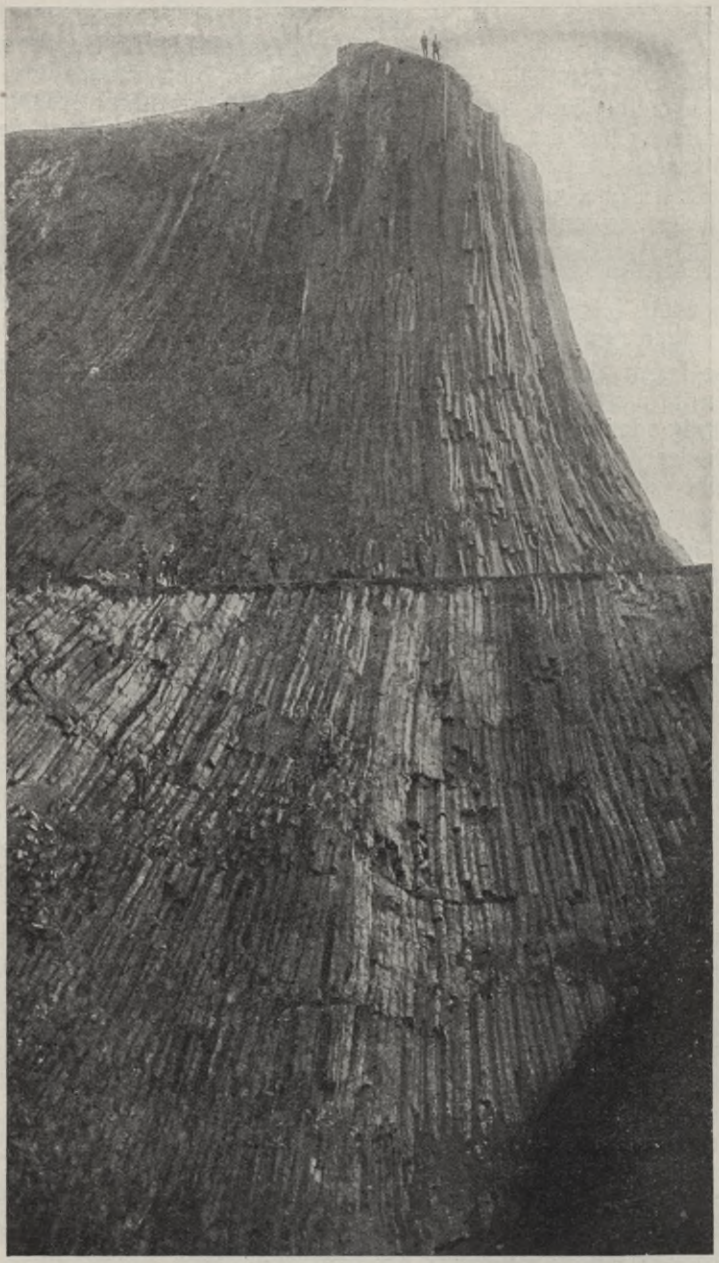


Abb 2 Basalt-Steinbruch der Basalt A.-G., Linz.

Zu den Basaltproduktionsgebieten, die ein Material liefern, das in vorstehender Weise Verwendung finden kann, gehören die Basalte des Westerwaldes, des Siebengebirges und des Finkenberges bei Beuel. Zu den

grössten Unternehmungen der Steinbruchindustrie gehört die Basalt-A.-G. Linz in Linz am Rhein, die eine grosse Zahl von zum Teil geologisch überaus interessanten Steinbrüchen betreibt (Siehe Abb. 2—4). Basaltsteinbrüche dieser Gesellschaft liegen im Siebengebirge und am Westerwald. Besondere Erwähnung verdient der ausserordentlich grosse Bruch am Hohenseelbachskopf auf der Grenze des Rheinlands im Westerwald. Der Steinbruch hat

Abb. 3 Willscheiderberg II der Basalt A.-G., Linz.

einen prachtvollen Säulenbasalt aufgeschlossen, dessen Säulen sich durch eine eigentümliche Meilerstellung auszeichnen und vielfach als Schulbeispiel für Säulenbasaltvorkommen hingestellt wird. Einen gleich guten Säulenbasalt liefern auch die beiden Steinbrüche der Firma Basalt-A.-G. Linz am

Abb. 4 Willscheiderberg I der Basalt A.-G., Linz.

Willscheiderberg und bei Linz a. Rh. Säulenförmige Absonderung zeigen ferner eine grosse Anzahl von anderen Steinbrüchen am Siebengebirge, unter anderen der am Grossen Weilberg und in den Basalt-Kuppen der Linzer

Gegend. Hier lässt sich diese Absonderung besonders gut am Hummelsberg und in einem Bruch beim Orte Deppenberg beobachten. Der Hummelsberg liefert ausserdem einen Basalt in plattiger Form, der sich besonders zur Herstellung von Pflastersteinen eignet. Die Basaltkuppe des Finkenbergs bei Beuel zeigt grobsäulige Absonderung. Wegen des grossen Durchmessers der Säulen ist hier ihre Verwendung zu Grenzsteinen im allgemeinen nicht mehr möglich. Hauptsächlich liefert dieser Berg Eisenbahn- und Wegeschotter. Am Nordrande des Westerwaldes betreibt ausserdem die A.-G. Eiserfelder Steinwerke in Eiserfeld mehrere Basaltbrüche. Die Basaltgewerkschaft Honnef in Bonn a. Rh. besitzt die Brüche Himberg und Dachsberg in der Gemeinde Aegidiusberg (Siegkreis). Sie gewinnt dort einen feinkörnigen blauen Säulenbasalt, der besonders als Wasserbaumaterial, Pflasterstein sowie zur Herstellung zu sonstigem Eisenbahn-, Strassen- und Wegebaumaterial Verwendung findet. Einen blauen Basalt von grosser Härte und dichter, feinkörniger, gleichmässiger Beschaffenheit baut die Firma Carl Fick in Weidenau (Siegkreis) in dem Bruch Daaden auf dem Westerwald ab. Das Material dieses Bruches eignet sich vorzüglich zur Herstellung von Pflastersteinen und Wegebaumaterial. Im Zusammenhang mit den Basaltvorkommen von Daaden tritt ein Vorkommen von Kaolin und sehr reinem

Abb. 5 Basaltsteinbruch Weilberg.

Quarzitsand auf, mit dessen Aufschliessung die Firma zurzeit beschäftigt ist. Im Siegkreis ist die Zahl der übrigen betriebenen Basaltbrüche eine sehr grosse. Hierunter sind zu nennen: die Firma Basaltsteinbruch Weilberg (Abb. 5) G. m. b. H. in Oberkassel (Siegkreis), die Eigentümerin des bekannten Steinbruchs am Weilberg, ferner die Firma Gebrüder Uhrmacher in Oberkassel (Siegkreis) mit den Brüchen Dornhecke bei Oberkassel (Steinringsberg, Stüss bei Heisterbacheroth, Steimel bei Altenkirchen, Oelberg bei Langenhahn, Euspel bei Erbach und Hirschberg bei Kölbingen. Die Brüche der Basalt-A.-G. Linz wurden bereits erwähnt. Es muss hinzugefügt werden, dass diese Firma ausser dem Bruchstein auch aus Abfällen sogenannte Basaltinplatten und Basaltin-Kanalrohre, Bordsteine, Rinnsteine, Treppenstufen, Basaltinwerksteine als Ersatz für Natursteine herstellt. Diese Platten sind ein dauerhaftes Pflaster für Bürgersteige, Bahnsteige, Fabrikräume usw.

Als nördlichstes Vorkommen ist hier noch der Finkenberg bei Beuel zu erwähnen, an dessen Ausbeutung eine Reihe von Firmen beteiligt sind. Hier liegen die Brüche der bereits an anderer Stelle erwähnten Firmen Gebrüder

Uhrmacher in Oberkassel, Firma H. Lürges G. m. b. H. in Bonn. Hierzu kommt noch ein Säulenbasaltbruch am Eudenberg bei Bonn, der von der Firma Sieg-Rheinische Basaltwerke G. m. b. H. in Bonn a. Rh. betrieben wird. Eigentliche Basaltbrüche fehlen weiter westlich. In der Eifel liegt aber bei Birresborn etwas südlich von Gerolstein noch ein grösserer Bruch, der von der Verwaltung der Birresborner Mineralbrunnen H. Löhr und Eylert betrieben wird. Diese Brüche liefern einen blaugrauen Zähbasalt, der unregelmässige, grobsäulige Absonderungen erkennen lässt. Das Material findet für Wege-, Eisenbahn- und Betonbau Verwendung.

Von den eigentlichen Basalten sind ihrer technischen Verwertung nach die Basaltlavavorkommen sehr verschieden, obwohl sie ihrer geologischen Stellung nach nahe damit verwandt sind. Diese Basaltlavavorkommen, die hauptsächlich auf die Umgebung von Mayen und Nieder-Mendig beschränkt sind, liefern einen Leucitbasalt von vorzüglichen Eigenschaften. Das Gestein ist trotz Porosität sehr fest und wetterbeständig, lässt sich leicht verarbeiten und verbindet mit seinen guten Eigenschaften den Vorteil eines

Abb. 6 Basaltlavabruch der Firma Xaver Michels in Mayen.

geringeren spezifischen Gewichtes. Diese sogenannten „Mühlsteinlavabrüche“ sind im Laacherseegebiet schon seit der Römerzeit betrieben. Die abweichenden petrographischen Eigenschaften haben ihre Ursache sowohl darin, dass die gesteinsbildenden Mineralien zum Teil andere sind, dann aber auch darin, dass die Erstarrung, da es sich um wirkliche Lavaströme von verhältnismässig geringer Dicke handelt, in anderer Weise vor sich ging als bei den eigentlichen Basalten. Bei letzteren erfolgte sie langsamer, da die grossen Massenanhäufungen der Decken und Quellkuppen eine rasche Abkühlung nicht zuliess und ebenso bei den Gängen das einhüllende Nebengestein vor der zu raschen Erstarrung schützte; dabei standen die Massen wohl auch noch unter einem höheren Druck. Alles das fiel bei den dünneren Lavadecken fort, die infolgedessen ein poröses Gefüge annehmen konnten und auch nicht so vollständig kristallisierten.

Man gewinnt die Basaltlava zum Teil unterirdisch und fördert das gewonnene Material durch altertümliche Göpelwerke zutage, die in neuerer

Zeit allerdings immer mehr dem Maschinenbetrieb weichen müssen. In neuerer Zeit hat man die Leucitbasaltlavadecken auch oberirdisch bei Mayen (siehe Abb. 6) und Nieder-Mendig aufgeschlossen.

Die Verwendung dieses Gesteins ist naturgemäss infolge der leichten Bearbeitbarkeit, des geringeren spez. Gewichts und der geringeren Druckfestigkeit eine ganz andere, als die des dichten oder Säulenbasalts. An Ort und Stelle wird die Basaltlava zu Werksteinen, Bortsteinen, Pflastersteinen, Brückenquadern, Mühlsteinen, Treppenstufen und Kleinschlag für Gleisbettungen und Wegebaumaterial verarbeitet. Die Druckfestigkeit ist bei diesem Gestein eine wesentlich geringere als beim dichten Basalt. Sie schwankt zwischen 142 und 1650 kg/qcm. Die bedeutendsten Firmen, die sich an der Produktion der Eifeler Basaltlava beteiligen, sind die nachstehenden. Ihre Werke verteilen sich auf die Gemeinden Mayen, Nieder-Mendig, Saffig, Pleit und Thür (Kreis Mendig).

Firma Gebr. Schlink in Mayen, Firma Johann Dreiser in Mayen, Firma Rheinische Basaltlavawerke Franz Xaver Michels in Mayen, Firma P. J. Scharnbach & Acker in Bonn, Firma Math. Adorf in Mayen, Firma J. Loeb in Mayen, Firma Carl Ackermann in Köln, Firma Wwe. Jos. Weingart in Mayen, Firma Mittelrheinische Steinbrüche und Schwemmsteinfabrik Max Lenz in Andernach am Rhein, Firma J. Ohlig in Andernach, Firma Leonard Bitzegejo in Daun.

Trachyt.

Die Trachyte treten in ihrer Bedeutung im Vergleich zu den Basalten steinbruchtechnisch erheblich zurück. Sie unterscheiden sich sowohl ihrer mineralischen Zusammensetzung nach wie auch durch ihre helle Farbe, das rauhe Aussehen, poröse Beschaffenheit und auch geringere Druckfestigkeit. Charakteristisch ist besonders ihr Gehalt an glasigen Feldspäten (Sanidin), die zum Teil eine ziemliche Grösse erreichen. Er ist erheblich weniger verbreitet als der Basalt. Auf der rechten Rheinseite beschränken sich seine Vorkommen auf das Siebengebirge. Die bekannteste Trachytkuppe ist: der Drachenfels bei Königswinter. Aehnliche Kuppen mit gleichem Eruptivgestein bilden die Rosenau und der Lohrberg, an denen das Material abgebaut wird. Die kleine Rosenau ist der einzige Punkt in der Provinz, an dem Quarztrachyt oder Liparit auftritt, die übrigen Fundorte weisen normalen Sanidin-Oligoklas-Trachyt auf. Aehnlich wie beim Basalt handelt es sich auch beim Trachyt sowohl um Quellkuppen, in denen die Eruptivmassen aus der Tiefe herausgequollen sind, wie auch um deckenförmige Lavaergüsse. Nicht selten ist auch dieses Gestein durch säulige Absonderungen oder plattenförmige Zerklüftungen ausgezeichnet, was ganz wesentlich die Gewinnung erleichtert.

Auch auf der linken Rheinseite tritt der Trachyt an mehreren Punkten, besonders im vulkanischen Eifelgebiet auf. Zu nennen sind hier von solchen Bergen besonders die Hohenburg bei Berkum und die Gegend Kelberg in der Eifel.

Eine grössere Rolle als der Trachyt spielen die seine Eruptionen begleitenden Tuffe. Diese Tuffe werden, da es sich um geschichtete Bildungen handelt, zu den Sedimentgesteinen gerechnet. Sie sind aber genetisch aufs engste mit den Trachyteruptionen verknüpft und sollen daher im Zusammenhang mit diesen behandelt werden. Unter diesen Tuffen sind die bei den Eruptionen als Aschenregen ausgestossenen Produkte der Trachytausbrüche zu verstehen. Im normalen Zustand sind sie feinkörnig und fein geschichtet, enthalten sehr viel Bimsstein und andere Eruptivgesteinsbruchstücke, die auf die Trachytausbrüche hinweisen, denen sie ihre Entstehung verdanken. Solche Trachyttuffe kommen in grosser Zahl im Sieben-

gebirge, in der Eifel und im Neuwieder Becken vor. Lagenweise wechselt darin feinstes Material mit grobkörnigem ab. Am geschätztesten ist das Gestein von mittlerer Korngrösse, das im Siebengebirge hauptsächlich zu Backofensteinen verarbeitet wird.

Wesentlich bekannter und wichtiger als die Tuffvorkommen des Siebengebirges sind die der Eifel, die einen ausgezeichneten Werkstein für Hochbauten liefern, und zu den geschätztesten hiervon gehören die Ettringer Steinbrüche. Man baut dort einen gelblichen Trachyttuff ab, der grosse Festigkeit mit Wetterbeständigkeit, geringem spezifischen Gewicht und gutem gleichmässigen Aussehen verbindet. Das Gestein ist sehr grobkörnig und lässt die einzelnen Gemengteile meist deutlich erkennen (vergleiche auch die Ausführungen beim Phonolithtuff auf Seite 281). Er lieferte das Material für zahlreiche Monumentalbauten, unter denen besonders die nachstehenden zu nennen sind:

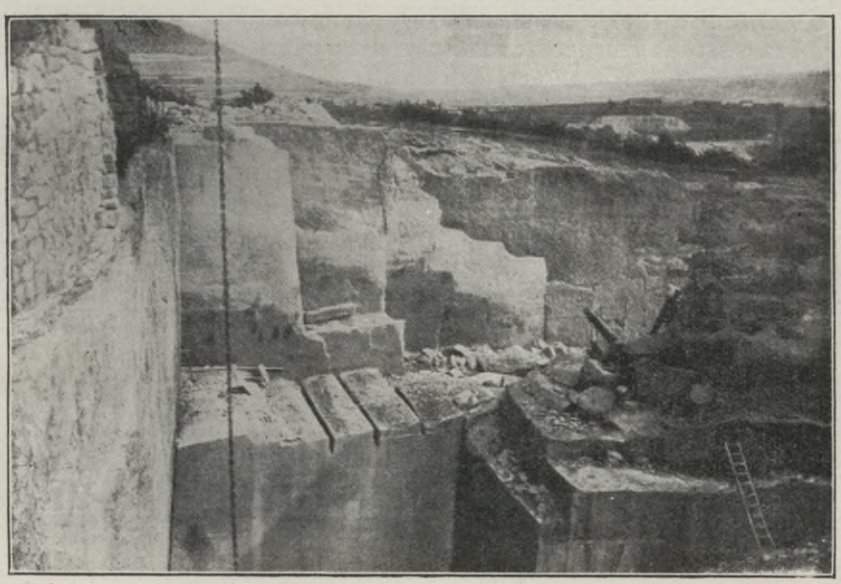


Abb. 6 Tuffsteinbruch der Firma Pickel & Co. bei Ettringen.

Berlin: Königliches Oberverwaltungsgericht, Königliches Reichsmilitärgericht, Königliche Landwirtschaftliche Hochschule, Geschäftshaus Tietz, Oberrealschule Zehlendorf und zahlreiche grosse Geschäftshäuser im Zentrum und im Westen der Stadt. — Hamburg: Empfangsgebäude des Hauptbahnhofs, Postgebäude am Hauptbahnhof, Eisenbahn-Inspektionsgebäude, Esplanadenhotel usw.

Ausser den trachytischen Bimssteintuffen kommen auch noch Phonolithtuffe und Basalttuffsteine vor, und zwar von Nephelin- wie von Plagioklas- und Leuzitbasalte. An der Produktion dieser Tuffsteine sind zurzeit eine grosse Anzahl von Firmen beteiligt, und zwar nachstehende:

Philipp Holzmann & Co., G. m. b. H., Frankfurt a. M.; Bachem & Cie., Steinbruch- und Steinhauerbetriebe in Königswinter a. Rh.; Ant. Keller-Mungenast, Köln; Jac. Pickel & Co. in Kottenheim; Steinbruch-Aktiengesellschaft, Köln a. Rh.

Aufs engste stehen ausser den festen Tuffen mit den Trachyten die losen Bimssteinsande des Neuwieder Beckens im Zusammenhang. Diese sind ebenfalls als tuffartige Auswurfsprodukte der trachytischen Eruption der Laacher Sees anzusehen. Sie sind bereits als geschichtete Bildungen nieder-

gefallen, später aber noch vielfach umgelagert und haben auf diese Weise, besonders im Neuwieder Becken eine ganz ausgesprochene Schichtung angenommen. Die ausgedehnten Bimssteinsandlager des Neuwieder Beckens haben eine überaus lebhafte Industrie ins Leben gerufen. In der Umgebung von Neuwied findet man infolgedessen eine Bimssandgrube neben der anderen. Die Bimssande werden zu den sogenannten „Schwemmsteinen" verarbeitet. Das Hauptprodukt dieser Schwemmsteine sind die in Rheinland und Westfalen und den übrigen Teilen Westdeutschlands sehr beliebten Backsteine und Wandplatten, die vielfach für Innenmauern von Wohngebäuden verwandt werden. Sie zeichnen sich durch Leichtigkeit, Porosität und Billigkeit aus und sind entschieden wegen ihrer vorteilhaften Eigenschaften anderen leichten Baumaterialien für Innenwände, wie Gipsdielen, Rabitzwänden und ähnlichen entschieden vorzuziehen.

Sodann gehört zu den Trachyttuffen der sogenannte Trass oder Ducksteln, der im Brohltal in grösserer Verbreitung und Mächtigkeit vorkommt. Dieser Trass ist als feinstes vulkanisches Aschenmaterial anzusehen, das in Form von Schlammströmen aus dem Laacher Seegebiet heruntergekommen ist. Es kleidet das Brohltal und einige Nachbartäler in einer Mächtigkeit von 20 bis 30 m aus. Die Zeit seiner Bildung fällt in eine junge geologische Periode, ins Diluvium, zur Zeit seiner Entstehung waren die heutigen Talsysteme ja schon nahezu fertig ausgebildet. Trass wird in einer grossen Zahl von Steinbrüchen abgebaut, er wird zu Pulver zerstampft oder gemahlen und liefert unter Zusatz von ⅓ Kalk und Sand einen ganz hervorragend guten Mörtel, der wegen seinen vorzüglichen Eigenschaften nicht nur beim Hochbau Verwendung findet, sondern auch im Wasserbau, bei Anlagen von Talsperren und Seebauten unentbehrlich geworden ist.

Phonolith.

Noch geringer als das Verbreitungsgebiet der Basalte und Trachyte ist das der Phonolithe. Diese fehlen auf der rechten Rheinseite ganz, sind aber in einer Zone westlich von Kempenich in der Eifel vorhanden. Hier bestehen die Olbruck, der Schorenberg, der Ergelner Kopf und der Perler Kopf aus diesem Gestein. Für Bauzwecke sind diese Steine entweder gar nicht oder nur sehr untergeordnet zu verwenden. Seine Verwendung, die eine in neuerer Zeit immer mehr aufblühende Steinbruchsindustrie ins Leben gerufen hat, beruht auf dem hohen Kaligehalt eines sehr wichtigen Bestandteils, des Leuzits. Dieser hohe Kaligehalt ermöglicht es, dass das Gestein als Kunstdünger zu verwenden ist, dem man sogar noch günstigere Eigenschaften nachrühmt als dem Kalisalz, da er die Fähigkeit besitzen soll, die Aufnahmefähigkeit des Bodens für Stickstoff zu erhöhen, da ausserdem die schwerere Löslichkeit im Vergleich zu den Kalisalzen die Wirkung einer intensiven Düngung zu einer nachhaltigeren macht. Das Gestein wird zu diesem Zweck hauptsächlich bei Kempenich und Ergeln gebrochen. Es tritt dort in unregelmässig grobsäuliger Absonderungsform auf, die für die Gewinnung günstig ist. Das so gewonnene Produkt wird zerkleinert und zu Mehl vermahlen und kommt in dieser Form in den Handel.

Aehnlich wie an die Basalt- und Trachyteruptionen schloss sich auch an die Eruption der Phonolithe die Ablagerung von Bimssteintuffen an, die als Leuzitphonolithbimssteine bezeichnet werden. Sie dehnen sich in breiter Zone um den oben beschriebenen Zug der Phonolithkuppen aus und haben ebenfalls eine lebhafte Steinbruchsindustrie ins Leben gerufen. Als Mittelpunkt dieser Bruchsteinindustrie ist der Ort Weibern anzusehen, nach dem sie den Namen „Weibernsteine" erhalten haben. Die Druckfestigkeit dieses Materials ist nur eine geringe, sie schwankt zwischen 220 und

360 kg/qcm. Ihre Farbe ist weiss bis hellgrau, sie besitzt im übrigen die gleich günstigen Eigenschaften wie die Trachyt- und Basalttuffe und lieferte das Material für eine Anzahl bemerkenswerter Bauten, wie zum Beispiel: Königliche Geologische Landesanstalt und Bergakademie, Landwirtschaftliche Hochschule und Kaiser-Friedrich-Gedächtniskirche in Berlin; Provinzialständehaus, Kunstakademie und Kunstpalast in Düsseldorf; zahlreiche Kirchen im Rheinlande und Westfalen usw. Auch zu Grabdenkmälern wird dieses Gestein häufig verarbeitet.

Alle diese Tuffe, sowohl die Trachyttuffe wie die Phonolithtuffe besitzen die Eigenschaft, dass sie sich im frischen, bruchfesten Zustande sehr leicht bearbeiten lassen. Sie lassen sich schneiden und sägen, erhärten dann aber bald an der Luft und werden dadurch überaus widerstandsfähig gegen die Verwitterung. Wegen seines kräftigen, gediegenen Aussehens und starken Kornes ist ganz besonders der Ettringer Tuff von hervorragend schöner Massenwirkung. Wenn er auch vielfach zu bildhauerischem Fassadenschmuck verarbeitet ist, so bleibt doch sein gegebenes Gebiet der Monumentalbau, in dem er bei kräftigem Profil und gediegener Linienführung prachtvolle Wirkung hervorruft. Die geringeren Sorten dieser Tuffsteine, die wie einige Vorkommen bei Weibern nur eine Druckfestigkeit von 145 kg/qcm aufweisen, lassen sich naturgemäss nicht für alle diese Zwecke verwenden. Für solche kommen nur Fassadenverblendungen, Fensterbänke und ähnliches in Frage, während der tragfähigere Ettringer Tuff, dessen mittlere Druckfestigkeit ungefähr 300 kg/qcm beträgt, ohne weiteres eine Verwendung zu grösseren tragenden Werkstücken zulässt.

Auch die Phonolithtuffe werden vielfach als Backofensteine bezeichnet, finden aber zu diesem Zweck nur untergeordnet Verwendung.

Andesite.

Andesite kommen im Rheinland nur im Siebengebirge vor. Sie fehlen in der Eifel, treten aber wieder im nassauischen Teil des Westerwaldes auf. Infolge dieser geringen Verbreitung ist ihre Verwendung für die Steinbruchstechnik auch eine untergeordnete. Nach den wichtigen mineralischen Bestandteilen unterscheidet man zwei Arten, den Hornblendeandesit und Augitandesit. Ersterer tritt im Siebengebirge im Brängelsberg und Stenzelberg auf. Am letztgenannten Ort wird er in einem Steinbruch der bekannten Firma Bachem & Cie in Königswinter a. Rh. gewonnen.

Mit dem Andesit schliessen wir die Gruppe der Eruptivgesteine und wenden uns nunmehr den Schichtgesteinen oder Sedimentgesteinen zu, die im Vergleich zu den Eruptivgesteinen eine wesentlich grössere Verbreitung besitzen, aber nicht immer die gleichen schätzenswerten Eigenschaften aufweisen. Die grosse Reihe unserer rheinischen Sedimentgesteine enthalten zahlreiche Einlagerungen von wertlosen Tonschiefern, Schiefertonen, Sandsteinen und Mergel. Daneben allerdings auch viele wichtige härtere Gesteine, deren Produktion mit den Erzeugnissen der Eruptivgesteinsbrüche vielfach mit Erfolg in Konkurrenz tritt. Sie haben zum Teil eine Industrie von ausserordentlichem Umfang ins Leben gerufen, die volkswirtschaftlich von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist.

B. Schichtgesteine (Sedimentgesteine).

Die Sedimentgesteine des Rheinlandes verteilen sich auf die drei wichtigsten geologischen Zeitalter der Erde. Sie enthalten nutzbare Gesteine in fast allen Teilen, besonders aber in den Ablagerungen der ältesten Stufen des Paläozoikums, das gerade in der Rheinprovinz ausserordentlich weit

verbreitet ist und den grössten Teil ihrer Gebirge aufbaut. Das Mittelalter der Erde tritt im Vergleich dazu schon erheblich zurück, während die jüngeren Ablagerungen vom Tertiär aufwärts in der Niederrheinischen Bucht wieder eine grosse Verbreitung haben. Ihre steinbruchstechnische Bedeutung ist aber hier wie überall eine äusserst geringe. Der petrographischen Natur nach können wir folgende technisch nutzbaren Gesteine innerhalb der langen Sedimentreihe unterscheiden: Konglomerate, Sandsteine, Grauwackensandsteine, Grauwacken, Quarzite, Kalke, Dolomite, Tonschiefer, Dachschiefer und Quarzphyllite.

Quarzphyllite.

Die als Quarzphyllite bezeichneten Gesteine sind metamorphe, d. h. durch Einwirkung von Eruptivmassen umgewandelte Gesteine schiefriger Natur, die durch seidenglänzende Ueberzüge von Glimmer oder Sericithäuten auf den Schicht- und Schieferungsflächen ausgezeichnet sind.

Sie sind besonders auf den Nordabhang des westlichsten Teiles des Rheinischen Schiefergebirges, das Hohe Venn, beschränkt, spielen aber auch dort technisch nur eine untergeordnete Rolle. Sie gehören zu den ältesten Gesteinen der Rheinprovinz. Besonders reich an solchen Gesteinen sind die Revinstufe des Cambriums und die Salmstufe, die von einigen Autoren noch dem Cambrium zugerechnet sind, von anderen bereits zum Silur gerechnet werden. Die neueren Untersuchungen haben ergeben, das eine Zuteilung zum Silur auf Grund der Fauna gerechtfertigter ist, als die Zuweisung zum Cambrium. Die Gesteine der Revinstufe sind dunkel, meist schwarz und spalten in sehr dünne Platten. Meist wechseln darin dünne, kaum 1 mm dicke, quarzitische Lagen mit ebensolchen phyllitischer Natur ab. Sie sind also durch einen überaus raschen Wechsel in der Sedimentation von Quarzsand und Tonschlamm gebildet. Ihre Verwertung ist nur eine geringe, man hat sie besonders dort nutzbar zu machen gesucht, wo sie gleichmässiger zusammengesetzt sind und nicht diesen raschen Wechsel zeigen. So hat man sie im Wehetal, westlich von Härtgen als Dachschiefer abzubauen versucht. Die Bedeutung dieser Industrie ist jedoch nur eine ganz lokale, da die Gesteine in der Farbe und ihren sonstigen Eigenschaften nicht mit dem Moselschiefer oder dem Dachschiefer des Cauber Schieferzuges konkurrieren können.

Die Salmstufe enthält ebenfalls Quarzphyllite, die in grösserem Umfange als die eben besprochenen abgebaut werden. Man gewinnt an mehreren Stellen grosse dünne Schieferplatten dieses Gesteins, z. B. oberhalb der Schevenhütte bei Stolberg und im Wehetal. Teilweise bricht das Gestein in diesen recht ansehnlichen Brüchen in dickeren kräftigen Platten, die zu Treppenstufen, Fensterbänken, Flurbelagplatten und ähnlichem Verwendung finden. Die technische Verwendung dieser ältesten Gesteine schliesst sich also am nächsten noch an die Verarbeitung der Ton- und Dachschiefer an, von denen sie aber durch ihre phyllitische Natur wieder erheblich abweichen.

Konglomerate.

Unter Konglomeraten versteht man Gesteine, die durch Verkittung grober Gerölle entstanden sind. Je nach Festigkeit der Verkittung ist naturgemäss der Wert dieser Gesteine verschieden. Vielfach ist der Zusammenhang nur ein verhältnismässig loser. Die Konglomerate zerfallen in diesem Falle rasch an der Luft und sind dann nur in beschränktem Masse brauchbar. Wir kennen Konglomerate in grösserer Mächtigkeit und Verbreitung im Rheinland besonders im Produktiven Carbon, und zwar sowohl im Saarrevier wie auch im Ruhrgebiet. Bemerkenswert ist an der Saar besonders das strati-

graphisch wichtige Holzer Konglomerat, es wird mehrfach gebrochen, hat aber nur eine untergeordnete lokale Verwendung als Wegebaumaterial.

Die Konglomerate des Ruhrbezirks sind meist nur untergeordnete Einlagerungen im carbonischen Sandstein und werden infolgedessen mit den Sandsteinen zusammen gewonnen und wie dieser verwertet, erfordern also keine besondere Besprechung.

Im Rotliegenden treten Konglomerate in grösserer Verbreitung auf, besonders in den Kuseler Schichten. Auch diese werden als Wegebaumaterial für ein örtlich beschränktes Absatzgebiet im Saar-Nahebecken gewonnen. In gleicher Weise findet auch im beschränkten Masse das Konglomerat an der Basis des Oberen Buntsandsteins der Südeifel Verwendung, das besonders grobkörnig ist und meist sehr leicht zerfällt.

Sandstein.

Im Vergleich zu den Konglomeraten besitzen die Sandsteine naturgemäss die weitgehendste technische Verwendung, daneben aber auch eine überaus grosse Verbreitung in den verschiedensten Stufen der Sedimentgesteine. Man versteht darunter Gesteine, die durch feste Verkittung von feinen Sandkörnern entstanden sind. Je nach der Natur dieser Sandkörner und der Bindemittel unterscheidet man verschiedene Arten von Sandsteinen. Das verkittete Material kann aus reinem Quarzsand bestehen und kann aber auch alle möglichen Beimischungen anderer Gesteinselemente enthalten, die meistens ausschlaggebend für die Farbe des daraus gebildeten Gesteins sind. Ebenso kann auch das Bindemittel verschieden sein. Es kann aus reiner Kieselsäure bestehen oder aus Silikaten oder Carbonaten, auch toniges Bindemittel wird häufig beobachtet. Nicht selten findet sich auch als Bindemittel ein Metalloxyd, z. B. Eisenoxyd oder Manganoxyd. Derartige Gesteine kommen aber für den Steinbruchbetrieb entweder gar nicht oder nur äusserst selten in Frage. Bei dieser Mannigfaltigkeit der Grundstoffe und des Bindemittels kann man naturgemäss eine grosse Reihe von Sandsteinvarietäten unterscheiden. Abgesehen von eigentlichen Sandsteinen gehören hierhin die Grauwackensandsteine, die Grauwacken und die Quarzite. Eigentliche Sandsteine finden technische Verwendung vom Oberdevon aufwärts. Auf der linken Rheinseite werden Oberdevonische Sandsteine in der Stolberger Gegend in ausgedehnten Steinbruchsbetrieben gewonnen. Sie werden zu Fensterbänken, Bausteinen und Schleifplatten verarbeitet. Bei Langerwehe, Eschweiler und Herzogenrath werden Gesteine der gleichen Stufe abgebaut, die vorwiegend aus Quarzkörnern mit kieseligem Bindemittel bestehen. Sie werden hauptsächlich zu Pflastersteinen und Wegebaumaterial verwendet.

Besonders gross ist die Bedeutung des Sandsteins des Produktiven Carbons, die unter dem Namen „Ruhrsandstein“ in den Handel gebracht werden. Diese Sandsteine bestehen vorwiegend aus Quarzkörnern mit kieselig-tonigem Bindemittel. Nicht selten enthalten sie Konglomerateinlagerungen, die jedoch ihren Wert nicht berabsetzen. Es sind im Gegenteil die Konglomeratsandsteinbänke die gesuchtesten von allen Ruhrsandsteinen und soweit sich aus den alten Herrensitzen in der Umgebung des Ruhrtals schliessen lässt, auch die widerstandsfähigsten Gesteine. Die meisten dieser alten Herrensitze im Ruhrtal sind aus einem Gestein erbaut, das im unteren Teil des Produktiven Carbons auftritt und der Schicht entspricht, die der Bergmann und Geologe als das „Konglomerat unter Flöz Finefrau“ bezeichnet. Die Druckfestigkeit dieser Ruhrsandsteine ist eine mittelgrosse, sie schwankt zwischen 1600 und 2450 kg/qcm. Die Ruhrsandsteine schliessen sich naturgemäss eng an die der Provinz Westfalen an, die im Abschnitt Westfalen eingehend besprochen werden. An brauch-

baren Einlagerungen enthält im Ruhrkohlenbezirk nur die unterste Abteilung des Produktiven Carbons, die sogenannte Magerkohlenpartie eine grössere Anzahl. Zum überwiegenden Teil besteht diese 1100 m mächtige Formationsstufe aus wertlosen Schiefertonen, die, abgesehen von den wichtigen Steinkohlenflözen, auch eine Anzahl von wichtigen Ruhrsandsteinbänken enthält. Infolge ihrer Widerstandsfähigkeit bilden diese im Gelände meist hochaufragende Bergrücken oder wenigstens das Rückgrat einer jeden Oberflächenwelle in dem Teil, wo das Produktive Carbon zutage ausstreicht. Auch in der nächst höheren Stufe, der Fettkohlenpartie, finden sich noch solche Sandsteine, diese haben aber eine wesentlich geringere Bedeutung. Nicht nur deswegen, weil die Fettkohlenpartie in beschränkterem Umfange an die Oberfläche tritt und meist von jüngeren Bildungen verhüllt wird, sondern auch wegen der geringeren Widerstandsfähigkeit dieser Gesteine, die nur bei den konglomeratischen Sandsteinbänken von Flöz Präsident eine günstigere ist.

Diese Sandsteinbänke des Produktiven Carbons haben eine wechselnde Mächtigkeit, neben ganz unbedeutenden wertlosen Sandsteinlagen kommen auch Schichten von 50 und mehr Meter Dicke vor, die besonders für eine Gewinnung in Betracht kommen. Die Zahl der kleinen Steinbrüche an der Ruhr und in der Umgebung des Ruhrtals, soweit sie eingestellt sind oder vorübergehend und gelegentlich betrieben werden, ist eine ausserordentlich grosse. Es bestehen daneben aber auch eine Anzahl sehr leistungsfähiger Firmen, die diese Ruhrsandsteine in imposanten Brüchen abbauen und zu allen möglichen Zwecken verarbeiten. Das Material findet in erster Linie Verwendung als Baustein, ferner als Verblendung für Betonbauten bei Brücken und Gebäuden, zu Werksteinen jeder Art, zu Fenstersteinen, Pflastersteinen, Eisenbahnschotter und anderem Wegebaumaterial. Die hauptsächlichste Verwendung ist die Verarbeitung zu Pflastersteinen. Zu den bedeutendsten Betrieben gehören die nachstehenden Firmen, mit denen aber die Zahl der gutes Material liefernden Brüche auch nicht annähernd erschöpft ist.

Firma Carl L'hoest in Dahlhausen a. d. Ruhr; Mülheimer Ruhrsandstein- und Ziegelwerke Wilhelm Rauen, Mülheim/Ruhr-Broich; Daniel Adolphs in Essen/Ruhr; Gewerkschaft des Steinkohlenbergwerks Adler in Dilldorf bei Kupferdreh.

Die Sandsteine des Rotliegenden eignen sich zu rohen Mauer- und Hausteinen und werden infolgedessen an mehreren Stellen des Saarreviers gewonnen. Das Absatzgebiet ist jedoch im Vergleich zu dem der Ruhrsandsteine nur ein beschränktes. Die Sandsteine des Buntsandsteins spielen dagegen eine wesentlich grössere Rolle und bilden die Grundlage zu einer ausserordentlich grossen Steinbruchsindustrie im Südwesten der Provinz. Nach den einzelnen Produktionsstätten ist seine Festigkeit und Wetterbeständigkeit verschieden, nicht nur in seinen einzelnen sich überlagernden Stufen sondern auch in der gleichen Stufe an verschiedenen Orten. Der seiner unteren Abteilung angehörende Vogesensandstein ist im nördlichen Teil seines Verbreitungsgebietes im allgemeinen fester und wetterbeständiger als im südlichen Teil. An der oberen Saar ist seine Festigkeit nicht so bedeutend, dagegen zeichnet er sich in der Gegend von Trier durch wesentlich günstigere Eigenschaften aus und hat aus diesem Grunde dort eine umfangreiche Steinbruchsindustrie ins Leben gerufen. Vielfach gehen diese Sandsteine unter dem Namen Eifelsandstein. Sie stehen denen des Wesergebiets, die unter dem Namen Wesersandstein Verwendung finden, im geologischen Alter gleich und weisen auch vielfach die gleichen technischen Eigenschaften auf, ja, sie stimmen sogar in der Farbe überein. Günstigere Eigenschaft als der sogenannte Vogesensandstein zeigt

Voltziensandstein, der der oberen Stufe der Buntsandsteinformation angehört, auf. Er ist fester und wetterbeständiger, meist feinkörnig und besitzt toniges Bindemittel, seine Druckfestigkeit schwankt zwischen 400 und 800 kg/qcm. Diese Stufe ist der eigentliche Eifelsandstein. Wegen seiner gleichmässigen Farbe und Körnung liefert er einen guten Baustein, der sich auch für bildhauerische Zwecke eignet, namentlich für solche, die bei Fassadenverkleidung Verwendung finden sollen. Eine grosse Anzahl von Kirchen der Rheinprovinz ist aus diesem Material erbaut. Er wird in erster Linie gewonnen in der Gegend von Kyllburg, sowie im ganzen Kylltal. Abgesehen von der Verwendung zu Bausteinen werden Schleifsteine und Mühlsteine daraus hergestellt, wozu sich dieser Stein wegen seiner feinen gleichmässigen Körnung auch sehr gut eignet. Zu bildhauerischen Zwecken findet hauptsächlich der Sandstein von Vale Verwendung, der besonders gleichmässig in der Körnung ist und sich sehr leicht bearbeiten lässt.

Im Unteren Muschelkalk finden sich ebenfalls Sandsteine, die ein sehr geschätztes Baumaterial darstellen. Es ist dieses der sogenannte Muschelsandstein, der dem Voltziensandstein des Oberen Buntsandsteins äusserlich zwar ähnlich ist, sich aber durch sein Zement und die Farbe unterscheidet. Während der Voltziensandstein ein toniges Zement hat, ist das Bindemittel beim Muschelsandstein vorwiegend kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia oder Dolomit. Dieses widerstandsfähige Bindemittel verursacht auch eine erheblich grössere Härte. Allerdings ist dieses Material infolgedessen auch nicht so leicht zu bearbeiten als der sogenannte Eifelsandstein, die grössere Widerstandsfähigkeit gleicht aber diesen Nachteil wieder aus. Die wichtigsten Brüche im unteren Muschelkalk liegen bei Udelfangen. Sie liefern eine ganz bedeutende Menge von diesem geschätzten Baustein, der weithin im westlichen Deutschland versandt und sogar nach Holland ausgeführt wird.

Sandsteine der jüngeren Formation spielen in der Rheinprovinz keine Rolle. Die Kreidesandsteine Westfalens treten in der Rheinprovinz nirgends mehr an die Oberfläche.

Grauwacken und Grauwackensandsteine.

Die Grauwacken stehen dem Sandstein überaus nahe und weichen nur verhältnismässig wenig von ihm ab. Die Grauwackensandsteine stellen eine Uebergangstype zwischen Grauwacken und Sandstein dar. Der Begriff Grauwacken steht nicht absolut sicher fest, man versteht darunter im allgemeinen Sandsteine, die sich durch Beimischung von dunklen Gemengteilen in der Grundmasse wie Kieselschiefer-, Tonschieferbruchstücken und ähnlichem auszeichnen und die meisten etwas Feldspat enthalten und wegen des festeren Cements eine grössere Festigkeit und Wetterbeständigkeit aufweisen. Man versteht darunter also einen ganz besonderen Typus von sehr hartem Sedimentgestein, dessen Natur sich schwer definieren und gegen den eigentlichen Sandstein abgrenzen lässt. Der Begriff „Grauwacke“ ist mehr technisch für besonders harte, mehr oder weniger dunkel gefärbte Sandsteine, als geologisch, ist aber in der Geologie so gebräuchlich, dass es unmöglich ist, ihn dort durch einen schärfer definierten zu ersetzen.

Die Gesteine, die wir als Grauwacke bezeichnen, gehören durchweg dem Paläozoikum an. Sie beschränken sich in der Rheinprovinz auf dessen untere Hälfte bis zum Untercarbon einschliesslich. In der höheren Stufe des rheinischen Devons treten diese Gesteine nur sehr untergeordnet auf. Es finden sich dort auch vielfach Uebergänge zum eigentlichen Sandstein, weshalb die Gesteine zum Teil unter dem Namen Sandstein in der Technik Verwendung finden. Wegen der Festigkeit werden diese Gesteine vielfach als

Kleinschlag und Strassendeckmaterial gebraucht, aber auch Pflastersteine für Kopfpflaster und Kleinpflaster werden daraus hergestellt. Als Werksteine für Hochbauzwecke werden sie ihrer grossen Härte und schweren Bearbeitbarkeit wegen weniger verwendet. Häufig dagegen gebraucht man sie zu Wasser- und Brückenbauten, namentlich zum Verblenden von Ansichtsflächen solcher Bauwerke, wobei ihre Wetterbeständigkeit besonders ausschlaggebend ist.

Ihre Verbreitung ist eine recht grosse. Im unteren Devon kommen sie in einem Gebiet vor, das an der Mosel beginnt und sich durch das ganze Rheinische Schiefergebirge nach Westfalen hineinzieht. Besonders zu erwähnen sind: das Gebiet von Dosburg-Neuerburg, Alken an der Mosel, Koblenz und die Gegend von Marienheide und Gummersbach. Namentlich im Oberbergischen hat sich bei den letztgenannten Orten, sowie bei Dieringhausen, Lambach usw. eine überaus lebhafte Steinbruchsindustrie entwickelt. Diese erzeugt in erster Linie Pflastersteine von ganz hervorragender Qualität. Besonderer Erwähnung bedarf es, dass eine Reihe von Werken aus diesen Grauwacken Pflastersteine mit geschurten (geschliffenen) Köpfen herstellt. Diese Pflastersteine bilden einen billigen Ersatz für Asphalt, namentlich in solchen Strassen, wo Strassenbahnschienen liegen. Bekanntlich hält sich der Asphalt an den Schienen nicht und erfordert dauernd hohe Reparaturkosten, die durch die Verwendung eines solchen geschliffenen Pflastersteines fortfallen können. Ein weiterer Vorteil ist bei der Verwendung dieses Pflasters, dass der starre Betonboden, den die Asphaltdecke erfordert, in Fortfall kommt und damit auch das starke Geräusch beim Fahren der Strassenbahn verhindert wird. Infolge der geschliffenen Kopfflächen bewahrt dieses Pflaster seine Geräuschlosigkeit.

Die Druckfestigkeit ist bei diesen Grauwacken ganz ausserordentlich viel grösser, als bei dem Eifelsandstein und gewöhnlichen Sandstein, weshalb in technischer Beziehung die Abgrenzung der Grauwacken gegen solche Sandsteine nicht nur gerechtfertigt ist, sondern auch unbedingt notwendig ist. Während bei unseren besseren Sandsteinen die Druckfestigkeit 900 kg/qcm nicht übersteigt, erreicht die Druckfestigkeit bei den Grauwacken bis zu 3900 kg/qcm. Besonders sind es die Gummersbacher und die übrigen oberbergischen Grauwacken, die diese grosse Druckfestigkeit besitzen. Sie übertreffen also durch ihre günstigen Eigenschaften sogar die Melaphyre, Diabase und andere Eruptivgesteine und stehen den Basalten nur verhältnismässig wenig nach. Auch dem schwedischen Granit sind diese Grauwacken überlegen, sie stehen nach den Veröffentlichungen des Königlichen Materialprüfungsamtes in Berlin-Lichterfelde (Jahrg. 28, Heft 4, 1910) an zweiter Stelle von sämtlichen Gesteinen Europas.

Das Gestein besteht fast stets aus 80 bis 90 % Quarzkörnern, denen etwas Schiefermaterial beigemengt ist, das Bindemittel besteht mindestens zur Hälfte aus Kalk- oder Magnesiakarbonat, der Rest aus feinstem Tonschiefermaterial.

Unter diesen Grauwackensteinbrüchen sind die Gummersbacher Grauwacken-Steinbrüche G. m. b. H., die Lambacher Werke bei Dieringhausen, Wuppertaler Steinwerke, die Steinbrüche der Firma Karl Kohlmeier, Gummersbach an der Nordhelle, mit ihren bedeutenden Steinbruchbetrieben in erster Linie zu nennen. Ausser diesen liefern die nachstehenden Firmen ein hervorragendes Steinmaterial. Die Besprechung derselben im einzelnen würde jedoch zu weit führen, obwohl ihre Bedeutung für unsere westdeutsche Steinbruchindustrie zum Teil eine recht grosse ist.

Firma Carl Kind jr., Kotthausen, Kreis Gummersbach; Eduard Müller, Remscheid, Steinbrüche in Schmitzwipper, Schemmen, Kotthauserhöhe und

Scheel bei Kaiserau; C. Weygand, Duisburg, Bruch bei Derschlag, Kreis Gummersbach; J. Reeh, Dillenburg, Bruch Karlsberg im Felsental bei Engelskirchen; Gewerkschaft Lindlar zu Lindlar; Wwe. Hubert Offermann, Lindlar; Hugo Zapp, Flaberg bei Berghausen; H. Ingram in Ründeroth; H. Köstel, Herchem a. Sieg.

Ausser diesen Grauwacken, die hauptsächlich die Schichten der sogenannten Koblenzstufe des Unteren Devons angehören, finden sich noch brauchbare Grauwacken in den Siegener Schichten an der Basis des Unterdevons, und zwar in den sogenannten „Odenspieler Grauwacken", die in bedeutenden Steinbrüchen bei Schladern und Odenspiel gewonnen werden. Die der Odenspieler Grauwacke entsprechende Stufe der Siegener Schichten findet sich in vollkommen gleicher Ausbildung auch in der Aachener Gegend wieder. Sie begleitet dort sowohl die Nordseite wie auch die Südseite des Cambrischen Sattels. Besonders ist sie in der Gegend von Malmedy, Recht und Montjoie verbreitet, tritt dort aber nur wenig hervor. Sie lässt sich aber von Bickerath in einem zusammenhängenden Zuge bis nach Jüngersdorf verfolgen, der zahlreiche Steinbrüche enthält, die ein geschätztes Wegebaumaterial liefern.

Ueber Qualitätsunterschiede des Grauwackenmaterials findet man häufig irrtümliche Auffassungen besonders bei den Abnehmern verbreitet. Die Grauwacke des Oberbergischen kommt sowohl in reinblauer Färbung vor wie auch zweifarbig oder bunt. Von seiten der Abnehmer besteht vielfach eine Abneigung gegen das bunte Material, da man annimmt, dass die Festigkeit desselben eine geringere sei als die des reinblauen Materials. Die Untersuchungen des Königlichen Materialprüfungsamtes haben jedoch ergeben, dass hinsichtlich der Druckfestigkeit, die doch für die Qualität des Gesteins ausschlaggebend ist, keinerlei Unterschied besteht zwischen buntem und reinblauem Material. Allerdings macht ja das Haufwerk ausgesuchter reinblauer Steine im Ansehen einen etwas besseren Eindruck. Diese Aeusserlichkeit tritt aber nur v o r Ausführung der Pflasterung in Erscheinung. N a c h der Pflasterung ist ein Unterschied nicht mehr zu bemerken.

Gerade die Oberbergischen Grauwacken haben am meisten mit der Konkurrenz ausländischer Pflastersteine, besonders des schwedischen Granits, zu kämpfen, obwohl dieses durchaus ungerechtfertigt ist, da Haltbarkeit des Grauwackenpflasters vom Granitpflaster k e i n e s w e g s übertroffen wird. Dieser Konkurrenz des ausländischen Pflastersteinmaterials ist es zuzuschreiben, das die fast unbegrenzte Ausdehnungsmöglichkeit der Grauwackensteinbruchsindustrie, die in den grossen anstehenden überirdischen wie unterirdischen Vorräten begründet ist, noch sehr wenig ausgenutzt werden konnte.

Q u a r z i t e.

Auch eigentliche Quarzite fehlen in der Rheinprovinz nicht. Aehnlich wie die Grauwacken stellen auch diese eine Abart der Sandsteine dar, die leicht vom eigentlichen Sandstein unterschieden werden kann. Es sind dieses Gesteine, die nur aus Quarzkörnchen bestehen, die durch ein quarziges Bindemittel fest verkittet sind. Untergeordnet ist die Bedeutung der Quarzite, die im Cambrium und Silur des Hohen Venns vorkommen. Die sogenannten Taunusquarzite, genannt nach ihrer grossen Verbreitung im Taunus, finden sich in der Rheinprovinz im Hunsrück in erheblicher Ausdehnung wieder. Sie haben dort aber auch nur eine lokale Bedeutung und finden meist nur in der nächsten Umgebung Verwendung zu Wegebaumaterial. Bei den ungünstigen Verkehrsverhältnissen im Hunsrück ist ein Versand nach weiter entferntliegenden Verbrauchsstätten ausgeschlossen, obwohl der Quarzit fast unempfindlich gegen alle Witterungseinflüsse ist und eine ganz bedeutende

Festigkeit aufweist, die sogar die der Oberbergischen Grauwacken noch übertrifft. Diesen günstigen Eigenschaften steht aber hauptsächlich die schwere Bearbeitbarkeit und die ungünstigen Transportverhältnisse entgegen. Wir finden den Taunusquarzit daher nur in einer grossen Anzahl von kleinen Steinbrüchen aufgeschlossen, die lediglich Wegebaumaterial für ihre nächste Umgebung liefern. Bedeutender sind nur die grossen Steinbrüche an der Sooneck, die wegen der erwähnten Eigenschaften hauptsächlich Steine für Wasserbauten, wie Uferbefestigungen, Bunen und Steindämme liefern und für diesen Zweck weithin verfrachtet werden. Die Lage dieser Steinbrüche ist eine günstige, so dass der Versand hauptsächlich zu Schiff erfolgen kann.

In Niederbachem bei Mehlem gewinnen die Quarzitwerke Mehlem G.m.b.H. einen besonders reinen Quarzit. Dieses Quarzitmaterial hat eine blauweiße Farbe, wird am Steinbruch gebrochen und in der Wäscherei verarbeitet. Die Werke liefern ein Produkt in 5 verschiedenen Korngrössen, deren Sortierung nach der Korngrösse vorgenommen werden 1) 0—3, 2) 3—5, 3) 5—8, 4) 8—12, 5) 12—120 mm. Die Grössen 1 und 5 finden Verwendung zur Herstellung feuerfester Produkte, während die anderen Sorten als Filterkies oder auch als Gartenkies verbraucht werden.

Kalkstein und Dolomit.

An Kalkstein ist die Rheinprovinz ausserordentlich reich und auch Dolomitlager finden sich keineswegs selten. Von Wichtigkeit sind besonders die sehr reinen Kalke des Mitteldevons, die im wesentlichen dessen oberer Abteilung, der Stufe des Stringocephalus Burtini entsprechen. Im Briloner Massenkalkplateau, in der Letmather Gegend und dem Hönnetal in Westfalen werden sie in zahlreichen Steinbrüchen ausgebeutet, setzen sich aber weiter westlich von der westfälischen Grenze ab im Wuppertal als geschlossenes Band nach Westen fort und erreichen besonders in der Gegend von Dornap und Wülfrath eine grosse Ausdehnung an der Oberfläche. Das Band des Massenkalkes taucht dann am Rhein unter den Tertiär- und Diluvialbildungen unter. Am Rande des Rheintales ist es besonders südlich von Ratingen gut aufgeschlossen. Bei Ratingen dürfen aber die nördlich von der Stadt bei Cromford auftretenden Kalke nicht damit verwechselt werden, diese gehören zum Kohlenkalk, sind dem Massenkalk aber äusserlich sehr ähnlich.

Auch weiter im Süden tritt dasselbe Gestein nochmals im Bergischen Land bei Bergisch-Gladbach und Paffrath auf und kehrt auch noch weiter im Süden im Nassauischen in der Umgebung des Lahntales nochmals wieder. Diese Kalke im Bergischen und im Wuppertal werden als Massenkalk bezeichnet, sie rufen im Steinbruch oft den Eindruck des Massigen, Schichtungslosen hervor, eine Eigenschaft, die ihnen den Namen Massenkalk eingetragen hat. Bei genauerer Beobachtung ergibt sich aber, dass es sich nicht um geschlossene Massen handelt, sondern um wohlgeschichtete Bildungen, die allerdings in ungleichmässigen, oft sehr dicken Bänken abgelagert sind. Auffallend ist der grosse Reichtum an Korallen und Brachiopoden. Sie beherbergen also eine versteinerte Tierwelt, wie sie auch heute noch die Korallenriffe der tropischen Meere bevölkert. Wir dürfen aber diese Riffe nicht mit jenen mehrere 100 m mächtigen Barriereriffen der Attolinseln der Südsee vergleichen, denn solchen mächtigen Korallenriffen fehlt jede Spur von Schichtung. Anders ist das aber bei den Flachriffen, die beispielsweise die Küste Australiens in grosser Ausdehnung umziehen. Der üppig wuchernde dünne Korallenrasen wurde häufig überflutet und von der Brandung zerstört, wodurch aus den Korallenstöcken breccienartige Kalkbänke entstanden, die dann immer von neuem wieder von Korallenrasen überwuchert wurden. Ihre

Entstehung verdanken diese Kalkmassen also der Tätigkeit jener kleinen Lebewesen. Die Art der Ablagerung zeigt aber, dass die umgestaltende Tätigkeit des Wassers während des Absatzes dieser Kalke oft energisch eingegriffen hat.

Kalke von gleicher Reinheit und annähernd gleichem geologischen Alter finden wir auf der linken Rheinseite in den sogenannten Eifelkalkmulden wieder, in denen das Gestein zum Beispiel in den grossen Brüchen bei Sötenich und Ahrhütte abgebaut wird.

In allen diesen Kalken haben nachträglich entsprechend der Löslichkeit des Gesteins zahlreiche umgestaltende Vorgänge stattgefunden. Am bekanntesten ist die Bildung der Höhlen, die durch auflösende Tätigkeit des Sickerwassers entstanden sind, das durch sein langsames Wirken bestehende Hohlräume und Klüfte erweiterte. Später wurden diese durch fliessendes Wasser noch weiter umgestaltet. Höhlenbäche wuschen die Spalten zu grossen Hohlräumen aus, füllten sie später zum Teil mit Kies und Lehm wieder an und schliesslich begann darin im Laufe der Jahrtausende der Absatz jener bekannten Tropfsteingebilde.

Technisch wichtiger als diese Tätigkeit des Wassers, deren Spuren für den Steinbruchbetrieb nur störend sind, ist aber die Dolomitisierung gewisser Schichten. In dem Kalkstein kommen an vielen Stellen unregelmässige Lager und Nester von Dolomit vor. Auch dieser verdankt seine Entstehung der umstaltenden Tätigkeit des Wassers. Er ist aus Kalk durch sekundäre chemische Veränderungen entstanden und zwar so, dass von kohlensäurehaltigem Wasser Kalkkarbonat gelöst und fortgeführt und an seiner Stelle gleichzeitig Magnesiumkarbonat abgesetzt wurde. So entstand durch diese Auflösung und gleichzeitigen Absatz der Dolomit. Auch die Dolomitisierung nahm ihren Ausgang von Klüften und Spalten. Hieraus erklärt sich ihre unregelmässige Verteilung. Wahrscheinlich haben wir es bei der Dolomitisierung mit einem Prozess zu tun, der unter dem Einfluss von Thermalquellen entstand, während die Tätigkeit des niedersickernden Wassers und des fliessenden Oberflächenwassers zur Höhlen- und Tropfsteinbildung führte.

Die bedeutendsten Steinbruchsbetriebe des Mitteldevonischen Massenkalks liegen auf der rechten Rheinseite und zwar hauptsächlich in der Gegend von Dornap, Wülfrath, Neandertal, Elberfeld und Varresbeck. Die Brüche südlich von Ratingen im Mitteldevonischen Massenkalk am Rande des Rheintals sind nicht mehr im Betrieb. Dagegen gehören die Brüche bei den anderen eben genannten Orten zu den bedeutendsten der gesamten deutschen Steinbruchsindustrie. Die weitaus grösste Zahl der Brüche ist im Besitz der Rheinisch-Westfälischen Kalkwerke A.-G. in Dornap, die das grossartigste Unternehmen unserer Steinbruchindustrie darstellt. Ihre Brüche beschränken sich nicht nur auf den Niederrhein, sondern umfassen auch den grössten Teil des Verbreitungsgebietes der Mitteldevonischen Massenkalke in Westfalen. Die Verwendung ihrer Produkte ist eine ausserordentlich vielseitige. Ausserordentliche Mengen von Rohkalksteinen und gebranntem Kalk werden an die grossen Rheinisch-Westfälischen Hochofen- und Stahlwerke abgesetzt. Daneben gehen aber auch ganz bedeutende Mengen von Kalkstein über alle Teile von Nord- und Westdeutschland, um dort als Wasserkalk, Weisskalk oder Düngekalk Verwendung zu finden. Das Absatzgebiet dieser Kalke beschränkt sich nicht nur auf die nächstliegenden Provinzen, sondern umfasst ausser diesen Oldenburg, Hannover, Mecklenburg, Schleswig-Holstein, Pommern, Hessen usw. Ja, sogar der grösste Teil der holländischen Kalkeinfuhr hat seine Heimat in diesen Produktionsstätten. Noch grösser ist das Absatzgebiet des mit dem Kalk zu-

sammen vorkommenden Dolomits, der in der eben beschriebenen Weise auftritt. Seine Hauptmenge wird von den bedeutenden Hüttenwerken des Rheinisch-Westfälischen Industriebezirks verbraucht. Darüber hinaus findet er aber als Sinterdolomit sehr grosse Verbreitung, und selbst Dänemark, die Schweiz und Frankreich sind Abnehmer dieses wertvollen Produktes. Von dem Umfang des Betriebes macht man sich einen Begriff, wenn man sich vergegenwärtigt, dass diese Werke ausser 54 Beamten zurzeit nicht weniger als 2100 Arbeiter beschäftigt und über 23 Anschlussgleise an die Staatsbahn, 40 Ringöfen, 6 Schachtöfen, 12 Trichteröfen und 2 Dolomitsintereien verfügt.

Zu den bedeutenderen Werken gehören auch die Rheinischen Kalksteinwerke G. m. b. H. in Wülfrath, die hauptsächlich Hochofenkalke, Wasser- und Weisskalke in einer Jahresproduktion von 750 000 Tonnen liefern.

In ihrer Bedeutung stehen dem Mitteldevonischen Massenkalke, die Kalke des Untercarbons, der sogenannte Kohlenkalk wenig nach. Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt in England und Belgien. Sie treten in der Aachener Gegend auf das deutsche Staatsgebiet über, wo sie den Nordabfall der Eifel in mehreren Zügen begleiten. Auch noch auf die rechte Rheinseite greifen sie über und kommen dort am Rande des Rheintals bei Lintorf im Kern des Wattenscheider oder Diepenbrocker Hauptsattels zutage. Dieses Vorkommen ist jedoch nur untergeordnet. Bedeutender ist der Kohlenkalkzug, der südlich von Lintorf, unmittelbar nördlich von Ratingen bei Cromford beginnt und als fast geschlossenes Band über Eggerscheidt, Heiligenhaus und Krehwinkel nach Osten fortzieht, dann im weiten Bogen, von Verwerfung vielfach zerrissen den sogenannten Velberter Sattel umschliesst, um zwischen Neviges und Elberfeld allmählich auszukeilen. Weiter nach Osten hin treten andere Schichten an seine Stelle.

Auch im Kohlenkalk ist eine lebhafte Steinbruchsindustrie ins Leben getreten. Die Mächtigkeit dieser Kalkfolge beträgt in der Aachener Gegend 250 m, sie nimmt nach Westen hin zu und nach Osten hin ab. Auch im Kohlenkalk finden sich vielfach Dolomite. Die Frage, ob diese Dolomite als ein primärer Absatz aus dem Wasser anzusehen sind, ist noch nicht endgültig entschieden. Auffällig ist die grosse Niveaubeständigkeit der Dolomite, die sowohl im Aachener Bezirk als auch in dem Zuge von Ratingen-Heiligenhaus-Velbert nachweisbar sind. Bei Ratingen lässt sich jedoch der Nachweis führen, dass dort in den grossen Gräflich Speeschen Steinbrüchen die Dolomite nicht primär sind, sondern sekundäre Bildungen darstellen, die sich nicht an ein bestimmtes Niveau halten, die aber ohne Zweifel mit Spalten in Zusammenhang gebracht werden können, da kleine Dolomiteinlagerungen unvermittelt im Kalkstein auftreten und deutlich die Abhängigkeit von Spalten zeigen. Auch bei Velbert konnte ich nachträgliche Bildung der Dolomite von Spalten aus nachweisen. Auf der rechten Rheinseite werden im grösseren Umfange Kohlenkalke und zugehörige Dolomite nur noch in diesen Steinbrüchen bei Ratingen, sowie bei Sundern nordöstlich von Velbert abgebaut. In dem Kohlenkalkband zwischen beiden Punkten und östlich darüber hinaus liegen jedoch eine ausserordentlich grosse Zahl grösserer und kleinerer Kalk- und Dolomit-Brüche, die zurzeit nicht betrieben werden.

Gegen diese beiden bedeutenden Kalkhorizonte des mitteldevonischen Massenkalkes und des untercarbonischen Kohlenkalkes treten alle übrigen Kalkvorkommen der Rheinprovinz erheblich zurück. Nur die Kalke der Muschelkalkformation und die des Oberdevons haben lokal wieder etwas grössere Bedeutung.

Recht erheblich sind die im Aachener Revier im Oberdevon auftretenden Kalkvorkommen. Es ist das die sogenannte Frasnestufe die zwischen Rae-

ren, Friesenrath, Schmidthof, Walheim, Hahn, Vennwegen bis zum Vichttal ein fast ununterbrochenes Band von Steinbrüchen enthält. Auch bei Verlautenheide wird dieser Kalk gebrochen. Der ausgedehnteste Betrieb darin ist der Steinbruch der Walheimer Kalkwerke, die neben Wasser- und Weisskalk aber auch Material zur Herstellung von Werksteinen, Treppenstufen, Belagplatten, Fensterbänken, Viehtrögen usw. liefern. Auch hier finden sich häufig Dolomite eingelagert, deren Zusammenhang mit Verwerfungsspalten unverkennbar ist. Da diese Dolomite unzweifelhaft sekundäre Umwandlungsprodukte darstellen, so ihre Begrenzung an der Oberfläche eine ganz unregelmässige, namentlich im Streichen der Schichten verschwinden sie fast ganz und gehen in den normalen Kalk über. In Breining und Vennwegen bei Aachen zeichnen sich diese Kalke vielfach durch Buntfärbung oder zahlreiche Versteinerungen, namentlich Korallen aus, die dem Gestein besondere Vorzüge im Aussehen verleihen. Es kommt deshalb unter dem Namen Teresiamarmor in den Handel, der sich besonders zu Innendekoration jeder Art verwenden lässt und für zahlreiche kirchliche und profane Bauten zu diesem Zweck geliefert wurde.

Die Industrie dieser oberdevonischen Kalke hat also auch eine mehr als lokale Bedeutung. Nicht weniger wichtig ist aber auch der Muschelkalk der Gegend von Trier und des Saargebietes. Während der untere Muschelkalk den bekannten wertvollen oben beschriebenen Muschelsandstein liefert, enthält der obere Muschelkalk zwei geschätzte Kalkhorizonte, die nach ihrem Fossilinhalt als Trochitenkalk (unterer Horizont) und Nodosenkalk (oberer Horizont) unterschieden werden. An der unteren Grenze finden sich auch vielfach Dolomite eingelagert, die mehrfach mitgewonnen werden. Der Muschelkalk findet Verwendung als Hochofenkalk daneben aber auch als Wasserkalk. Ferner wird das Material zu Mauersteinen, Plastersteinen und anderem Wegebaumaterial verarbeitet. Der hydraulische Kalk besitzt zum Teil sehr gute Eigenschaften. So erreicht beispielsweise der Kalk aus den Niedkalkwerken in Kerprichhemmersdorf, der nach dem Verfahren von Ferd. E. Erpa erbrannt wird, nach 28 tägiger Erhärtung eine Druckfestigkeit von 300 kg/qcm.

Gesteine der gleichen Stufe treten auch am Nordrand der Eifel wieder zu Tage und haben auch dort eine Steinbruchsindustrie, wenn auch in beschränkterem Masse, ins Leben gerufen. In diesem Gebiet besteht der obere Muschelkalk und zwar besonders dessen untere Grenzschichten aus Dolomit, die in 15 bis 25 cm dicken Bänken abgelagert sind. Zur Mörtelbereitung und zum Gebrauch in der Hüttenindustrie scheinen diese Dolomite unbrauchbar zu sein. Sie finden aber sehr häufig Verwendung als Bausteine in nächster Umgebung ihres Vorkommens. Infolgedessen sind sie in einem Streifen von Thumm bis Eicks in einer grossen Reihe von Steinbrüchen aufgeschlossen, die aber meist nicht mehr in Betrieb sind.

In jüngeren Formationen finden wir den Kalk noch einmal in der Kreide wieder. Von der Kreide fehlt in der Rheinprovinz die gesamte untere Abteilung, und von der Oberen Kreide sind auch nur noch die allerjüngsten Schichten erhalten. Sie stellen die Verbindung zwischen dem Kreidebecken des Münsterlandes und dem belgischen Kreidebecken dar und liegen im weitaus grössten Teile des Niederrheinischen Flachlandes unter mächtigen Tertiär- und Dilluvialschichten begraben. Westlich davon aber, in der Gegend von Aachen und an der belgisch-holländischen Grenze treten sie zu Tage, die Schichten des alten Gebirges diskordant überlagernd. Die unterste Stufe des Obersenons der Aachener Gegend, die hier allein in Betracht kommt, ist der sogenannte „Kreidemergel ohne Feuerstein“, die „Craie de Nouvelles“ der belgischen Geologen. Es sind das tonig-kalkige

Gesteine, die im unteren Teil sandig und glaukonitreich sind, nach oben hin aber reiner werden und rein weisse Farbe annehmen. Ihre Verwendung als Kalk ist bei der Unreinheit nicht möglich, dagegen werden sie am Schneeberg bei Vaals an der holländischen Grenze in mehreren Steinbrüchen gewonnen und finden als Bausteine und Backofensteine Verwendung. Wahrscheinlich eignen sich diese Gesteine zum Teil auch zur Zementfabrikation sowie zur Verwendung in der Landwirtschaft zum Mergeln der Felder.

Die nächsthöhere Stufe der Kreide, der „Kreidemergel mit Feuerstein", führt keine brauchbaren Bänke, wohl aber die wiederum hierüber folgenden „Vetschauer Kalke". Sie werden am Vetschauer Berg als Baustein gebrochen, finden aber nur zu diesem Zweck Verwendung. Auf dem Gipfel des Schneeberges bei Vaals in der Umgebung des sogenannten Mierenbäumchens sind die Vetschauer Kalke durch Verwitterung zu einem mageren Ton aufgelöst. Diese Zersetzungsprodukte des Kalkes werden hier in vielen kleinen Gruben gegraben und finden als Walkerde Verwendung.

Tonschiefer und Dachschiefer.

Dem Schiefergestein verdankt das Rheinische Schiefergebirge, das den grössten Teil der Rheinprovinz aufbaut, seinen Namen. Schiefergesteine sind dort so überaus verbreitet, dass sie den weitaus grössten Teil des Gebirges ausmachen. Von diesen überaus weitverbreiteten Schichten ist jedoch die Hauptmasse für die Steinindustrie vollkommen wertlos. Nur wenige Stufen liefern ein abbaufähiges Material. Die Tonschiefer im ältesten Devon sind zum Teil recht hart und widerstandsfähig, eignen sich aber trotzdem nur wenig zu technischer Verwendung, da sie sehr leicht durch Druck zerstört werden können. Man gewinnt den sogenannten Hunsrückschiefer stellenweise im Hunsrück zur Wegebeschotterung, wo kein besseres Material zur Verfügung steht, und gelegentlich wird er auch als Bruchstein für rauhes Mauerwerk gebrochen, wenn die Lagen etwas dickbankig sind.

Solche Steinbrüche sind natürlich nur klein und haben nur dort ganz beschränkte örtliche Bedeutung, wo kein besseres Material zu haben ist. Dagegen finden sich aber auch unter den Schiefergesteinen auch solche deren Bedeutung weit über die nächste Umgebung hinausgeht. Es sind das die Dachschiefer, die weit über die Rheinprovinz hinaus verschickt werden und ihr Absatzgebiet nicht nur im ganzen Deutschen Reich, sondern auch in den Nachbarländern wie Holland, Belgien, Schweiz, Russland usw. haben. Zu Dachschiefer eignen sich nur die dünnblättrigen, ebenflächigen, blauschwarzen Schiefer, die sich leicht spalten lassen und auch sonst nur günstige Eigenschaften aufweisen. Man verlangt von einem guten Dachschiefer, dass er sich gut bearbeiten lässt, das heisst gut spaltet und in jeder Richtung gut geschnitten werden kann. Ausserdem muss das Material vollkommen gleichmässig in der Farbe sein. Ein gutes Schieferdach darf keinerlei hellere Flecke aufweisen, sondern soll die gleiche Farbe in allen Teilen besitzen und, was das wichtigste ist, vor allen Dingen auch behalten. Manche Schieferarten, die ein beschränktes örtliches Absatzgebiet haben, bleichen im Laufe der Jahre an der Luft oder fangen an, unter dem Einfluss von Sonne, Regen, Luft und Frost aufzublättern, müssen dann bald ersetzt werden, wodurch eine solche Bedachung in verhältnismässig kurzer Zeit ein unschönes Aussehen bekommt und ständig lästige Ausbesserungen erfordert. Derartige Schieferqualitäten haben naturgemäss keinen grossen Wert und kommen nur für ganz lokalen Absatz in Frage, sie dürfen nicht mit den besseren rheinischen Schieferqualitäten verglichen werden. Zur Verwendung als Dachschiefer eignen sich daher nur ganz wenige Schieferlagen, die aber meist in

sogenannten Dachschiefer z o n e n auftreten und als solche durch das Gebirge weithin verfolgbar sind.

Diese Gesteine spalten nicht wie andere Sedimentgesteine nach den Schichtflächen, die den Ablagerungsflächen entsprechen, sondern nach den Schieferungsflächen, die späteren Druckwirkungen nach der Faltung des Gebirges ihre Entstehung verdanken. Die Schieferung der Gesteine ist im Rheinischen Schiefergebirge bei sämtlichen Gesteinen nachzuweisen. Oft ist sie aber rauh, uneben, flaserig, erreicht aber einen besonders hohen Grad in den Dachschiefern, die zum Teil bis zu papierdünnen Blättchen gespalten werden können und dabei immer noch eine vollkommene E b e n f l ä c h i g k e i t aufweisen. Ausser allen diesen Eigenschaften, die man von gutem Dachschiefer verlangen muss, verlangt man aber noch, abgesehen von Widerstandsfähigkeit gegen c h e m i s c h e Einflüsse gegen Kohlensäure und andere Gase auch eine solche gegen m e c h a n i s c h e Einflüsse, wie Schlag und Stoss; denn oft genug sind ja die Dachschiefer nach ihrer Verwendung beim Hochbau dem Hagelschlag ausgesetzt, und je nach ihrer Qualität bieten sie solchen Naturerscheinungen verschiedenen Widerstand. Man kann zwar nicht verlangen, dass ein Schieferdach auch dem stärksten Hagelschlag Widerstand leistet, muss aber erwarten, dass nicht schon nach mittelstarkem Hagelschlag eine Anzahl Schieferplatten ersetzt werden muss.

Unsere wichtigsten Schiefervorkommen der Rheinprovinz bilden Einlagerungen im sogenannten Hunsrückschiefer des Unterdevons. Sie bilden besonders zwei wichtige Dachschieferzonen, die des Cauber Schieferzuges und des Mosel-Schiefers, der an der Saar beginnt und sich über das Ruwertal bis über die Mosel fortsetzt. Die Druckfestigkeit schwankt zwischen 335 und 925 kg/qcm.

Zu den geschätztesten Schiefern gehören die Müllenbacher Schiefer von dem Oertchen Müllenbach nordwestlich von Cochem an der Mosel. Der Schiefer wird stellenweise in Steinbruchbetrieben gewonnen. Die Hauptmenge wird jedoch unterirdisch in regelrechten bergmännischen Betrieben abgebaut. Die meisten Werke sind heute mit maschinellen Förderanlagen ausgestattet und gewinnen das Gestein nicht nur in Stollen, sondern auch in Tiefbauschächten. An der Mosel wird der beste Schiefer wie gesagt bei Müllenbach gewonnen. An der Produktion beteiligen sich dort die Firmen: Firma J. B. Ratscheck Söhne, G. m. b. H., Mayen, Rheinland, mit ihren Gruben Mariaschacht und Ohligskauf bei Müllenbach; Firma M. J. Helff G. m. b. H., Cöln a. Rh., mit ihrer Tiefbaugrube Colonia in Müllenbach; Firma Müllenbacher Dachschieferwerk in Müllenbach.

Dieser Schieferzug lässt sich im Streichen der Gebirgsschichten sowohl nach Nordost wie nach Südwest weiter verfolgen und enthält an der Eltz, besonders aber bei Mayen, noch eine Anzahl wichtiger Moselschiefergruben, die ebenfalls ein ganz hervorragend gutes Schiefermaterial liefern.

Nicht minder bedeutend ist der Cauber Schieferzug, in dem zu beiden Seiten des Rheins Abbau betrieben wird. Die Halden dieser Grube fallen bei einer Fahrt auf dem Rhein oder auf einer der beiden Eisenbahnlinien im Rheintal sofort auf. Dieser Schiefer ist von dunkelblauer Farbe und grosser Widerstandsfähigkeit. Die günstige Lage der meisten Gruben nahe am Rhein gestattet einen billigen Versand, namentlich nach dem Niederrhein.

Ebenfalls im älteren Devon tritt ein Schiefervorkommen an der Rheinisch-Westfälischen Grenze in der Schiefergrube Venus-Charlottenstollen in Breitbach auf, das der Firma C. G a b r i e l in Siegen in Westfalen gehört. Dieser Schiefer entspricht nicht nur seinem Alter nach dem Cauber Schiefer und dem Moselschiefer, sondern besitzt auch die gleich guten Qualitäten wie dieser und übertrifft also die des Mitteldevonischen Schiefers in dem Sauerland erheb-

lich. Das Material wird von dem Besitzer unter dem Namen „Hornschiefer" in den Handel gebracht. Für die gute Qualität dieses Materials spricht der Umstand, dass Schiefer bei Neueindeckungen wieder gebraucht werden konnte, nachdem er über 200 Jahre auf dem Dach gelegen hatte. In dieser langen Zeit hatte sich keinerlei Veränderung gezeigt.

Die Hauptverwendung findet all dieser Schiefer bei Hochbauten als Dachschiefer. Daneben werden aber erhebliche Mengen auch in anderen Zweigen der Technik verbraucht, so z. B. zur Herstellung von Schiefertafeln, Fuss- oder Scheuerleisten, Wandplatten, Fensterbänken, Mosaikbelagplatten, Billardplatten usw. Auch in der Elektrotechnik benutzt man häufig Schieferplatten zur Herstellung von Schalttafeln und ähnlichem, zieht allerdings meist Marmortafeln vor.

Auch die Gegend südlich von Aachen, besonders das Hohe Venn, enthält einige dachschieferartige Einlagerungen. Solche finden sich dort zunächst im Silur in der sogenannten Salmstufe. Diese Gruben stehen nicht mehr im Betrieb. Die Dachschiefer derselben, die nur untergeordnete Stellung haben, wurden früher im Wehetal abgebaut. Auch die tieferen geologischen Stufen jener Gegend enthalten öfters Schiefer, die sehr rein sind und ebenflächig spalten und sich infolgedessen auch als Dachschiefer verwenden lassen. Diese Gesteine sind früher in den alten Gruben bei Kalterherberg, Kesternich und an der Erkensruhr abgebaut und dort zum Teil auch heute noch gewonnen (siehe Quarzphyllite).

Sonstige Gesteine.

An sonstigen Gesteinen finden sich in der Rheinprovinz noch eine Anzahl, die aber nur gelegentlich auftreten. Als Reste der jungtertiären Braunkohlenformation kommen vereinzelt sogenannte Braunkohlenquarzite vor, die mit der gleichen Bildung des Königreichs Sachsen (siehe Sachsen) ganz übereinstimmen. Da sie nur als vereinzelte Knollen vorhanden sind, finden sie keinerlei Verwendung.

Mergelgesteine, die sich zur technischen Verwendung eignen würden, sind in der Rheinprovinz selten. Lokale Bedeutung haben einige Mergelvorkommen in der Kreide von Aachen, die sich zum Mergeln der Felder eignen und auch zur Zementfabrikation gebraucht werden können. Sie bedürfen hierzu jedoch meist eines Zusatzes von Ton. Das gleiche gilt von dem Mergel im Muschelkalk des Saar-Nahe-Beckens. Diese Gesteine haben aber zurzeit steinbruchstechnisch keine Bedeutung und seien daher nur der Vollständigkeit halber miterwähnt.

Bayern (ausschliesslich Rheinpfalz).

Von Geh. Hofrat Prof. Dr. K. Oebbeke in Verbindung mit Dr. M. Weber und A. Götting, München.

Einleitung.

Die mannigfaltige geologische Gestaltung Bayerns bedingt seine grosse petrographische Vielseitigkeit und damit auch seine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die Steinindustrie.

Es finden sich von **kristallinen Schiefern** und **Eruptivgesteinen:** Gneise, Amphibolite und Eklogite im Bayerisch-böhmischen Grenzgebirge, im Fichtelgebirge und im Spessart, ebenda auch Granit und lokal Syenitgranit, ferner Diorit, Gabbro, Serpentin, Quarzporphyr, Diabas, Proterobas und Basalte; im Ries noch Trachyttuff als sogenannter Trass.

Sedimentgesteine sind vertreten durch Sandsteine, wovon der älteste der Kulmsandstein im Fichtelgebirge ist. Aus dem Odenwald greift der Buntsandstein herüber, der im Spessart, in der Rhön und am Südwestrande des Frankenwaldes eine weite Verbreitung besitzt. Die verschiedenen Keupersandsteine nehmen einen grossen Raum ein in Unter- und Mitelfranken; beide Gebiete werden zum grossen Teil vom Main durchzogen, und die Gesteine können daher billig verfrachtet werden. Der Eisensandstein des braunen Jura erhält in Oberfranken und der Oberpfalz stellenweise eine nicht zu unterschätzende Bedeutung und in Südbayern finden der cenomane Grünsandstein sowie manche Flyschsandsteine, ferner tertiäre Molassesandsteine vielfach Verwendung.

Als weiteres Sedimentgestein muss der Kalkstein genannt werden und zwar zunächst der körnige Kalk (Marmor). Er findet sich in Südbayern, Oberfranken und im Spessart. Dichte Devonkalke und Kulmkalke treten im Fichtelgebirge und im Frankenwald auf. Muschelkalk kommt vor in Unterfranken, Jurakalk in Mittelfranken, tertiärer Sylvanakalk im Ries. Hieran schliessen sich alpine Kalke, die zum Teil wegen ihrer schönen Färbungen auch als Marmore bezeichnet werden, ferner der sogenannte Granitmarmor und als jüngste Bildung der Kalktuff.

Schliesslich kommen noch in Betracht die Nagelfluhe und der Tonschiefer (Dachschiefer).

Die Produktion*) der 851 Steinbruchbetriebe betrug im Jahre 1911: 2 566 098 t im Werte von 9 731 798 Mk.; beschäftigt wurden 9276 Arbeiter und 21 936 Frauen und Kinder.

Aus dieser Uebersicht ergibt sich, dass im rechtsrheinischen Bayern rund 30 000 Menschen durch die Steinindustrie Arbeit finden und dass der jährliche Umsatz einen Wert von nahezu 10 Millionen Mark erreicht. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für manche Betriebe, wie z. B. für die Quarzsandgewinnung usw., keine statistischen Angaben zu erhalten waren.

---

*) Zeitschrift des K. Bayer. Statistischen Landesamtes, Heft 4, S. 531 und ff., 1912.

A. Kristalline Schiefer.

Aus der Gruppe der kristallinen Schiefer sind nur einige Gesteinsvorkommen, die vornehmlich im Gebiete des Münchberger Gneismassivs und des Fichtelgebirges gefunden werden, anzuführen. Zunächst der Amphibolit, ein gebändertes Gestein mit abwechselnden Lagen von dunkler Hornblende und hellem Feldspat, das sich hier wohl zum Teil aus durch Druck verfestigtem und umkristallisiertem Diabastuff, zum Teil wohl auch aus Gabbro, herleitet; seine Vergesellschaftung mit Diabas, z. B. bei Berneck, deutet auf erste Entstehungsart hin. Er wird zu Schotterzwecken gewonnen.

Durch sich mehrenden Gehalt an rotem Granat ergeben sich Uebergänge zum meist nicht mehr geschieferten Eklogit, der höchstwahrscheinlich durch Gebirgsdruck aus Gabbro entstanden ist und sich daher auch in Gesellschaft des von Gabbro stammenden Abspaltungsproduktes, des Serpentins, findet. Leider eignet sich dieser Eklogit, trotz seines schönen Aussehens, wegen seiner Härte und seiner Klüftigkeit nicht zu Ornamentsteinen. An einzelnen Stellen, bei Wildenreuth und Albesrieth in der Oberpfalz, ferner bei Wöllbattendorf in Oberfranken, werden aus dem Eklogit und Granatamphibolit die Granaten durch Pulverisieren und Schlämmen gewonnen und als sogenannter „Oberpfälzer Schmirgel" zu Schleifzwecken in den Handel gebracht.

B. Eruptivgesteine.

I. Tiefengesteine.

1. Granite und Syenitgranite*). Von diesen Tiefengesteinen ist technisch das wichtigste und verbreitetste Gestein der Granit, wie er sich in Bayern, besonders im Fichtelgebirge und im Bayerisch-böhmischen Grenzgebirge, in verschiedenartigsten Abarten und in zahlreichen und darum bei weitem nicht vollständig aufzuzählenden Steinbrüchen aufgeschlossen findet und abgebaut wird. Seine Zusammensetzung ist wesentlich bedingt durch die Mineralkombination: Quarz, Feldspate, schwarzer Glimmer (Biotit) und weisser Glimmer (Muscovit). Die Farbe der Feldspate, die bald weisslich, gelblich oder bläulich, selten rötlich ist, bedingt vor allem den Farbenton des ganzen Gesteins. Dem geologischen Alter nach sind bei den Graniten Unterschiede nachgewiesen: die oberpfälzischen und niederbayerischen Granite werden der Grundgebirgsformation oder spätestens der praekambrischen Zeit zugeschrieben, während das Aufdringen der Granite im Fichtelgebirge erst nach der Steinkohlenzeit eintrat.

Abb. 1. Granitbruch Hauzenberg-Berbing, Niederbayern, der Firma Gebr. Kerber, Büchlberg bei Passau.

Von fichtelgebirgischen Vorkommen werden besonders viel verwendet: Der Granit vom Schneeberg, der teilweise geschiefert ist, grosse Feld-

*) A. Frentzel: Das Passauer Granitmassiv. Geognostische Jahreshefte. München 1911. XXIV. Jahrgang. — A. Schmidt: Kunstgewerbe und Granit. Der Steinbruch 1912, Heft 46 und 47. Mit 4 Abbildungen.

spateinsprenglinge enthält und daher Augengneis genannt wird; die Granite vom Waldstein, von Niederlamitz, vom Epprechtstein (verwendet beim Bau des Café Luitpold, Parterre und Entresol sowie beim alten Bau der Technischen Hochschule in München, Parterre) und Kornberg. Diese Granite sind meist zweiglimmerig, mittel- bis grobkörnig und haben durch die gelbliche Farbe der Feldspate einen angenehm warmen Ton. Es schliessen sich nahe an sie gewisse Granitvorkommen von Selb, bei denen die Farbe ins Rötliche übergehen kann. Dann kommen bei Selb, auch bei Berneck und am Kornberg, am Spielberg und bei Gefrees ziemlich feinkörnige Abarten vor, die infolge grösseren Gehaltes an feinen schwarzbraunen Glimmerblättchen mehr graue Farben aufweisen. Grobkörnige Granite, in denen einzelne Feldspate durch zunehmende Grösse zu einer Art Porphyrstruktur neigen, und die Gümbel als „Kristallgranite" bezeichnete, finden sich in schönen blaugrauen, für Ornamentzwecke beliebten Farbentönen an der Kösseine (Unterbau des Sockels am Ohmdenkmal vor der Technischen Hochschule und Säulen am Schüsselbazar in München). Hierher gehören auch die Granite der Luisenburg, die durch über- und durcheinander gelagerte wollsackförmige Blöcke ein Felsenmeer aufbauen, das schon von Goethe bewundert wurde und das seine Entstehung der ungleichmässigen Verwitterung des Granits verdankt, aber durch einen rücksichtslosen Raubbau schon vielfach seines landschaftlichen Charakters beraubt ist. Auch bei anderen Granitvorkommen findet man die Kerne derartiger „Wollsäcke" ausgewittert; sie sind wegen ihrer Härte von den Steinhauern gesucht.

Manche Vorkommen der fichtelgebirgischen Granite zeigen eine merkliche Anreicherung der farbigen Gemengteile und wurden von Gümbel unter der Spezialbezeichnung „Syenitgranit" zusammengefasst, weil sie eben Uebergänge zum Syenit und Diorit darstellen. Aus der Gegend von Wunsiedel, Marktredwitz und Wölsau sind sie zahlreich bekannt geworden, aber ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich auch noch durch die Oberpfalz bis hinein nach Niederbayern. Ihre Absonderung ist im Gegensatz zu der bankigen oder plattigen der Granite stets mehr oder weniger ausgesprochen kugelig. Derartige Kugeln findet man häufig lose wie erratische Blöcke an der Oberfläche ausgewittert; sie besitzen eine ausgezeichnete Festigkeit und Zähigkeit.

Die Granitvorkommen der Oberpfalz sind weniger zahlreich. Es wären hier zu erwähnen die prachtvollen grobkörnigen Zweiglimmergranite aus der Gegend von Tirschenreuth, die zwiebelschalig gebankten Vorkommen von Flossenbürg und die feinkörnigen Granite von Blauberg, ferner die helleren, weit glimmerärmeren Granite aus der unmittelbaren Umgebung von Cham.

In Niederbayern werden Granite gewonnen am Südwestabfall in der Donaugegend bei Deggendorf, Metten und Egg. Es sind meistens feinkörnige, biotitreiche, graublau aus-

Abb. 2 Granitbruch Altenhammer bei Floss, Oberpfalz, der Firma Deutsche Steinwerke, Eltmann a. Main.

sehende Gesteine, die auch bei Teisnach anstehen und hier von dem Quarzzuge des Pfahles gekreuzt werden.

Die meisten und grössten Granitbrüche befinden sich im sogenannten Untern Wald nördlich von Passau. Von besonderen Abarten wird hier schon von Gümbel der Passauer Waldgranit unterschieden; dieser ist ein mittel- bis feinkörniger Biotitgranit von graublauer Farbe, der, von den Steinbrechern als „blauer Granit" bezeichnet, ein ausgezeichnetes Baumaterial darstellt, das bei Tittling, Grub und Neukirchen, dann bei Kalteneck und Fürsteneck im Ilztal gewonnen wird. Eine zweite Abart wird von Frentzel „Dachsbergtypus" genannt (Hauptvorkommen bei Hutthurm). Dieser Granit scheint nur eine Abart des Waldgranits zu bilden, die zur Ausscheidung grösserer Feldspateinsprenglinge neigt und als das festeste aber auch als das am schwersten zu bearbeitende Gestein des Massivs gilt. Ein weiterer Typus „Büchlberg" ist zweiglimmerig, mittelkörnig, weisslichgrau, mit einem Stich ins Gelbliche und wirkt auf das Auge viel weicher als der harte blaue Passauer Waldgranit. Trotz seiner Festigkeit ist er verhältnismässig leicht bearbeitbar und wird bei Büchlberg und Hauzenberg in vielen Brüchen abgebaut. Der Typus „Hutthurm" ist ein Zweiglimmergranit von hellerem Aussehen, der besonders im Nordosten von Fürstenstein ansteht.

Ein anderer Typus „Egging" stellt den Uebergang vom Passauer Waldgranit zum Fürstensteiner Quarzglimmerdiorit dar; Steinbrüche darauf bestehen bei Egging und Englburg. Endlich wäre noch zu erwähnen der grauweisse, schwachgelbliche Freudensee-Granit, aus dem seinerzeit die wegen ihres grossen Gewichtes und der ungenügenden Verkehrsverhältnisse nicht transportablen 18 Monolithe von je 6,70 m Länge und 1,55 m Achtecksdurchmesser für die Befreiungshalle bei Kelheim gearbeitet wurden. Zwei dieser Säulen befinden sich jetzt als Träger von Statuen vor dem Anbau der Universität in München. Aus dem auch bei Hauzenberg und Grub anstehenden blauen Granit wurden die Säulen zur Ruhmeshalle bei Kelheim gewonnen.

In der Gegend von Aschaffenburg im Spessart wird ein grobkörniger, heller Granit ausgebeutet. Auch auf dunkle, biotitreiche, grosse Orthoklase einschliessende Ganggesteine im dortigen Gneis, die von Gümbel Aschaffit genannt wurden, jetzt aber zu den Kersantiten gezählt werden, wird bei genügender Mächtigkeit Abbau getrieben.

Die dunklen Abarten des Granits werden gern zu Ornamentsteinen benutzt; die hellen feinkörnigen mit bläulicher Farbe, die in der Oberpfalz und in Niederbayern mehr verbreitet sind als im Fichtelgebirge, zu Werksteinen, Pflastersteinen und Kleinpflaster.

Die Produktion von Granit betrug im Jahre 1911 aus 170 Betrieben 344 274 t im Werte von 2 634 786 Mk. (3352 Arbeiter und 8154 Frauen und Kinder).

2. Syenit, Diorit und Gabbro. Eigentliche Syenite scheinen in den kristallinen Gebieten Bayerns nicht vorzukommen. Doch wären im weiteren Sinne wohl hierher zu zählen die schon oben genannten Syenit-Granite, die durch Abnahme des Quarzes und Kalifeldspates und durch Zunahme an dunklen Gemengteilen zum Diorit und auch zu Gabbrogesteinen hinüberleiten. Zu diesen gehört ein bei Hardt unweit Floss gewonnenes dunkles Gestein, das man petrographisch als Mangerit zu bezeichnen hätte.

Dem eigentlichen Diorit wird ein ziemlich dunkles, etwas schiefriges und durch grössere rötliche Feldspateinsprenglinge porphyrisches Gestein von Schweinheim im Spessart zugerechnet, das als Ornament- und Baustein Verwendung findet.

Unter den Dioriten wären ferner zu erwähnen verschiedene Vorkommen, die im Untern Wald ausgebeutet werden und die Frentzel als Fürstenstein- und Salzweg-Diorite auseinander hält. Jener ist ein Quarz-Glimmer-Diorit*), der oft durch Anhäufungen von dunklem Glimmer und Hornblende gefleckt erscheint, gelegentlich grössere Feldspateinsprenglinge zeigt und reich an gerade noch für das freie Auge erkennbarem braunem Titanit ist. Er scheint, gleich dem ganz feinkörnigen und noch mehr zur Ausscheidung grösserer Feldspateinsprenglinge neigenden Salzweg-Diorit, eine basische Randbildung des Passauer Waldgranites zu sein.

In grossen Brüchen werden diese Gesteine bei Fürstenstein und Neukirchen, bei Waldkirchen und bei Salzweg gewonnen, wegen ihrer dunklen Putzen aber, die bei den Architekten ganz unbegründet leider als Schönheitsfehler gelten, nicht zu Bauzwecken, sondern wesentlich zu vorzüglichen Pflastersteinen verarbeitet.

Im Ilztal werden südlich von Fischhaus mittelkörnige, schwärzlich-grüne Gabbrogesteine abgebaut.

3. Serpentin. Die dichten grünlichen, verhältnismässig weichen aber zähen Serpentine finden sich besonders häufig im Gebiete des Münchberger Gneismassivs in Verbindung mit Amphiboliten und Eklogiten, dann östlich von Tirschenreuth in Verbindung mit Granuliten, ferner vereinzelt bei Erbendorf in der Oberpfalz. Bei Wirsberg, Stammbach, Kupferberg und Wurlitz in Oberfranken bestehen grössere Brüche. Die Serpentine finden Verwendung zu Kunstarbeiten, als Material für Kunststeine und zu Ornamentzwecken.

II. Ergussgesteine.

Von den Ergussgesteinen sind von Wichtigkeit und werden gewonnen die alten, meist der Permzeit angehörigen Quarzporphyre, dann der wahrscheinlich viel ältere silurische und devonische Proterobas und Diabas und endlich die häufig, wenn auch stets nur in kleinen Kuppen auftretenden tertiären Basalte, deren Verbreitung in Oberfranken und der Oberpfalz in Zusammenhang steht mit der grossen südlichen Erzgebirgsverwerfung, die, wenigstens innerhalb Bayerns, wohl auch noch auf die Bildung des Ries-Kessels von Einfluss gewesen ist.

1. Quarzporphyr. Die Quarzporphyre, die in dichter heller bis rötlicher Grundmasse meist sehr deutliche Einsprenglinge von Quarz und gewöhnlich auch von Feldspat führen, werden gewonnen z. B. am Kornberg in Oberfranken, dann bei Erbendorf, ferner östlich von Weiden und nördlich von Bodenwöhr in der Oberpfalz. Sie eignen sich nur für Schotterzwecke.

2. Diabas**). Von den zahlreichen Diabasvorkommen wird eine mittelkörnige, Hornblende führende Art ausgebeutet, bei der die helleren nadelförmigen Feldspate sich scharf aus dichterem, schwärzlich-grünem Untergrunde hervorheben. Die Hauptvorkommen dieses „Proterobas“ genannten Gesteines sind im Fichtelgebirge am Ochsenkopf bei Neubau, Fichtelberg und in der Oberpfalz bei Röthenbach. Ein ausgezeichnet grobkristalliner Proterobas findet sich bei Obersteben und im Muschwitztale in Oberfranken. Die Schönheit und Zähigkeit dieses Gesteins macht es vorzugsweise zu Ornamentsteinen (Grabdenkmälern, Säulen usw.) geeignet.

---

*) A. Frentzel: Das Passauer Granitmassiv. Geognostische Jahreshefte München 1911. XXIV. Jahrgang. — K. Oebbeke und A. Schwager: Beiträge zur Geologie des bayerischen Waldes. Geognostische Jahreshefte. München 1901. XIV. Jahrgang, S. 247.

**) A. Schmidt: Dunkle Gesteine (Grünsteine). Zeitschrift f. d. Steinbruch-Berufsgenossenschaft. Charlottenburg 1912, Nr. 19.

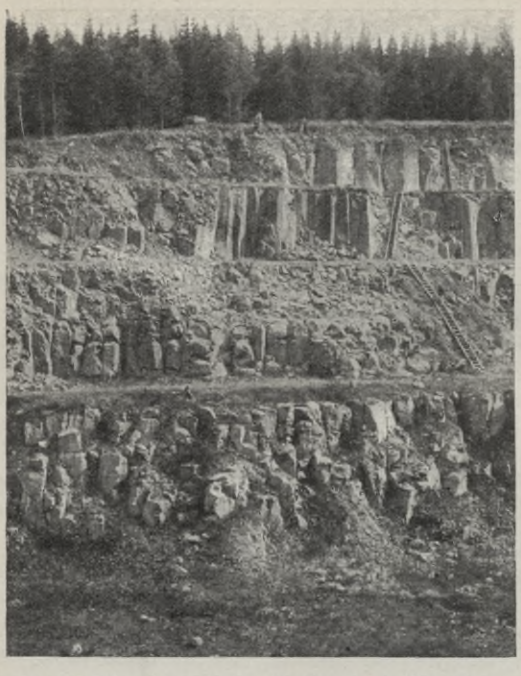


Abb. 3. Basaltbruch bei Triebendorf, Oberpfalz, der Firma Triebendorfer Basalt - Gewerkschaft Maurer & Co., Wiesau, Oberpfalz.

Von echten Diabasvorkommen wären vielleicht noch die von Berneck und die im Rimlasgrund, dann bei Sellanger am Spechtsbühl bei Regnitzlosau zu erwähnen, deren Gestein sich nur zu Schotterzwecken eignet.

Ein dichter bis mittelkörniger, blaugrauer Diabas wird bei Selbitz und Sellanger bei Hof gewonnen. Er dient zu Pflastersteinen und Kleinpflaster.

3. Basalt. Die Basaltvorkommen, die alle tertiären Alters sind, finden sich ziemlich zahlreich und vielfach säulenförmig abgesondert. Es seien u. a. erwähnt die Vorkommen bei Triebendorf und Wiesau, dann von der Steinmühle und vom Gommelberg bei Waldsassen, ferner von Grossschlattengrün, des weiteren die Vorkommen aus der Rhön bei Oberriedenberg und Bischofsheim. In der Regel liefern sie ein vortreffliches Material für Schotterzwecke. Für Pflastersteine und Kleinpflaster sind die Basalte dann mit Vorsicht zu gebrauchen, wenn es sich um ihre Verwendung bei geneigten Strassen handelt, da sie schnell glatt werden und so ein Ausgleiten der Pferde veranlassen. Für solche Strassen ist Granit vorzuziehen. Nur in geringem Masse scheint bei den bayerischen Basalten Neigung zu kleinkugeligem Zerfall („Sonnenbrenner") zu bestehen, wie er z. T. an der kleinen Kuppe des Parkstein bei Weiden ersichtlich ist; solcher Verfall schliesst natürlich die Verwendung als Strassenmaterial aus. Für die in jüngerer Zeit vermehrte Verwendung als Kleinpflaster kommen in erster Linie die plattig abgesonderten Basalte in Betracht.

Die Produktion von Basalt betrug im Jahre 1911 in 18 Betrieben 775 883 t im Werte von 1 218 235 Mk. (902 Arbeiter und 2468 Frauen und Kinder).

4. Trass*). Von tertiärem Eruptivmaterial wäre endlich noch zu erwähnen der in ursprünglich losen Teilchen von verschiedener Grösse ausgebil-

Abb. 4. Basaltbruch bei Triebendorf, Oberpfalz, der Firma Triebendorfer Basalt - Gewerkschaft Maurer & Co., Wiesau, Oberpfalz.

*) C. Straub: Der Trachyttuff des bayerischen Rieses als Baustein. Mit Originalaufnahmen, Tabellen und Karte. München 1907. Herausgegeben von „Deutsche Steinwerke". C Wetter, A.-G., Eltmann a. M.

dete Trachyttuff oder Trass des Rieskessels in der Gegend von Nördlingen; er ist hellgrau gefärbt und zeigt einzelne grössere und kleinere dunkle Auswürflinge und grössere und kleinere Brocken von Granit und Gneis. Der Trass ist ein gegen atmosphärische Einflüsse sehr widerstandsfähiges Gestein, das schon in alter Zeit (Kirche von Nördlingen) verwendet wurde und auch gegenwärtig stark für Bauzwecke begehrt wird (Verkehrsministerium in München).

Die Produktion von Trass betrug im Jahre 1911 in 4 Betrieben 4695 t im Werte von 93 910 Mk. bei einer Arbeiterzahl von 50 und 97 Frauen und Kindern.

1. Sandsteine.

Die Produktion von Sandsteinen betrug im Jahre 1911 aus 299 Betrieben 379 061 t in einem Werte von 2 000 714 Mk. bei 1759 Arbeitern und 4530 Frauen und Kindern.

Die geologisch ältesten Sandsteine, die in Bayern für Bauzwecke in Betracht kommen, sind die Kulmsandsteine, wie sie in Oberfranken, z. B. bei Nordhalben, als Baumaterial und zur Herstellung von Wetzsteinen gewonnen werden.

Dann folgen die Sandsteine der Triasformation: des Buntsandsteins und des Keupers.

Der Buntsandstein lagert sich nach Osten und Südosten an die kristallinen Kerne des Odenwaldes und des Spessart in einer Breite von etwa 30 bis 40 km. Er zieht von Heidelberg aus in Nordnordost-Richtung nach Bayern, um sich in der Rhön nach Norden fortzusetzen. Kleine zungenförmige Ausläufer schalten sich in der grossen hercynischen Abbruchspalte ein, von Thüringen südwärts bis Kronach und Kulmbach. Diese sandigen Ablagerungen, die nach Südosten schwach einfallen, werden überlagert und abgelöst durch die Ablagerungen des Muschelkalkes. Auf diese folgen die wiederum vorherrschend sandigen Gebilde des Keupers, der aus der Gegend von Stuttgart und Heilbronn herüberstreicht, stets den Nordwest- und West-Rand der Juraformation unterlagert, bei Koburg nach Osten und Südosten einschwenkt und zwischen Juragebirge und dem Bayerisch-böhmischen Grenzgebirge sich herunter bis Weiden und bis in die Bodenwöhrer Bucht verfolgen lässt.

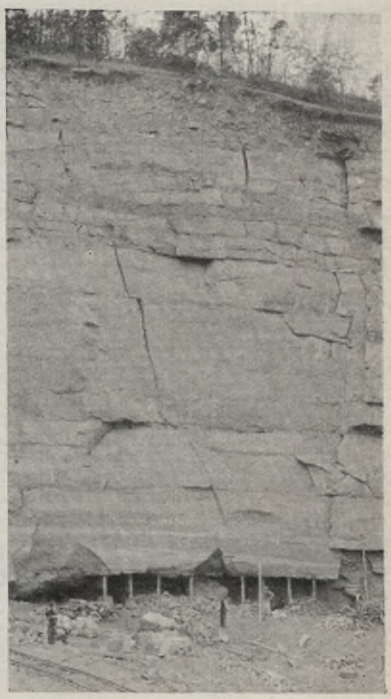


Abb. 5. Sandsteinbruch Mainhölle im Buntsandstein b. Burgstadt, Unterfranken, d. Firma Pius Arnold, Reistenhausen a. M.

Buntsandstein. Zu dem unteren Buntsandstein gehören gewisse feinkörnige, weisse, gelbliche oder auch hellrötliche Sandsteine mit tonigem, oft kaolinreichem Bindemittel. Die Quarzkörner dieser Sandsteine sind klein und rund; weisse Körnchen von Feldspat und Schüppchen von hellerem Glimmer sind nicht häufig, dagegen finden sich oft die aus dem unteren Buntsandstein so häufig bekannt gewordenen schwarzen Manganbutzen, die dem Sandstein ein geflecktes Aussehen („Tigersandstein") verleihen. Die Sandsteine werden besonders im Vorspessart in der Gegend von Aschaffenburg, bei

Heigenbrücken, Oberbessenbach, Hain, Teigtröge, Waldaschaff, Schweinheim, am Findberg, bei Stengerts, Bischberg, Obernau, bei Schöllkrippen, am Kreilberg bei Huckelheim, ferner bei Lohr gewonnen.

Auf diese untere Stufe des Buntsandsteins folgt der mittlere Buntsandstein oder Hauptbuntsandstein, der in seinen unteren Lagen brauchbaren, feinkörnigen, meist tonigen und gewöhnlich blassrötlichen, weiss gestreiften oder geflammten Sandstein liefert und durch viele Brüche im Maintale aufgeschlossen ist. In höheren Lagen trifft man feste Bänke eines glitzernden Sandsteins, der durch grösseren Quarzreichtum und geringeren Tongehalt ausgezeichnet ist und der vor allen den Landschaftscharakter des Spessarts bedingt. Die härteren Bänke, die sich für Bauzwecke an vielen Orten gewinnen lassen, zeigen vielfach die, besonders durch verschiedene Färbung der einzelnen Schichtfolgen gut hervortretende, sogenannte Kreuzschichtung. Die Verbreitung dieses Sandsteins ist auf den Spessart und den Maintalrand beschränkt, wo er in Brüchen bei Miltenberg, Stadtprozelten, Freudenberg, Reistenhausen, Fechenbach, Dorfprozelten, Adelsberg bei Lohr, Mömmlingen, Gössenheim abgebaut wird. Wahrscheinlich gehören hierher auch die Gesteine aus den tief gelegenen Brüchen bei Klingenberg, Wörth, Wallstatt und am Mittelrain bei Heigenbrücken. Viele Bauten in Aschaffenburg, Frankfurt a. Main und Mainz, auch in Würzburg, Regensburg und München sind aus den Sandsteinen des unteren und ganz besonders aus solchen des Hauptbuntsandsteins (roter Mainsandstein) hergestellt.

Des weiteren finden sich auch am Rande des hercynischen Massivs bei Kronach, Steinach, Kulmbach und Trebgast unfern Bayreuth Brüche, vereinzelt auch bei Eschenbach und Grafenwöhr. Das Material im Osten des Jura ist meist schneeweiss und als Baumaterial sehr geschätzt. Dieses Gestein fand bei sehr vielen Bauten in München Verwendung, so zu der Technischen Hochschule, Kriegsakademie, Kadettenkorps usw.

Aus dem oberen Buntsandstein oder Röt sind technisch wichtig gewisse Plattensandsteine, meist von rein weisser und auch roter Farbe, deren Schichtflächen mit grünem Ton überzogen und mit Glimmer bestreut erscheinen und zahlreiche Wellenfurchen sowie Fussspuren von Chirotherien aufweisen. Sie werden mit überlagernden roten Plattensandsteinen von der Karneolbank unterteuft, und daher von Gümbel nicht mehr dem Hauptbuntsandstein zugeteilt. Man gewinnt diese Sandsteine in Brüchen bei Trennfeld, Hafenlohr, bei Marktheidenfeld und Rothenfels. — Bei Miltenberg liegen über dem Hauptbuntsandstein plattige, glimmerreiche, tiefrote Sandsteine, die als Bausteine sehr beliebt sind und in grossen Steinbrüchen gewonnen werden. Sie werden dem oberen Buntsandstein zugerechnet.

Keupersandstein*). Von den Keupersandsteinen wäre zunächst anzuführen der unmittelbar den Muschelkalk überlagernde Lettenkohlensandstein von meist nur geringer Mächtigkeit. Er hat bei feinem Korn zum Teil warme graue, bräunliche bis violett-rote Färbung, ist wetterbeständig und leicht zu bearbeiten. Als vortreffliches Baumaterial wird er in der Gegend von Würzburg verwendet. Abgebaut wird er in zahlreichen Brüchen, von denen die bei Höchberg, am Faulenberg bei Würzburg, in der Nähe von Ochsenfurt, fener bei Waigolshausen, Kronungen, Schonungen, Königshofen in Unterfranken usw. hervorzuheben sind. Der Lettenkohlensandstein ist der Hauptbaustein von Würzburg (alte Kirchen, Residenz usw.).

Des weiteren finden sich Werksandsteinbänke aus der Lettenkohlengruppe in der Gegend von Kulmbach, dann bei Stockau und Altencreussen

*) H. Thürach: Uebersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleiche zu den benachbarten Gegenden. Geognostische Jahreshefte. Cassel 1889 II. Jahrgang.

unfern Bayreuth, hier, am Rande des hercynischen Massivs, durch Verwerfungen und Verkippungen in ihrer Lagerung gestört.

Am Benker Berg bei Bayreuth, bei Lessau, Funkensee und Lanzendorf werden sie als Baumaterial gewonnen.

Im Haupt- oder Gipskeuper tritt als wichtiges Gestein zunächst der Schilfsandstein (grüner Mainsandstein) auf, ein feinkörniger, vorherrschend grünlich-grauer, zuweilen schmutzig-rot gefärbter und gestreifter fester Sandstein, der einen vortrefflichen Baustein liefert und in zahlreichen Steinbrüchen gewonnen wird. Seinen Namen führt er wegen des häufigen Vorkommens von oft äusserlich schilfähnlichen Pflanzenresten. Von Bedeutung sind die Brüche am Schwanberg östlich von Kitzingen, bei Castell, Kirchschönbach, Oberschwarzach, Zeil am Main, Oberdachstetten, Lichtenau unfern Ansbach (hier ziemlich grobkörnig); ferner bei Burgbernheim, Seenheim, Windsheim, Sugenheim, Langenfeld und bei Ipsheim in Mittelfranken usw. — Auch am Rande des hercynischen Massivs findet sich der Schilfsandstein wieder und wird gewonnen bei Losau, Ludwigschorgast, bei Schwingen unfern Kulmbach und bei Weinzierlein.

Innerhalb der den Schilfsandstein überlagernden Berggips- und Lehrbergschichten sind nur stellenweise als Baustein oder Strassenmaterial brauchbare Sandsteinlagen vorhanden, so bei Windsheim, Schillingsfürst, dann bei Emskirchen und bei Lehrberg unfern Ansbach.

Dem Hauptgipskeuper wird zugerechnet der sogenannte Blasen-, Platten- oder Kieselsandstein, der in einem grossen Teil von Mittelfranken, wo härteres Gesteinsmaterial fehlt, häufig als Strassenbeschotterungsmaterial benutzt wird. Er ist dünnbankig geschichtet, grobkörnig, durch quarzitisches und dolomitisches Bindemittel fest verkittet, hart und oft durch Manganbutzen getigert. Zahlreiche grün gefärbte Tongallen verursachen durch ihr Auswittern das blasige Aussehen. Meist nur vorübergehend eröffnete kleinere Brüche liegen in der Gegend von Ansbach, dann bei Rossstall, bei Wendsdorf und Clarsbach, ferner bei Bechhofen, am Benzenberg und bei Pfaffenhofen.

Auf den Blasensandstein folgt Semionotensandstein (mit Abdrücken und Schuppen des Ganoidfisches Semionotus), der feinkörnig und von weisser (weisser Mainsandstein) bis rötlich-weisser Farbe ist.

Schon in der Maingegend sind zahlreiche Steinbrüche auf diese Sandsteinbänke bei Trossenfurt unfern Eltmann in Unterfranken, Zeil am Main, bei Ebrach, Schmerb, Hof, Bug, Burgwindheim in Oberfranken usw. angelegt.

In der Gegend von Koburg entwickelt sich dieser Horizont zu dem feinkörnigen weissen Koburger Bausandstein. Von Süden her, gegen Koburg zu, stellen sich dann weissliche, den vorigen oft ganz ähnliche Sandsteinlagen ein, wie sich solche im ganzen Gebiete der Hassberge ausbreiten. Vielfach sind sie sehr grobkörnig (Koburger Festungssandstein) oder als feste dolomitische Arkose ausgebildet und türmen sich streckenweise zu mauerartig aufragenden Felsplatten auf. Festere Bänke der Arkose werden bei Viereth in Oberfranken zu Pflastersteinen verarbeitet.

Noch näher dem Westrande der Fränkischen Alb in Mittelfranken und zum Teil in der Oberpfalz sind uns noch jüngere Schichten des Gipskeupers erhalten geblieben, vorherrschend Sandsteine von rötlicher oder weisslicher Färbung, die als Burg- (Burg von Nürnberg), Keller- (die Bierkeller von Erlangen liegen in ihm) und Stubensandstein (wegen des leichten Zerfalls zu Stubenstreusand) bezeichnet werden. Sie haben gleichmässig mittleres, mitunter auch grobes Korn, sind zum Teil kaolinhaltig, zum Teil dolomitisch und als Baustein (Baustein Nürnbergs, Erlangens usw.) brauchbar. Diese Sandsteine bilden die tieferen Lagen im Steigerwalde zwischen Neustadt a. A.

bis gegen Bamberg. Grosse Brüche auf Steine von schöner weisser Farbe finden sich bei Cadolzburg in Mittelfranken im Zirndorfer Forst und an der alten Veste. Die Burg von Nürnberg steht auf Burgsandstein; in den Höhen gegen Erlangen (Steinbrüche bei Ohrwaschel) wird er grobkörnig und buntfarbig und geht gegen Wendelstein zu durch Aufnahme von kieseligem Bindemittel in eine sehr harte Modifikation über, die zu Mühl- und Pflastersteinen verarbeitet wird.

Auch in der Gegend von Dinkelsbühl finden sich viele Steinbrüche in diesem Horizont.

Das Schlussglied des Keupers bildet der rhätische gelblich-weisse Pflanzensandstein, der feinkörnig, gleichmässig fest und wetterbeständig ist. Allenthalben bildet er das Fundament des Jura, vom Ries aus nördlich und im Osten wieder südlich bis in die Bodenwöhrer Bucht hinein. Er wird als vortreffliches Baumaterial (Baustein von Bamberg, Bayreuth usw.) in zahlreichen Brüchen gewonnen. Als Beispiel seien erwähnt solche in der Umgebung von Bayreuth, bei Forchheim, Burgpreppach, Lichtenfels, Veitlahm bei Kulmbach, Roding, Thurnau usw. Zu vielen Monumentalbauten ist dieser Sandstein verwendet, z. B. bei der Reichsbankfiliale, der Bayerischen Hypotheken- und Wechselbank, der Deutschen Bank, der Bayerischen Bank usw. in München. In der Gegend von Massenricht bei Freihung in der Oberpfalz wird dieser Sandstein in grossen Brüchen zur Herstellung von Mühlsteinen ausgebeutet.

Jurasandstein. Der unteren Abteilung des Jura, dem schwarzen Jura oder Lias, gehört der Angulatensandstein an, der am Krappenberg bei Lichtenfels in Oberfranken abgebaut wurde.

Mehr Verwendung als Baustein findet der feinkörnige gelbliche Eisensandstein (Personatensandstein) des braunen Jura oder Doggers. Bei Seugast unfern Vilseck in der Oberpfalz wird dieser Sandstein grobkörniger und wird dann auch „Griessandstein“ genannt, weil er wegen seiner Armut an Bindemitteln leicht zu lockerem Sand zerfällt und daher nur selten als Baustein gebraucht werden kann, obwohl ihn der warme gelbliche Farbenton sehr empfehlen würde. Einige Brüche befinden sich im Eisensandstein bei Schwandorf, Treuchtlingen und Neumarkt. Die schöne Kirchenruine von Gnadenberg bei Altdorf in Mittelfranken ist aus ihm gebaut. Auch für das Schloss Banz und für die Kirche und das Kloster in Vierzehnheiligen in Mittelfranken hat der feinkörnige Eisensandstein als Baumaterial gedient.

Kreidesandstein*). Die den weissen Jura überlagernde cenomane Kreideformation enthält einen graugrünen, durch reichliche Glaukonitführung charakterisierten Sandstein, der besonders unter König Ludwig I. in der Gegend von Kelheim, Kapfelberg und Abbach bei Regensburg gewonnen und zu Monumentalbauten verwendet wurde (Residenz, Pinakotheken usw. in München, Regensburger Dom usw.); er hat sich im allgemeinen nicht gut bewährt. Hasselmann**) macht jedoch darauf aufmerksam, dass auch feste, widerstandsfähige Bänke reichlich vorhanden sind, die ein sehr gutes Baumaterial liefern.

Zur oberen Kreideformation gehört wahrscheinlich auch noch der Burgberggrünsandstein des Grünten bei Sonthofen in Schwaben, der grau bis grünlich-blau, feinkörnig, wetterbeständig und hart ist. Er wurde früher gern zu Podestplatten verwendet (Gärtner-Theater in München).

---

*) F. Hasselmann: Die Steinbrüche des Donaugebietes von Regensburg bis Neuburg. München 1888.

**) Desgleichen.

Tertiäre Sandsteine. Von den tertiären Molassesandsteinen der Voralpen eignen sich manche für Bau- und Skulpturzwecke, so z. B. der von Bad Sulz und Schönegg am Peissenberg in Oberbayern. Die Brüche von Lechbruck gaben ein gutes Material für das Schloss Hohenschwangau. Von gleicher Beschaffenheit sind die Vorkommen von Steingaden, Echelsbach, Kleinweil, Habach, Dürrenhausen usw. Auch zu Wetzsteinen werden diese Sandsteine vielfach benutzt.

Abb. 6. Quarzsandgruben bei Massenhausen, Oberbayern, der Firma Quarzsandwerk Massenhausen, München.

Quarzsande und -schotter. Bei der zunehmenden Bedeutung der künstlichen Kalksandsteine soll auch auf die jungtertiären Quarzsande aufmerksam gemacht werden, die sich in den Hügelzügen westlich von Passau über Eggenfelden, Freising, Massenhausen, Dachau, Reichertshausen usw. südlich der Donau bis in die Gegend von Augsburg erstrecken und ausser ihren Sanden auch gröbere Quarzgerölle für ein ausgezeichnetes Schottermaterial liefern. An bedeutenden Sandgruben sind u. a. zu erwähnen die bei Reichertshausen, Massenhausen und Bruck in Oberbayern usw. (obermiocäne Dinotheriensande) und die untermiocänen Meeressande bei Vilshofen in Niederbayern usw.

2. Kalksteine*).

Die Produktion an Kalksteinen betrug im Jahre 1911: 844 818 t aus 285 Betrieben in einem Werte von 1 820 120 Mk., bei einer Arbeiterzahl von 2003 und 4685 Frauen und Kindern.

Bei den Kalkgesteinen sind zu unterscheiden die eigentlichen körnigen Kalke oder Marmore und die gewöhnlichen dichten, klastischen Kalksteine. Jene sind durch nachträgliche Umwandlung und Umkristallisation aus diesen hervorgegangen.

Da der Techniker und Steinschleifer kurzweg alle Kalkgesteine mit Farbenzeichnung, die sich für Ornamentzwecke eignen, als Marmor zu bezeichnen pflegt, mögen die körnigen Kalke als echte Marmore oder „Urkalke“ (wegen ihres relativ höheren Alters) von den Farbmarmoren und den andern dichten Kalksteinen unterschieden werden.

Marmor oder körniger Kalk. Im Fichtelgebirge sind zunächst zwei unterirdisch zusammenhängende Züge von Urkalk, die gelegentlich in Dolomit übergehen, bei Wunsiedel und Marktredwitz den dortigen präkarbonischen Phylliten eingeschaltet. In früheren Zeiten wurden sie vielfach zu Ornamentsteinen, besonders zu Grabdenkmälern verwendet, während sie heutzutage als Hausteine und zum Kalkbrennen benutzt werden; auch in gemahlenem Zustande werden sie in den Handel gebracht und weit verfrachtet. Der weisse Wunsiedler Marmor und der feinkristalline weisse, oft rötlich geflammte, auch graulich gestreifte Marmor von Dechantsees in der Oberpfalz haben bisher die ihnen zukommende Bedeutung als Ornamentstein nicht gefunden. Vielleicht steht einer weiteren Verwendung bisweilen der Umstand entgegen, dass die bei der Metamorphose in dem Gestein ent-

*) H. Laubmann: Ueber Marmor, Kalkstein, Dolomit und Mergel, deren Vorkommen und Verwendung zu Bauten und Dekorationen, in der Industrie und in der Landschaft, 1881.

standenen oft sehr harten Mineralien das Sägen und Schleifen erschweren und ferner auch, z. B. in der Donaugegend, eine zu starke Zerbrechung durch spätere tektonische Vorgänge eingetreten ist.

Unbedeutendere Vorkommen von Urkalk finden sich bei Schweinheim unfern Aschaffenburg, dann bei Burggrub unfern Erbendorf, im Donaugebiet bei Vilshofen und am Steinhag unterhalb Passau sowie im anschliessenden Graphitgebiet.

Dichte Kalksteine und Farbmarmore. Von dichten derben Kalksteinen wären zunächst die meist durch Druck ausgewalzten Flaserkalke des Obersilurs und Oberdevons im Fichtelgebirge und Frankenwalde aufzuzählen. Sie finden nur ganz lokale Verarbeitung zu Prellsteinen. Früher wurden auch bei Hof die Clymenienkalke in dem jetzt aufgelassenen Stadtsteinbruch für derartige Zwecke abgebaut. Aufgelassen sind auch die Brüche in den grauen Plattenkalken von Elbersreuth und in den rötlichen Kalken von Gattendorf in Oberfranken.

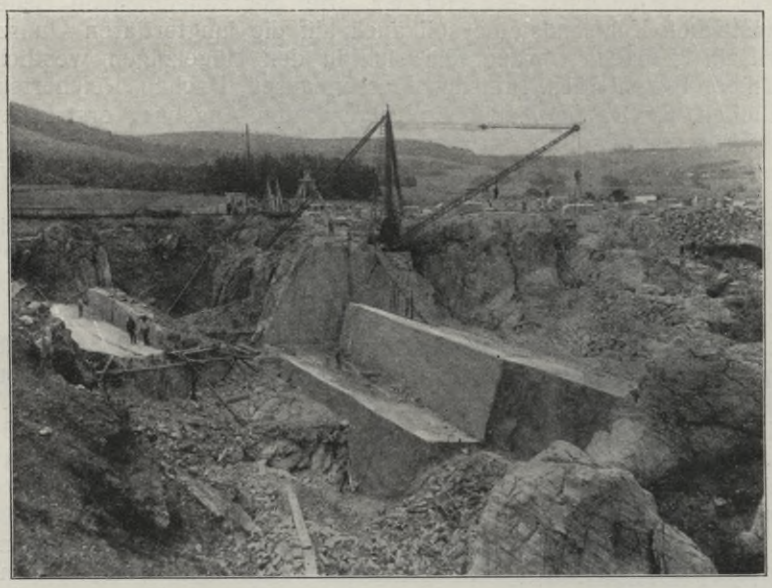


Abb. 7. Marmorbruch (Flaserkalk) bei Marxgrün, Oberfranken, der Firma E. Schwenk, Ulm a. d. Donau.

Wichtig ist der rot und grün gemaserte Farbmarmor von Horwagen bei Bad Steben („Marxgrüner Marmor")*), der neuerdings als Ornamentstein vielfach verwendet wird. Er gehört dem Oberdevon an und zeigt in ausgezeichneter Weise die durch tektonische Vorgänge bedingte Bildung der dortigen Flaserkalke aus dichten Kalkbänken mit zwischengelagerten Tonschiefern oder Diabastuffen.

Die Bergkalke des Kulm fanden früher Verwendung als sogenannte schwarze Marmore. Man gewann sie im Zuchthausbruch bei Schwarzenbach und im Strafarbeitshaus von St. Georgen bei Bayreuth wurden sie weiter verarbeitet.

Muschelkalk. Im Muschelkalk trifft man in der oberen Grenze des Wellenkalks die feinporigen, weil ursprünglich oolithischen Schaumkalke,

*) M. Weber: Ueber Bildung von Flaserkalken. Geognostische Jahreshefte. München 1911. XXIV. Jahrgang.

die ein gutes Material für Hausteine sowie zum Kalkbrennen liefern. Sie werden am Main, besonders in der Würzburger Gegend, vielfach ausgebeutet.

Die meist lückig-porösen, an Muschelfragmenten reichen Trigonoduskalke, die in der Gegend südlich von Würzburg auf den Höhen bei Randersacker, Kirchheim, bei Sommerhausen, Gossmannsdorf, Homburg am Main usw. in zahlreichen Steinbrüchen aufgeschlossen sind, eignen sich wegen ihrer ausserordentlichen Wetterbeständigkeit zu einem vortrefflichen Baumaterial und zu Bildhauerarbeiten, Grabdenkmälern usw.; u. a. sind sie bei den neuen Brückenbauten und deren Figurenschmuck, am Hofbräuhaus und am Neubau der Technischen Hochschule usw. in München zur Anwendung gelangt.

Abb. 8. Solnhofer Lithographie-Steinbrüche G. m. b. H., Pappenheim, Mittelfranken.

An manchen Orten werden auch dichte blauschwarze Kalke aus den unteren und mittleren Lagen des oberen Muschelkalkes zu Pflastersteinen verwendet (sogenannte „Glasplatten" der Steinbrecher).

Keuperkalke. Der kalkarme Keuper enthält nur gelegentlich in den Lehrbergschichten feste Kalkbänke, die in Ansbach zu Pflasterzwecken dienten. In der Gegend von Lauf bildet sich innerhalb der Zanclodon-Lettenschiefer eine geringmächtige Lage, die aus scharfkantigen Kalk- oder Dolomitstücken zusammengesetzt ist. Diese Breccie eignet sich wegen ihrer Härte zu Pflaster- und Strassenmaterial.

Jurakalke*). Im Gebiete des weissen Jura oder Malm sind in der Zone des Werkkalks zahlreiche Steinbrüche zur Gewinnung von Hausteinen angelegt. Die in den Steinbrüchen an der Walhallastrasse bei Regensburg, im Donaugebiet bei Flintsbach sowie in der Gegend von Söldenau unfern Vilshofen zum Kalkbrennen, zur Herstellung von Portlandzement und von Kalksandsteinen abgebauten Kalksteine gehören höheren Horizonten des weissen Jura an.

Von hervorragender Bedeutung sind die bei Kelheim, Offenstetten usw. in dicken Bänken auftretenden sogenannten Kelheimer Kalke, die eine lückig-poröse Struktur besitzen und eine eigentümliche Abart des obersten Jura oder Tithon darstellen. Sie dienten in ausgedehntem Massstabe als Baumaterial zu den Monumentalbauten, die unter König Ludwig I. ausgeführt wurden (Propyläen, Siegestor, Glyptothek usw. in München). Sie werden auch jetzt noch gern und vielfach verwendet (Justizpalast, Haus des Kom-

*) F. Hasselmann: Die Steinbrüche des Donaugebietes von Regensburg bis Neuburg. München 1888.

merzienrats Bernheimer usw. in München). Bekannt sind die Vorkommen von Weltenburg (Weltenburger Marmor) und die Kalksteinbrüche von Sandharlanden, die schon den Römern bekannt waren.

Einzigartig in seiner Beschaffenheit ist der Lithographiestein von Solnhofen, der infolge seiner ungemein feinkörnigen, gleichmässigen Ausbildung

Abb. 9. Kalksteinbruch im weissen Jura bei Offenstetten, Niederbayern, der Firma Steingewerkschaft Offenstetten A.-G., Augsburg.

ein bisher konkurrenzloses Material darstellt. Er findet sich eingelagert in den bei Solnhofen, Mörnsheim usw. auftretenden Plattenkalken, die ihrerseits zu Bodenbelagplatten, Dachplatten benutzt werden. Das aus den Solnhofer Brüchen gewonnene Material enthält nach Gümbel durchschnittlich 40 %

Abb. 10. Lithographensteinbruch, A.-G. Solnhofen (Aufn. v. M. v. Schwarz).

brauchbaren Stein, unter diesem sind zirka 26 % Bodenbelagsteine, 7 % Dachschiefer und 7 % Lithographiesteine.

In der Gegend von Treuchtlingen werden in grossen Brüchen harte, gelbliche Kalke gewonnen, die als Treuchtlinger Marmor bezeichnet werden.

Die Produktion von Lithographiesteinen betrug aus 30 Betrieben im Jahre 1911: 8175 t im Werte von 1 347 424 Mk., beschäftigt waren 645 Arbeiter und

967 Frauen und Kinder. An Bodenbelagplatten wurden aus 24 Betrieben 10 565 t im Werte von 255 218 Mk. mit 88 Arbeitern und 178 Frauen und Kindern gewonnen.

Alpenkalke (Farbmarmore zum Teil). Der alpinen Trias gehören die grauen Kalke von Schwangau bei Füssen an, dann die neuerdings als Ersatz der roten belgischen Farbmarmore in den Handel gebrachten, intensiv weiss durchäderten „Lindenhöher Marmore" vom Obersalzberg bei Berchtesgaden.

Dem obersten alpinen Jura entstammen die manchmal grau, meist aber tiefrot und braun gefärbten ammonitenreichen, echt primären Knollenkalke von Ruhpolding bei Traunstein, die seit alter Zeit für Ornamentzwecke, Kirchenbauten (Säulen und Türstöcke), zu Tischplatten usw. viel verwendet wurden.

Abb. 11. Marmorbruch b. Ruhpolding, Oberbayern, der Firma E. Schwenk, Ulm a. d. Donau.

Wahrscheinlich das gleiche Alter haben nach Gümbel die dichten grauen oder roten, oft anscheinend zu dünnen Platten ausgewalzten und von weissen Kalkschnüren durchzogenen Tegernseer Farbmarmore, die gleichfalls früher vielfach verwendet wurden (Säulen der Schlosskirche in Tegernsee, Säulen an der Residenz und am Gebäude der Gesellschaft Museum in München). Seit einigen Jahren werden diese schönen, farbenprächtigen, roten Tegernseer Marmore wieder gewonnen und bilden, besonders zur Innendekoration, ein sehr geschätztes Material. Neben dem roten findet sich auch ein dunkelgraues, weissgeädertes Gestein: schwarzer Tegernseer Marmor, der ebenfalls ein beliebtes Ornamentgestein liefert.

Ein ausgezeichnetes Material für Architektur und Bildhauerei liefern die besonders von König Ludwig I. bei Monumentalbauten zahlreich verwendeten und vorzüglich bewährten Untersberger Marmore, die teilweise noch nach Bayern hereinziehen. In zahlreichen Steinbrüchen werden die Schichten des obercretacischen Rudistenkalkes am Nord- und Nordwestfusse des Unterberges von Grödig bis Hallthurm gewonnen. Das Material zeichnet sich durch warme gelblich oder rötliche Tönung aus und ist besonders charakterisiert durch kleine Butzen von rotem Eisenoxyd (Glyptothek, Propyläen zum

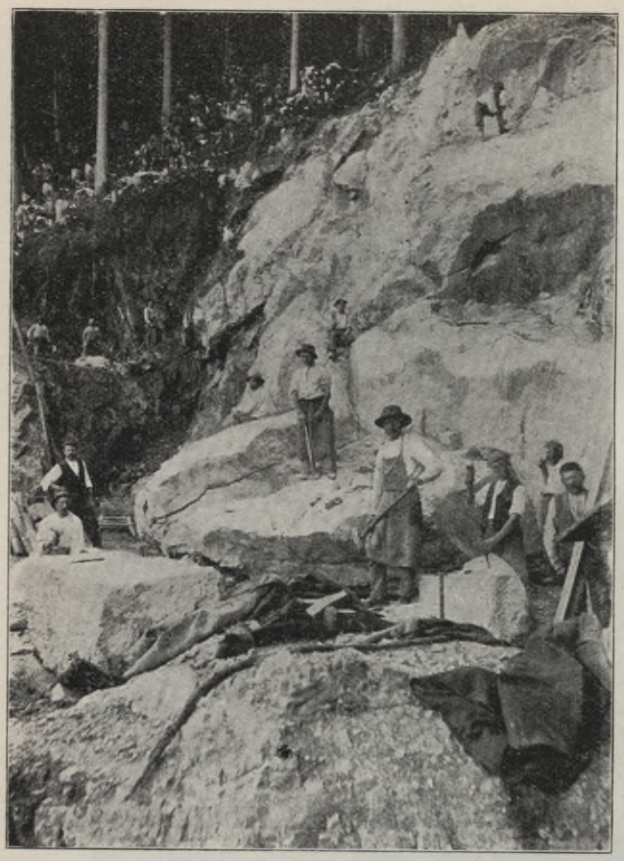


Abb. 12. Marmorbruch bei Tegernsee, Oberbayern, der Firma E. Schwenk, Ulm a. d. Donau.

Teil, Basilika zum Teil usw., Figuren am Wittelsbacher Brunnen am Lenbachplatze in München).

Das alpine Tertiär enthält in den Nummulitenschichten brauchbares Material zu Werksteinen und für Ornamentzwecke.

Zunächst kommen hier kalkige Nummulitenschichten in Frage, die wesentlich aus Nummuliten, Kalkalgen und Korallen bestehen und die wegen ihrer an Granit erinnernden körnigen Struktur den irreführenden Namen „Granitmarmor" erhalten haben. Die Säulen und Treppenstufen der Basilika und die Treppenbalustraden in den Pinakotheken in München bestehen aus diesem Material. Die grössten Brüche auf diesen Granitmarmor befinden sich in der Umgebung von Rosenheim. An anderen Stellen, z. B. bei Altbeuern, wird das Gestein mehr sandig und wurde darum früher auch zu Schleif- und Mühlsteinen verarbeitet.

In der Gegend von Enzenau bei Bad Tölz treten zahlreiche scharfe Quarzkörner darin auf und das sonst kalkige Bindemittel wird sehr eisenreich („Enzenauer Marmor", Seitendekoration in Naturfelsblöcken am Wittelsbacher Brunnen in München).

Eine untergeordnete Bedeutung besitzen die im Ries auftretenden Sylvanakalke, die gelegentlich für Bauzwecke Verwendung finden.

Kalktuff. Diluviale Kalktuffe, die oft in mächtigen, ausgedehnten Lagern im Voralpengebiet in Oberbayern, z. B. bei Polling und Huglfing unfern Weilheim, bei Dietramszell unfern Wolfratshausen, dann im Mangfalltal, anstehen, werden seit alter Zeit als sehr geschätzte Werksteine gewonnen (Rathausneubau, Paulskirche usw. in München). Auch aus dem Juragebirge kommende Wässer setzten bedeutende Kalktufflager ab, z. B. bei Egloffstein, Gräfenberg, Streitberg, Kasendorf usw.

Die Kalktufe, die sich durch Verdunstung von stark kalkhaltigem Wasser jetzt noch bilden, sind in bruchfrischem Zustand leicht zu bearbeiten, härten an der Luft und sind äusserst wetterbeständig.

3. Nagelfluhe.

Im Anhang an die Kalkgesteine mögen hier die diluvialen Konglomerate Erwähnung finden, die in Form von sogenanntem Deckenschotter oder Hoch-

terrassenschotter, gewöhnlich Nagelfluhe genannt, Verfestigungsprodukte glazialer Schotter mit kalkigem Bindemittel darstellen, während die Gerölle selbst teils kalkig sind, teils kristallinen Gesteinen entstammen.

Die festeren Lagen wurden in der Münchener Gegend früher vielfach als Bausteine gewonnen (Grosshesseloher Brücke, Fundament der Frauenkirche usw.); in neuerer Zeit werden sie immer mehr durch künstliche Nagelfluhe (Beton) verdrängt. Eine lokale Ausnahme bildet noch die Nagelfluhe des Biber bei Brannenburg, eine sehr harte diluviale Deltabildung, die als Baustein, besonders zu Wasserbauten, sehr geschätzt wird.

4. Tonschiefer.

Technisch verwertbare Tonschiefer finden sich in Bayern nur in geringer Verbreitung. Es gehören hierher die, nach Gümbel, dem Devon direkt auf-

Abb. 13. Schieferbruch Eisenberg bei Ludwigstadt, Oberfranken, der Firma A. W. Engelhardt, Wiesbaden.

lagernden, den tiefsten Lagen des Kulm zugehörigen Schiefer aus den Brüchen bei Ludwigsstadt und den zum Teil unterirdisch betriebenen Brüchen bei Dürenwaid, Lotharsheil westlich von Bad Steben in Oberfranken. Sie werden wie in Thüringen zu Tafel- und Dachschiefern in ausgedehntem Masse verarbeitet.

Im Jahre 1911 produzierten 6 Betriebe mit 82 Arbeitern und 157 Frauen und Kindern 928 t Dach- und Tafelschiefer im Werte von 47 222 Mk.

Diese kurze Zusammenstellung von nutzbaren Gesteinen des rechtsrheinischen Bayern, die ja nur einen kleinen Teil der Vorkommen berücksichtigen konnte, zeigt zur Genüge, dass Bayern über einen reichen Schatz an ausgezeichneten Natursteinen verfügt. Leider ist aber die Anwendung von Natursteinen nicht derart, wie sie in Anbetracht des vortrefflichen Materials sein sollte. Im Interesse der Steinindustrie und der durch sie beschäftigten Arbeiter wäre es dringend wünschenswert, dass bei allen Staats- und Kommunal- sowie grösseren Privatbauten nach Möglichkeit wieder mehr Natursteine zur Verwendung kämen. Dies um so mehr, als die Bewohner weiter Gebiete, wie z. B. des bayerisch-böhmischen Grenzgebirges, der Oberpfalz, des Fichtelgebirges, des Spessarts usw. fast ausschliesslich auf den Erwerb durch Steinbruchbetrieb angewiesen sind.

Allgemeine Literatur.

C. W. Gümbel: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. Mit 5 Blättern einer geognostischen Karte des Königreichs Bayern usw. Gotha 1861. — Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges oder des bayerischen und oberpfälzer Waldgebirges. Mit 5 Blättern einer geognostischen Karte usw. Gotha 1868. — Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges mit dem Frankenwalde und dem westlichen Vorlande. Mit 2 geognostischen Karten usw. Gotha 1879.

C. W. von Gümbel: Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb (Frankenjura) mit dem anstossenden fränkischen Keupergebiete. Kassel 1891.

C. W. von Gümbel: Geologie von Bayern. Zweiter Band. Geologische Beschreibung von Bayern. Mit einer geologischen Karte von Bayern usw. Cassel 1894.

K. Oebbeke: Nutzbare Mineralien und Gesteine des Königreichs Bayern auf der Bayer. Landes-, Industrie-, Gewerbe-, und Kunst-Ausstellung zu Nürnberg 1896. — Nutzbare Mineralien, Gesteine, Mineralwässer Bayerns auf der Bayer. Jubiläums-, Landes-, Industrie-, Gewerbe- und Kunst-Ausstellung zu Nürnberg 1906. — Die technisch nutzbaren Gesteinsvorkommen im Königreich Bayern (rechtsrheinisch). Der Steinbruch, Zeitschrift f. d. Kenntnis und Verwertung natürlicher Gesteine und Erden. Berlin 1912, Heft 16.

Redaktion des Steinbruchs: Die Steinbrüche im rechtsrheinischen Bayern. Der Steinbruch usw. Berlin 1912, Heft 16

Steinlein: Ueber die in München verwendeten Hausteine. Süddeutsche Bauzeitung. XII. Jahrgang 1902, München, Nr. 18—24.

Orientierungstabelle über die in München verwendeten Hausteine und deren Bezugsquellen.

Württemberg (einschliesslich Hohenzollern).

Von Dr. M. Bräuhäuser, Königl. Landesgeologe, Stuttgart.

Im Gebiet des Königreichs Württemberg und der angrenzenden Hohenzollernschen Lande zeigt die geologische Uebersichtskarte auf verhältnismässig kleiner Fläche die verschiedensten Schichten beisammen. Im Westen, wo die württembergisch-badische Grenze die reichgegliederte Bergwelt des Schwarzwalds durchzieht, begegnen wir den ältesten Gesteinen. Hier sind die Täler und Seitentäler der Kinzig und der Murg noch tief ins **kristalline Grundgebirge** eingeschnitten. Gneis, Syenit und Granit bilden den Fuss der hochragenden Berge, die ins Grosse und Kleine Kinzigtal hinabsehen, während im weiter nördlich gelegenen Murgtal der Granit vorherrscht, der — allerdings in beschränktem Umfang — auch im Grossenztal in der Nähe der Bäderstadt Wildbad und letztmals im Nagoldtal zutage tritt, wo ihm die warmen Quellen von Liebenzell entströmen. Das Grundgebirge verleiht den Tälern des württembergischen Schwarzwalds ihre landschaftliche Eigenart: Weitgedehnte, fruchtbare Felder und schöne Wiesen nehmen die breiten Talauen ein, während an den Gehängen das Gestein da und dort in schroffen Felsen hervortritt oder der harte Granit des Berginnern in mächtigen Brüchen erschlossen wird, aus denen zuweilen der dumpfe Donner der Sprengschüsse durchs Gebirge hallt. Wo sich das Tal verengt, entstehen mitunter wilde, an alpine Verhältnisse gemahnende Felsschluchten, in deren Grund sich der Fluss nur mühsam seinen Weg zwischen steilen Granitwänden und gewaltigen verstürzten Blöcken hindurch bahnt. Aus den Tälern des Schwarzwalds nach Osten emporsteigend, gelangt man zunächst ins Gebiet des Rotliegenden, das sich nur an wenigen Stellen im Landschaftsbild bemerklich macht, so bei Schramberg, wo das Oberrotliegende die Felswände am Fuss des Schlossbergs bildet. Technisch ist das Rotliegende von untergeordneter Bedeutung, da es nur im Murggebiet — und auch hier spärlich genug — brauchbare Quarzporphyre liefert.

Um so wichtiger ist die **Triasformation,** die durch Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper vertreten ist. Der weitverbreitete Buntsandstein baut die höheren Bergketten des inneren Schwarzwalds auf, auch im östlich gelegenen Schwarzwaldvorland geht er weithin zutage und wird noch im Gebiet des Oberen Neckars, wenigstens von den tiefer einschneidenden Talzügen, erreicht und erschlossen. Er bildet die ernsten, tannendunklen Höhenzüge, die von der Hohlohgruppe und der Hornisgrinde ausgehen und die einsamen Waldberge, die von der alten Völkerstrasse des Kniebispasses zum Quellgebiet der Kinzig und zum Schiltachtal hinüberführen. Echte Buntsandsteinlandschaft zeigt auch das obere Nagoldgebiet, das Einzugsgebiet der Glatt und das Hochland zwischen Neckar und Schiltach. Während die Nährstoffarmut der Böden bedingt, dass im Bereich des Mittleren Buntsandsteins nur Waldbau herrscht, nehmen die meist flache Hochebene des Oberen Buntsandsteins offene Felder ein. Vielfach wird der Buntsandstein abgebaut: Wie frische, rote Wunden erscheinen im Rumpf der Waldberge die grossen Brüche, in denen die roten Quader der Werksteinzonen gebrochen werden und die gewöhnlich dort angelegt worden sind, wo Eisenbahnen oder grössere Fahrstrassen die meist am Steilhang ausstreichende brauchbare Schicht durchqueren und eine bequeme Abfuhrmöglichkeit des gewonnenen Gesteins bieten. „Quaderfest im Zeitensturm“ standen und stehen in den alten

Schwarzwaldstädtchen die trutzigen Mauern und Türme, die aus dem wetterfesten, grobkörnigen Buntsandstein gefügt sind. Und noch weit über sein geologisches Verbreitungsgebiet hinaus begegnet man in Dorf und Stadt diesem roten Werkstein als bevorzugtem, widerstandsfähigem Baumaterial. Denn nach Osten hin findet man, mit deutlicher Stufe im Gelände aufsetzend, die Schichten des Muschelkalks, der in seiner unteren Stufe, dem sogen. Wellengebirge, keine massigen Kalksteine, sondern nur gelbe und graue Tone, Mergel und Dolomite sowie ausgeprägt dünnplattige dunkle Kalke zeigt. Der Mittlere Muschelkalk führt neben Zellendolomiten und grauen Tonen, Gips und Anhydrit. Grosse Gipsbrüche stehen im Oberen Neckartal in seinen Schichten. Wo der Mittlere Muschelkalk in der Tiefe geborgen ruht, führt er die mächtigen Steinsalzlager, die im Unterland in bergmännischer Weise abgebaut werden, an vielen anderen Orten — Sulz, Rottweil, Hall — erbohrt sind und den Salinenbetrieb gestatten. Der Obere Muschelkalk oder Hauptmuschelkalk liefert in den blaugrauen Trochitenkalken reine, hochprozentige Kalke, in den dunkelfarbiger Nodosusschichten nur toniges dünnschichtiges Gestein, zwischen dem allerdings harte „Pflastersteinbänke" eingeschaltet sind.

Der Hauptmuschelkalk tritt im Oberen Neckargebiet, im sogen. „Gäu", im Unterland sowie in den Tälern des Kochers und der Jagst hervor. Im Schwarzwaldvorland bildet er die grauen, kahlen Bergrücken, in denen überall grosse Brüche stehen, aus denen insbesondere das knorrige Gestein des Trochitenkalks als Wegbeschläg gefördert wird. Bis weit in den südlichen Schwarzwald hinein sieht man bei sonnigem Wetter die hellen Wände der Steinbrüche östlich der Dörfer Fluorn, Waldmössingen und Dunningen. Die harten Schichten des Hauptmuschelkalks verleihen dem Oberen Neckargebiet von Rottweil bis Rottenburg einerseits und den Tälern des Unterlands andrerseits ihren Reiz. Schroffe Waldberge mit kühn vortretenden Felsriffen im rauhen Hochland, ertragreiche gute Weinberge im warmen Unterland finden sich zwischen der meist als weites Hochplateau ausgebildeten Oberfläche der Muschelkalkformation und der Sohle der tiefeingesenkten Flusstäler, die in vielgewundenem Lauf die Landschaft durchziehen. Ueber dem Muschelkalk erhebt sich, stets als deutlich abgesetzte Stufe im Landschaftsbild auffallend, ein waldiges Hügelgebiet, gebildet aus den Schichten der nächsthöheren Abteilung der Triasformation, des Keupers. Zu ihm rechnet man als unterstes Glied die Lettenkohlengruppe, d. h. einen Wechsel milder grauer Werksteine, dunkler Schiefer und gelblicher Dolomite. Die Lettenkohle lagert sich gern als dünne Decke über die Oberfläche der harten Platte des Hauptmuschelkalks, während mit dem Mittleren Keuper das eigentliche Hügelgebiet beginnt. Der Mittlere Keuper besteht in der Hauptsache aus buntfarbigen, zuweilen gipsführenden Tonen und Letten, zwischen denen sich gelegentlich weissliche Steinmergelbänke einschieben. Den eigentlichen Halt geben diesen weichen, nur zu leicht abzutragenden Schichtmassen zwei mächtige Sandsteinzonen, die ihr Profil durchziehen: Der Schilfsandstein und der Stubensandstein. Beide treten im Bau der Hügel, deutliche Terrassen bildend, hervor; ihre Werksteine haben von alters her der Stadt Stuttgart wie all den zahlreichen Städten und Städtchen Mittelschwabens das Baumaterial geliefert und hier in kirchlichen und weltlichen Bauten die Formenschönheit mittelalterlicher und neuerer Baukunst getreulich bewahrt. Die jüngste Keuperschicht, der Rhätsandstein ist weniger verbreitet.

Die vielgegliederte Bergwelt des Keupers bildet nur eine Zwischenstufe zwischen den Plateauflächen der harten Gesteine des Muschelkalks und denen

des Schwarzen **Jura** (Lias). Denn aus den tiefen Tälern und Schluchten des Keupers emporsteigend gelangt man auf steilen Bergwegen zu der flachen Hochebene des L i a s, der weithin das Vorland der Alb wie ein ausgebreiteter Teppich bedeckt. Ein bezeichnendes Bild der Keuperformation bietet das breite Talbecken der Stadt Stuttgart, die auf der eigenen Markung Schilfsandstein („Stuttgarter Werkstein") und Stubensandstein gewinnt. Im Norden erreichen die Häuserreihen des Stadtteils Cannstatt den Hauptmuschelkalk, während die Villenvorstadt im Süden bereits die Hochebene des Lias erstiegen hat, der hier und in der Nähe aus den grossen Brüchen von Vaihingen a. F. gute Pflastersteine bietet.

Der Schwarze Jura (Lias), nach Quenstedt ebenso wie der Braune Jura (Dogger) und der Weisse Jura (Malm) in sechs Unterstufen (α, β, γ, δ, ε und ζ) geteilt, birgt an technisch verwertbaren Gesteinen ausser den Pflastersteinen des „Arcuatenkalks" die Kalksandsteine der nach dem Fossil Schlotheimia angulata genannten „Angulatenschichten", die Tone und Mergel seiner mittleren und obersten Stufe und die Posidonienschiefer, die durch ihren Reichtum an Fossilien, besonders an grossen, wohlerhaltenen Sauriern, berühmt geworden sind.

Mit dem B r a u n e n J u r a beginnt die Berglandschaft der Schwäbischen Alb, die wie eine mächtige Mauer das Württemberger Land von SW nach NO durchquert. Der Braunjura liefert in seiner unteren Abteilung die bekannten „Eisensandsteine", im NO des Landes lagern in ihm die oolithischen Eisenerze, die bei Wasseralfingen noch heute in bergmännischem Abbau stehen. Der W e i s s e J u r a, der die Stirn der Albberge, auch die Hochfläche des Gebirges und die Höhen am Donautal bildet, liefert durchweg hellfarbige Kalke, Dolomite, Tone und Mergel. Werksteine, Strassenschotter und Zementmaterial geben die grossen, meist in der Nähe der Bahnlinien begonnenen Brüche.

Dem gegen Südosten in breiter Tafelfläche absinkenden Weissen Jura legen sich im Donaugebiet die **Tertiär**bildungen des M i o z ä n an. In allmählichen Uebergängen finden sich hier alle Gesteinsarten von weissen und gelblichen, im Handstück dem Juragestein gleichenden Kalken bis zu Kalksandsteinen, grobkiesiger Nagelfluhe und feinen und rauhen Sanden. Sie sind vorwiegend Strandbildungen oder Flachseeablagerungen; gleichzeitig mit ihnen bildeten sich im Süden, in Oberschwaben, in offenem Meer oder weiten Süsswasserbecken Mergel, Sande, Sandsteine und Kalksandsteine. Allerdings sind hier gute Aufschlüsse recht selten, denn zur Diluvialzeit überschoben die Eismassen, aus den nahen Alpen hervordringend, das ganze oberschwäbische Land bis zur Donau hin, und der eiszeitliche Riesengletscher hinterliess in Hügeln aus Kies und Sand seine Endmoränen, in mächtigem, zähem Geschiebemergel seine oft zu ganzen Bergrücken („Drumlins") zusammengepresste Grundmoräne. Die ins Vorland abströmenden Schmelzwasser häuften ausgewaschene Geröllmassen in weitgedehnten Terrassenflächen an, oder sie setzten, wo sie geringere Stosskraft hatten, Sande ab. Wo das Wasser in stillen Becken zwischen den Hügeln sich staute, konnte es sich klären und schlug seine tonige und feinsandige Trübe in Tonlagern als „Bändertone" nieder, sehr zum Vorteil der heutigen oberschwäbischen Ziegelindustrie, die diese Lager sucht und abbaut.

Im nördlich der Donau liegenden Gebiet hinterliess das Tertiär die Bohnerzlager der Hochalb und der Fluorner Gegend; versteinerungsreiche Kalke und Sande bildeten sich im Ries und bei Steinheim. Die vulkanischen Ausbrüche im Hegau, bei Urach und im Ries erzeugten neben vulkanischen Tuffen an einzelnen Stellen in der Alb Basalt, im Hegau den Phonolith, der den hochragenden Hohentwiel aufbaut.

Das Diluvium liess den Löss und Lösslehm entstehen, d. h. die gelben und braunen Lehmlager des Unterlands, die in zahllosen Ziegeleien im Abbau zu sehen sind. Ihr Material wurde von den Staubstürmen der Diluvialzeit abgelagert, die über das als Steppe liegende Land hinzogen. Die Sauerquellen von Stuttgart-Cannstatt schufen im Gebiet der Landeshauptstadt den eigentümlichen, auch als Baustein hochgeschätzten Travertin, der im Neckartal in mächtigen Brüchen erschlossen ist.

Der geologisch jüngsten Zeit, der Alluvialzeit, gehören die tiefen Torfmoore des Schwarzwalds und des Oberlands und die Schotter- und Sandlager der Flusstäler an.

So gliedert sich in geologischer Hinsicht das heutige Württemberg in ein nördliches Gebiet, bestehend aus den Berglandschaften des Schwarzwalds und der Schwäbischen Alb, dem Ebenen- und Hügelland des Neckargebiets und der fränkischen Gaue. Hier herrschen die anstehenden älteren Gesteine, Grundgebirge, Rotliegendes, Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, sowie Schwarzer, Brauner und Weisser Jura. Im südlichen Gebiet finden sich neben dem einstreichenden Jura die tertiären Gesteine sowie die weithin alles überdeckenden Moränen, Schotterterrassen, Sande, Bändertone und Torflager des Diluviums und Alluviums. Die überwiegende Mehrzahl der Steinbruchbetriebe findet sich deshalb im nördlichen Gebiet.

Der folgende kurze Ueberblick muss davon absehen, alle Einzelheiten zu berücksichtigen, alle die zahlreichen Dörfer aufzuführen, in denen Steinbruchbetriebe die besprochenen Schichten abbauen oder in deren Gebiet noch lohnende Betriebe sich eröffnen liessen u. s. f. Ausführlichere Angaben hierüber bietet eine 1911 im Schweizerbartschen Verlag in Stuttgart erschienene Arbeit von M. Bräuhäuser über: „Die Bodenschätze Württembergs, eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung.“ Genaueste Auskunft über alle einschlägigen Fragen erteilt jedem Interessenten das Königlich Württembergische Statistische Landesamt (Stuttgart, Büchsenstr. 54); soweit nur über das Gebiet einer bestimmten Markung Aufschluss gewünscht wird, gibt auch die betr. Ortsbehörde („Schultheissenamt“) Auskunft.

Gewiss wäre noch an vielen Orten in Württemberg die Eröffnung lohnender Steinbruchbetriebe möglich, könnte eine weit bessere und umfangreichere Ausnützung des anstehenden Gesteins stattfinden. Grosse Werte ruhen in dem Untergrund des Schwabenlands, die noch zu heben und zu gewinnen sind.

Steinbruchbetriebe im Schwarzwald.

Literatur: Erläuterungen zu den Kartenblättern: Alpirsbach, Altensteig, Baiersbronn, Dornstetten, Enzklösterle, Freudenstadt, (2. Auflage), Horb, Nagold, Obertal - Kniebis, Rottweil, Schwenningen, Stammheim, Simmersfeld, Sulz und Wildbad der Neuen geolog. Spezialkarte im Masstab 1 : 25000.

Hier kommen nach der vorangestellten geologisch-geographischen Uebersicht als abbauwürdig nur die Gesteine des Grundgebirges, des Rotliegenden und des Buntsandsteins in Betracht.

Steinbruchbetriebe im Grundgebirge.

Der Gneis liefert weder im Murgtal noch im Kinzigtal viel gutes Gestein. Nur im Unteren Murgtal werden in den schlierigen Schapbachgneisen bei

Heselbach und Schönegründ Steinbrüche betrieben. Sie versorgen ihre weitere Umgebung mit so gutem Beschlägmaterial, dass die Konkurrenz des Muschelkalkgesteins fernbleiben muss. Auch die Granulite am „Rappenschliff" bei Schwarzenberg liefern ein ganz ausgezeichnetes Material.

Der Syenit kommt in Württemberg nur im Kinziggebiet und auch hier nur in recht beschränkter Verbreitung vor. Bei Alpirsbach sieht man seit einigen Jahren brauchbares, hartes und widerstandsfähiges Gestein im Abbau.

Der Granit liefert im Murgtal und im Kinzigtal viel petrographisch ziemlich verschiedenes, aber meist nur als Strassenschotter, selten genug als Randstein, Pflasterstein oder Werkstein brauchbares Material. Er wird immer mehr erschlossen, so liegen z. B. bei Baiersbronn gewaltige, mit Quetschwerk verbundene Brüche. Besonders da, wo der Granit zerpresst und nachher wieder durch Verkieselung verkittet und verhärtet wurde, ist er wertvoll geworden. So in der Gegend, wo im Murgtal Gneis und Granit sich berühren, in dem Bereich der „Rauhen Felsen" in der unteren Reinerzau und bei Rötenbach im Kinzigtal.

Wuchtige, zu schwerem Mauerwerk sich fügende Quader liefert der sog. „Kegelbachgranit", ein harter, leicht verkieselter Granit, der im Grossenztal an der Ausmündung des Kegelbachtals ansteht.

Ganggranite geben oft ein besseres Material als der Hauptgranit. Insbesondere die aplitartigen, splitterharten Ganggranite, die im Grossenztal, z. B. beim Kohlhäusle, den mürben, unbrauchbaren „Wildbader Granit" durchsetzen, werden in grossen Steinbruchbetrieben abgebaut.

Die Granitporphyre des Murgtals und Schiltachtals geben ein gutes, besonders auch von Staatsbehörden auf Strassen und Wegen gern verwendetes Beschläg. Zahlreiche, z. T. mit Schotterwerken verbundene Brüche verarbeiten in der Umgebung von Schramberg die Granitporphyre, die den dortigen Hauptgranit als weithin durchlaufende Gänge durchsetzen. Man betrachte z. B. Blatt Schramberg der Neuen geologischen Spezialkarte, das insbesondere im Bernecktal neben den z. Z. im Abbau stehenden zahlreiche noch nicht in Ausbeutung gekommene Gänge zeigt, die einen guten Stein aufweisen und Erschliessung verdienen würden.

Steinbruchbetriebe im Rotliegenden.

Das Unterrotliegende, das zu keramischen Zwecken brauchbare Tone und kaolinreiche Arkosen bietet, stand früher bei Schramberg in Abbau, sein wertvolles Gestein wurde sogar in Stollenbauten aus dem Berginnern des Tiersteins (nördlich der Stadt) gefördert. Die auf württembergischen Gebiet nur an wenigen Stellen auftretenden Quarzporphyre des Mittelrotliegenden werden z. B. im Einzugsgebiet der Rotmurg gern benutzt und sind ein wirklich vorzügliches Schottermaterial. Die Gewinnung der leicht verkieselten Tonsteine des Kinziggebiets zur Herstellung von Wetzsteinen ist am Erlöschen. Das Oberrotliegende wird nirgends technisch verwertet.

Steinbruchbetriebe im Buntsandstein.

Literatur: A. Schmidt, Technisch nutzbare Gesteine aus der Trias des württembergischen Schwarzwalds und seines Vorlands. „Steinbruch", Jahrgang VII, Heft 5 und 6, sowie die Erläuterungen der vorgenannten geologischen Spezialkarten.

Der Buntsandstein liefert prächtige, dauerhafte Werksteine. Eine unerschöpfliche Fülle des besten Materials ruht in den Schichten des Gerölle-freien Mittleren Buntsandsteins" des württembergischen Schwarzwalds geborgen und harrt der Verwendung. Zahlreiche Brüche stehen im Hauptkonglomerat und im Oberen Buntsandstein.

Dagegen bietet der Untere Buntsandstein und das „Ecksche Konglomerat“ nur lose Sande, die als Bausand abgeschaufelt werden können. Ein sehr zweckmässiges Aufbereitungsverfahren wird in den grossen Sandbrüchen im Kinziggebiet angewendet. Das in diesem Sandhorizont nie fehlende Quellwasser wird aufgestaut und beim Ablassen der Wassermasse wird ihr der ausgeschaufelte Sand mitgegeben. Sie führt ihn durch lange Rinnenleitungen in Sammelbecken im Tal, wo der ausgewaschene Grobsand sich sammelt, während die tonige Trübe mit dem überstehenden Wasser abfliesst.

Die Werksteine des Geröllfreien Mittleren Buntsandsteins zeigen eine hellrote bis dunkelrote Farbe. Selten erscheint helle Streifung, die dann gelegentlich eine deutliche, noch im behauenen Stein sichtbare und hübsch wirkende Kreuzschichtung erkennen lässt. Das Korn ist grob bis mittelgrob, leichte Verkieselung zuweilen bemerkbar. Feine, überall verteilte Kaolinpartikelchen sind bezeichnend für diese Steine, deren mässige Härte die Bearbeitung erleichtert. Immerhin sind die im mittleren Schwarzwald gewonnenen Quader sehr wetterfest, wie z. B. die altehrwürdige romanische Klosterkirche von Alpirsbach beweist. Im nördlichen Schwarzwald sind allerdings im gleichen Horizont etwas weniger gute Schichten mitvorhanden; die Erfahrungen mit der Dauerhaftigkeit waren hier zum Teil weniger günstig.

Das Gestein des Hauptkonglomerats ist grobkörnig, meist hellrot und häufig so stark verkieselt, dass es im Bruch glasglänzend erscheint. Dieser Umstand erschwert die Bearbeitung der Blöcke, bei jedem Schlag des Steinmetzen springen Funken unter den Stahlwerkzeugen. Dafür ist aber auch grösste Dauerhaftigkeit gesichert, da die als Bindemittel dienende Quarzsubstanz allen chemischen Einwirkungen (Säuredämpfen) bestens widersteht.

Als besonders sehenswert sei der grosse Steinbruch im Hauptkonglomerat der Christophsaue bei Freudenstadt genannt, wo das Gestein von durchziehenden, erz- und schwerspatführenden Gängen aus besonders stark verkieselt erscheint.

Der Obere Buntsandstein liefert in seinen mittleren Schichten feinkörnige Sandsteine, deren Nachteil die zahlreichen, in parallelen Ebenen lagernden Glimmerschuppen sind. Denn infolgedessen zerfällt das Gestein nach diesen Ebenen, um sich schliesslich in zahllose, dünne Plättchen aufzulösen. Da diese Neigung zu dünnplattiger Aufspaltung in den obersten Lagen sehr zurücktritt, sind hier vorzügliche, wetterfeste, mässig harte, feinkörnige Sandsteine von tiefroter Farbe entwickelt. Nur muss immer beachtet werden, dass sich gelegentlich auch hier nochmals Bänke mit verborgener Neigung zur Aufspaltung einschalten können. Indes verrät sorgfältiges Durchklopfen, besonders der einige Zeit ausgebrochenen Blöcke die zu meidenden Schichten sehr bald.

Der Obere Buntsandstein gibt solch mächtige Werksteine, wie sie z. B. die König-Karlsbrücke in Stuttgart in Verwendung zeigt, ferner dickplattiges, tiefrotes Gestein, das sich für die Zwecke des Bildhauers vorzüglich eignet. Es geht im Handel vielfach unter der Bezeichnung „Lossburger Platten“, so genannt nach dem Dorf Lossburg bei Freudenstadt. Auch als Belag für Gehwege usw. trifft man diese Lossburger Plattensandsteine recht häufig. Endlich werden sie auch gern zu Mühlsteinen verwendet; sie treten dabei mit den mittelschwäbischen Stubensandsteinen in Wettbewerb. Der Obere Buntsandstein führt am ganzen Schwarzwaldrand diese Werksteinzone. Sie liegt dicht unter den ca. 5 m mächtigen Röthtonen, der Grenzschicht des Buntsandsteins gegen den Muschelkalk. Somit gibt jede geo-

gnostische Karte einen Fingerzeig, wo diese wertvollen Gesteine zu vermuten sind. Besonders genau ist dies auf der Neuen geologischen Spezialkarte abzusehen, auf der die Röthtone verzeichnet sind: Wo deren karminrote Farbe erscheint, sind im nahen Untergrund Werksteine zu vermuten. Es könnten hier noch sehr lohnende Betriebe ins Leben gerufen werden. Man betrachte daraufhin die Kartenblätter Schramberg, Alpirsbach, Freudenstadt, Altensteig, Stammheim, Nagold und Simmersfeld. Bei Anlage neuer Brüche tut man gut — wenn der Probeschurf befriedigt hat — eine Stelle am Abhang so zu wählen, dass die hier immer zudringenden Wasser leicht bewältigt werden können.

In Betrieb befindliche grosse Brüche sind beim Bahnhof Freudenstadt, im Aischfeld bei Alpirsbach, auf der Sulgener Höhe bei Schramberg, in der Gegend von Birkenfeld, Nagold usw. zu sehen.

Als Abfuhrwege dienen dem Schwarzwälder Buntsandsteingebiet die zahlreichen, den Tälern folgenden Kunststrassen, sowie die Bahnlinien Pforzheim-Wildbad, Pforzheim-Nagold, Nagold-Altensteig, Eutingen-Freudenstadt-Alpirsbach, Schramberg-Schiltach, Horb-Oberndorf.

Steinbruchbetriebe des Schwarzwaldvorlands und des Muschelkalkgebiets.

Literatur: A. Schmidt, Technisch nutzbare Gesteine aus der Trias des württembergischen Schwarzwaldes und seines Vorlandes. „Steinbruch", Jahrgang VII, Heft 5 und 6. Ferner: Erläuterungen zu den Blättern Alpirsbach, Altensteig, Dornstetten, Freudenstadt (2. Auflage), Horb, Nagold, Rottweil, Schramberg und Schwenningen der Neuen geologischen Spezialkarte im Masstab 1:25000, sowie zu den Blättern des geologischen Atlas 1:50000.

Der Untere Muschelkalk, das sogen. „Wellengebirge", das anderwärts, z. B. im nahen Baden, zu Zementmaterial geeignetes Gestein bietet, liefert in Schwaben in seinen untersten Schichten zur Ziegelei brauchbare Tone. So bei Alpirsbach, wo die bekannte Falzziegelei diese Wellengebirgstone aus den grossen Tongruben bei Reutin und Aischfeld per Achse etwa 8 km weit herholen lässt.

Der Mittlere Muschelkalk führt neben Anhydrit mächtige Lager von Gips, die zu Zwecken der Industrie, sowie als Düngemittel ausgebeutet werden. Allerdings ist der Abbau durch den Wettbewerb der Gipslager der nahen Keuperhügel behindert. Grosse Gipsgruben besitzt das Gebiet des Oberen Neckars bei Talhausen und Epfendorf; bei letzterem Ort werden die Gipsschichten im Bergrücken zwischen Schlichem und Neckartal sogar in Stollenbauten unterirdisch weiterverfolgt.

Der Obere Muschelkalk oder Hauptmuschelkalk liefert in grosser Menge sowohl Beschlägmaterial als Werksteine. Ueberall, wo bedeutende Strassenzüge sein Gebiet überqueren, sind mächtige Brüche entstanden, die sich durch das Geräusch ihrer Steinquetschen weithin verraten. Besonders umfangreiche Steingewinnung findet natürlich dort statt, wo Bahnlinien den Brüchen Gleisanschluss bieten können. So liefert z. B. das Schotterwerk von Gebrüder Schaich beim Bahnhof Altheim-Rexingen monatlich 2200 cbm Schotter und bedarf zu deren Abfuhr werktäglich 12 Eisenbahnwagen zu 10 t. Etwa 66 pCt. aller württembergischen Strassen sind mit Muschelkalk eingeschlagen. (Vgl. A. Schmidt a. a. O.)

Die knorrigen Trochitenkalke führen zuweilen leicht verkieselte Gesteine mit. Sie brechen am Schwarzwaldrand nur in dünneren Bänken, die zu Schotter zerkleinert werden, während im Osten des Landes mächtige Werksteinbänke entwickelt sind. Erst in neuerer Zeit hat der Muschelkalk auch in Württemberg die wohlverdiente allgemeine Wertschätzung als Bau-

stein gefunden, während seine Benutzung bisher auf sein geologisches Verbreitungsgebiet beschränkt blieb.

Besonders genannt seien die Brüche des Jagsttals bei Crailsheim, deren Stein neuerdings auch in Stuttgart bei grossen Bauten (z. B. als Grundquader am Lindenmuseum) Eingang gefunden hat. Es ist vorgesehen, das künftige Empfangsgebäude des z. Z. im Umbau stehenden Hauptbahnhofs von Stuttgart aus Muschelkalkwerkstein aufzuführen.

Die Nodosusschichten führen neben gutem Schottergestein vorzügliche Pflastersteine in den jedem Steinbruchbesitzer bekannten „Pflastersteinbänken" in der Mitte ihres Profiles.

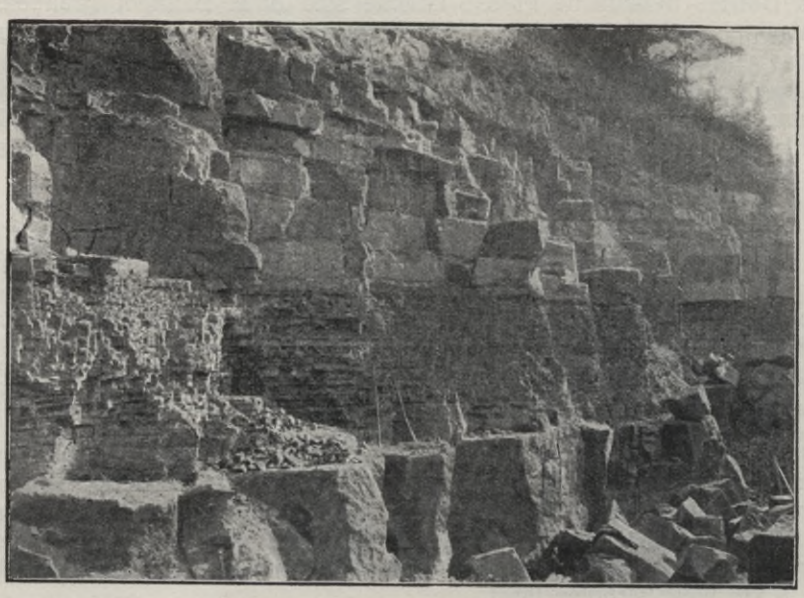


Abb. 1. Werksteinbänke im fränkischen Hauptmuschelkalk bei Crailsheim (Württemberg).

Die Eignung der Schichten des Hauptmuschelkalks als Rohmaterial zur Zementbereitung hat bei Lauffen a. N. zur Eröffnung sehr grosser Steinbruchbetriebe geführt. Im Landschaftsbild der Stadt Stuttgart fallen jedem Beschauer die gewaltigen Felswände der Muschelkalkbrüche auf, die nördlich vom Stadtteil Cannstatt am Neckarufer dort angelegt sind, wo der Fluss die sog. „Schurwaldverwerfung" überquert hat und damit zugleich aus dem breiten, in weichen Keuperschichten liegenden Talbecken von Stuttgart-Cannstatt in den Muschelkalk eingetreten ist, dessen hier plötzlich heraufsteigende schroffe und steinige Steilhänge ihn von da ab auf seinem ferneren Weg ins Unterland hinaus begleiten.

Die dolomitische Region des Oberen Muschelkalks, der „Trigonodusdolomit" wird seltener verwertet, doch liefert er z. B. im Gebiet des unteren Glemstals und stellenweis auch im Enztal erprobte Werksteine von gelbgrauer Farbe. Zur Abfuhr dienen die zahlreichen Haupt- und Nebenbahnen, die das dichtbesiedelte Gebiet des Muschelkalks dem Verkehr erschlossen haben.

Steinbruchbetriebe des Mittelschwäbischen Hügellands.

Die Schichtenreihen der Hügel Mittelschwabens enthalten in verschiedenen geologischen Horizonten Werksteine, um die Württemberg von andern

deutschen Ländern mit Recht beneidet wird. Die Sandsteine des Keupers haben den Weg bis weit nach Norddeutschland hinein, sogar über die Reichsgrenze hinaus gefunden.

Die Lettenkohlengruppe führt feinkörnige, milde, für Bildhauerarbeit hervorragend geeignete Steine von grauer, gelbgrauer und gelblicher Farbe. Ihr Sandsteinhorizont ist allerdings sehr ungleichmässig entwickelt, stellenweise trifft man nur lose, graue, sandige Schiefertone. Wo aber wirklich gutes, brauchbares Gestein ansteht, da sind grosse Brüche aufgemacht worden. So in der Umgebung von Hochdorf bei Horb, wo in 5 Betrieben gegen 800 Arbeiter Beschäftigung finden, ähnlich bei Renningen, bei Schwäbisch Hall und am Untern Neckar. Näheres siehe in den Erläuterungen zu den Blättern der geologischen Spezialkarte und des

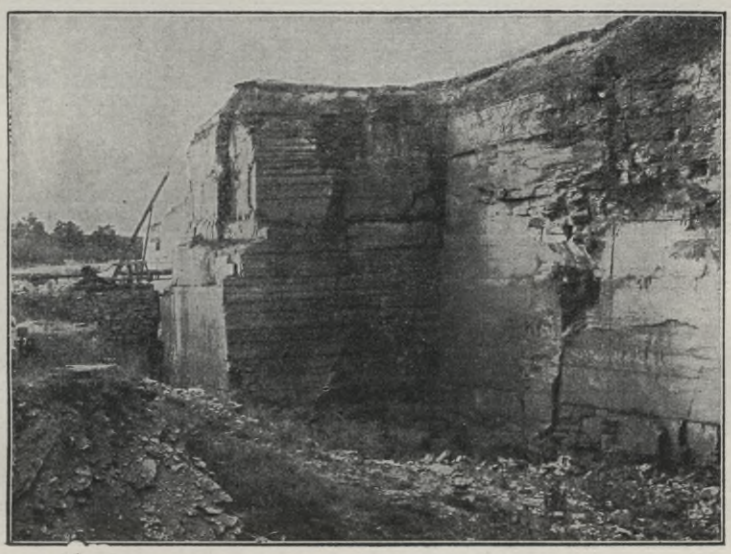


Abb. 2 Lettenkohlensandstein. Bruch bei Renningen (Württemberg).

geologischen Atlas. Es würde hier viel zu weit führen, auf all die zahlreichen einzelnen Fundorte einzugehen. Auch wo zurzeit keine Brüche in Betrieb sind, beweisen Kirchen und sonstige Bauwerke aus Lettenkohlensandstein des eigenen Untergrundes, dass in früherer Zeit brauchbarer Stein in der Nähe sich finden liess, der jederzeit wieder zu erschürfen wäre.

Als bemerkenswertes Bauwerk aus Lettenkohlensandstein sei die Michaelskirche in Hall genannt. In Besigheim legt das aus der Hohenstaufenzeit stammende Mauerwerk der grossen Türme beredtes Zeugnis dafür ab, dass guter Lettenkohlenwerkstein fast unverwüstlich sein kann. Wenn bei unseren Bauten da und dort weniger günstige Erfahrungen mit ihm gemacht wurden, so lag das meist an ungenügender Vorsicht bei der Auswahl des Steins.

Der Gipskeuper hat sehr grosse Brüche, die eine hohe Folge gipsführender Schichten erschliessen. So, um aus einer reichen Anzahl nur einige besonders wichtige Steinbruchgebiete zu nennen, bei Hessental, bei der Stuttgarter Vorstadt Untertürkheim, am Asperg bei Ludwigsburg u. a. a. O. Ihnen verdankt Württembergs hochentwickelte Gipsindustrie ihr Rohmaterial. Da die Gipskeuperschichten überall am Fuss der über die Muschelkalklandschaft emporsteigenden Keuperberge ausstreichen, wären gewiss noch viele, bisher unbenützte Gipslager aufzu-

decken. Abfuhrwege, auch gelegentliche Gleisanschlüsse, wären meist leicht zu erreichen. Da im inneren Schwarzwald, im Oberland und weit hinein nach Bayern kein Gips zu finden ist, bietet sich den Unternehmern ein grosses Absatzgebiet.

Der Schilfsandstein führt gelbliche, grünliche und rötliche, oft genug auch verschiedenfarbig gestreifte Werksteine von feinem Korn. Abgesehen davon, dass er in den meisten Fällen ständige Durchfeuchtung schlecht erträgt — als Grundquader sieht man deshalb an Bauwerken aus Schilfsandstein oftmals Granit oder Buntsandstein verwendet — ist der Schilfsandstein als hervorragend schöner und guter Werkstein zu betrachten. Da er in Stuttgart, ebenso wie in Heilbronn, in der Nähe der Stadt ansteht und deshalb sehr viele Benutzung gefunden hat, wird er auch als „Heilbronner Stein" oder als „Stuttgarter Werkstein" bezeichnet. Die Wahrzeichen beider Städte, die Kilianskirche in Heilbronn und der massige Turm der Stuttgarter Stiftskirche sind je aus Werkstein des eigenen Stadtgebiets erbaut. In Heilbronn, wo die Brüche am Jägerhaus die berühmtesten sind, herrscht eine gelbliche Färbung des Gesteins vor, während in Stuttgart die grünliche und rötliche überwiegt.

Als bekannte Gebäude, bei denen Heilbronner Werkstein mitverwendet ist, seien die Mariä-Empfängniskirche und das Reichsbankgebäude in Düsseldorf, das Hauptrestaurant und Domhotel in Cöln, die Bahnhöfe in Frankfurt a. M., Mainz und Amsterdam, genannt, welche für die Beliebtheit des Steins Zeugnis ablegen. Aus Stuttgarter Schilfsandstein sind das alte und das neue Schloss in Stuttgart erstellt, desgleichen zahllose private und öffentliche Bauten aus älterer und neuerer Zeit.

Neben Stuttgart verdient die Maulbronner Gegend als wichtiges Steinbruchgebiet besondere Erwähnung. Schon die Maulbronner Mönche haben bei ihrem Kloster, einem Meisterwerk alter Baukunst, diesen selben Stein verwendet, der heute noch in grossen Brüchen abgebaut und weithin versandt wird. Aus ihm sind u. a. die beiden grossen neuen Hoftheater in Stuttgart aufgeführt. Als Beispiel für die Wetterbeständigkeit guten Schilfsandsteins darf die Neckarbrücke bei Sulz genannt werden, wo Werksteine von Renfrizhausen 150 Jahre ohne jede Verwitterungserscheinung überdauert haben. Alle die zahlreichen Steinbrüche, von Trichtingen bei Oberndorf a. N. bis hinab nach Franken aufzuzählen, würde eine grosse Aufgabe sein. Deshalb sei hierfür nochmals auf die geologischen Karten und ihre Begleitworte hingewiesen.

Gleichmässig feines Korn und gefällige Farbentönung im Verein mit genügender Härte und Druckfestigkeit haben den Schilfsandstein mit Recht beliebt gemacht. Gut bewährt an vielen alten Bauten, geeignet zu feiner Bildhauerarbeit und leicht zu bearbeiten, haben sich diese Steine einen grossen Absatz gesichert, und der Schwabe freut sich, ihnen auch weitab von der Heimat an hervorragenden Bauten ferner und fremder Städte als alten Bekannten gar oft zu begegnen.

Der Stubensandstein ist meist nur als lockerer Fegsand oder als mürber Kalkstein entwickelt. Wo aber infolge nachträglicher Verkieselung ein hartes, wetterfestes Gestein zur Ausbildung gekommen ist, da verleiht ihm seine helle, leuchtend weisse Farbe, einen weiteren Vorzug. In früherer Zeit wurde er weithin versandt und hat insbesondere beim Cölner Dom eine ausgiebige Verwendung gefunden. Leider wurden hier vielfach auch Steine mit kalkigem Bindemittel vermauert, die sich in der Atmosphäre der Grossstadt sehr wenig wetterfest erwiesen. In der Kleinstadt, wo säurehaltige Dämpfe usw. weniger vorhanden sind und die chemische Widerstandskraft des Steins weniger auf die Probe gestellt wird, hat sich dasselbe Material

ungleich besser bewährt. Dies zeigt die aus dem Jahre 1083 stammende Stadtkirche zu St. Martin in Sindelfingen, das feingegliederte Masswerk der Frauenkirche in Esslingen und die Marienkirche in Reutlingen. Besonders hervorgehoben sei auch die prächtige, romanische Johanniskirche in Gmünd.

Grosse Brüche fehlen nirgends im Stubensandstein; hellen, weissen Werkstein liefert besonders die Berglandschaft des Schönbuch, zwischen Tübingen und Stuttgart, wo Dettenhausen den beliebtesten Stein bietet.

Abb. 3 Stubensandsteinbruch am Raichberg bei Stuttgart.

Der Rhätsandstein ist vermöge seines feinen Korns, seines kieseligen Bindemittels und der gefälligen lichtgelben Farbe einer der besten, haltbarsten und schönsten Werksteine des Landes. Leider ist er nur an wenigen Stellen in genügender Mächtigkeit entwickelt und seine Verwendung infolgedessen fast ausschliesslich auf die Städte Tübingen und Nürtingen beschränkt. Grosse Brüche haben Pfrondorf bei Tübingen und die weitere Umgebung von Nürtingen und Neckartenzlingen aufzuweisen.

Steinbruchbetrieb im Juragebiet der Alb und ihres Vorlandes.

Der Schwarze Jura (Lias) liefert in den Angulatensandsteinen einen Baustein, der äusserlich dem Rhätsandstein gleicht, sich aber von diesem hartverkieselten Material durch sein kalkiges Bindemittel unvorteilhaft unterscheidet. Vielgestaltige, von Verwitterungserscheinungen herrührende braune Linienzüge aus Eisenrost fehlen beim Angulatensandstein fast in keinem Blocke. Beachtenswert ist die ausgiebige Verwendung, die dieser Stein beim Bau der Burg Hohenzollern gefunden hat.

Grössere Brüche im Angulatensandstein haben insbesondere die Gegenden von Plochingen und Göppingen.

Der folgende, fossilienreiche „Arietenkalk“ gibt harte Pflastersteine, die für den Bedarf der wenig verkehrsreichen Strassen der Landstädte genügen, während die Grossstadt Stuttgart allerdings vom früher so gern verwendeten „Vaihinger Kalk“ absehen und zu den erlesenen Hartsteinen fremder Gebiete greifen musste. Die höheren Schichten des Lias führen z. T. für Herstellung von Zement geeignete Tone und Mergel. Der Posidonienschiefer

(Lias ε) hat früher zur Destillation von Schieferöl gedient, bis der Wettbewerb des amerikanischen Petroleums diese kleine Industrie der einheimischen bituminösen Schiefertone vernichtete. Auch zu Dachplatten usw. wurde dieses dünnplattige Gestein verarbeitet. Neuerdings hat der Reichtum an wunderbar fein erhaltenen Versteinerungen eine ganz besondere Verwertung des Gesteins erlaubt: Das paläontologische Atelier von Hauff in Holzmaden befasst sich mit feiner Präparierung der Fundstücke, die neben ihrem hohen wissenschaftlichen auch einen grossen Geldwert besitzen. Zahlreiche Fundstücke grosser Saurier, die aus dieser Werkstatt hervorgegangen sind, haben in geologischen Kreisen Weltberühmtheit erlangt.

Der Braune Jura bietet — ausser den vorerwähnten Erzlagern — neben guten Ziegeltonen in den Eisensandsteinen brauchbaren Baustein. So zeigen z. B. die Ruinen der Burg Staufeneck, wie lange seine guten Lagen der Verwitterung Trotz bieten können.

Der Weisse Jura bietet eine unerschöpfliche Fülle des besten Zementmaterials und in reicher Auswahl helle weisse und gelbliche Kalkwerksteine. Die Tone und Mergel seiner untersten und obersten Schichten haben oft schon von Natur genau die für die Zementbereitung erwünschte Zusammensetzung; andernfalls kann aus den ganz reinen, weissen Kalken Material zugesetzt werden. Von besonderem Wert ist die weite räumliche Verbreitung der brauchbaren Gesteine und ihre Eigenschaft, in unverändert chemischer und petrographischer Eigenschaft weithin durchzulaufen. Volkswirtschaftlich erfreulich ist, dass durch die Zementindustrie gerade in der bisher ganz armen Bevölkerung der Hochalb lohnende Verdienstgelegenheit geboten worden ist. Die Brüche sind meist in der Nähe der Bahnlinien, so im Blautal, im Brenztal, im Donautal. Aber auch am Albtrauf, d. h. dem steilen, nordwestlichen Rand der Alb, hat man die geeigneten Schichten vielfach erschlossen; grosse Brüche liegen oben zwischen den Felsmauern der Weissjuraberge, und Drahtseilbahnen tragen das geförderte Rohmaterial hinab ins Tal, wo sich der Industrie Wasserkraft und leichte Verfrachtungsmöglichkeit der fertigen Ware durch Strassen sowie durch die zahlreichen Nebenbahnen bietet, die in die Albtäler hineinführen.

Als Baustein dienen insbesondere die Dolomite und Kalke von Weissjura δ und ε. Besondere Wertschätzung verdient der gelbliche Weissjuramarmor, der „Zuckerkorn." Im Albgebiet in Dorf und Stadt verwendet, ist er in geschliffenem Zustand als Marmor auch auswärts, namentlich im Königlichen Schloss in Stuttgart, zu Ehren gekommen. Ueber Altwürttembergs Marmorindustrie gibt das erwähnte Buch „Württembergs Bodenschätze" eingehende Auskunft. Es handelt sich hier neben dem Weissjuramarmor namentlich um den „Böttinger Bandmarmor", einen dichten Kalksinter in Spalten des oberen Weissjura.

Auch als Schotterstein dient der Weissjura, ähnlich wie der Muschelkalk, insbesondere wird er von der Eisenbahnverwaltung auf den Strecken des Albgebiets und des nahen Oberschwaben sehr viel benützt. Ausserdem sieht man ihn in Verwendung als zugehauener Randstein, als Grenzstein usw., wobei namentlich das an Werksteinen arme südliche Württemberg als Absatzgebiet in Betracht kommt.

Erwähnt sei noch der gelbliche Weissjura ε wegen der Beliebtheit, die insbesondere die wunderlich zernagten, im Gehänge der Albberge hervorschauenden Blöcke dieser Schicht beim Landschaftsgärtner gefunden haben. Sie werden deshalb weit versandt; so begegnet man solche Albkalke in Gartenanlagen bei Lindau i. B., ebenso wie bei Gruppenbauten in den öffentlichen Anlagen auf dem Urbansplatz in Stuttgart und in zahlreichen Privatgärten in den verschiedensten Städten Württembergs.

Steinbruchbetriebe in Oberschwaben.

Das Tertiär, das dem Jura folgt, liefert z. B. im Hochsträss noch hellfarbige Kalksteine, die als Bausteine mit dem Weissjura in Vergleich treten können. Dagegen enthält die weichere Molasse in Württemberg fast nirgends gute Bausteine; die am Bodensee und im Algäu überall begegnenden grauen Werksteine entstammen fast ausschliesslich den Steinbrüchen des nahen Kantons St. Gallen.

Im Diluvium liefern Grund- und Endmoränen überall Kies und Sand in Mengen und die „Bändertone" des Diluvialgebiets werden von den Ziegeleien sehr gesucht. So z. B. am Bodensee von dem dicht an der westlichen Landesgrenze gelegenen Ziegelwerk Grenzhof bei Fischbach, ferner von den Ziegeleien bei Allmannsweiler unweit von Friedrichshafen und bei Gunzenweiler im Algäu. Auch auf hohenzollerischem Gebiet, in der Exklave Achberg, — dem südlichsten Fleck preussischen Gebiets — beutet eine Ziegelei in der Nähe von Esseratsweiler solche Tone aus.

Gewinnung und Verwertung diluvialer und alluvialer Bildungen.

In erster Linie ist hier der eigenartige harte, gelbliche Sauerwasserkalk (Travertin) der Stuttgarter Gegend zu nennen. Er bricht oftmals in Platten, die genau die gewünschte Form und Dicke haben, um ohne viel Bearbeitung als Randsteine für Trottoirs usw. dienen zu können. Gelegentlich sind aber auch dickbankige Schichten zu finden, deren unverwüstliches Gestein schon beim Bau des Römerkastells in Cannstatt verwendet worden ist und noch jetzt auf Stuttgarter Stadtgebiet und im Bereich der Dorfmarkung von Münster a. N. in gewaltigen Brüchen abgebaut wird, in denen sich oftmals eine überraschende Mächtigkeit der Travertine ergeben hat. Besonders gern sucht der Gärtner den gelben „Cannstatter Tuff", zu Wegeinfassungen, Hügelbauten usw. Fast in keinem grösseren Garten in Stuttgart und in seinen Vororten Esslingen, Waiblingen, Ludwigsburg usw. fehlt dieser Sauerwasserkalk, bei dem jedes Bruchstück durch seine Sinterbildungen, Färbung und Bruchform etwas Besonderes hat.

Erwähnt seien die grossen Brüche zwischen der Stuttgart-Cannstatter Reiterkaserne und der König-Wilhelmsbrücke.

Die Süsswasserkalke des Muschelkalkgebiets und der Albtäler bieten ein leichtes, poröses, im bergfeuchten Zustand mit Beil und Säge zerlegbares Gestein, das an der freien Luft rasch erhärtet. In der Alb ist es sehr vielfach als Baustein verwendet und hat sich z. B. in dem Mauerwerk der kühn aufragenden Burg Reussenstein bei Neidlingen recht wetterfest erwiesen. Neuerdings hat der Bahnversand die Verwendung dieses Baumaterials auch in fern vom Ursprungsgebiet liegenden Städten ermöglicht. So besitzt z. B. Stuttgart eine ganz aus Süsswasserkalk erbaute Kirche (Erlöserkirche); auch das Hauptpostamt in Friedrichshafen ist aus Seeburger Kalktuff (bezogen aus dem Seeburger Tal bei Urach) erbaut.

Die Lössbedeckung des Unterlands bietet unzähligen grossen Ziegelwerken Lösslehm in Fülle. Erwähnt seien die besonders grossen Stiche von Böckingen bei Heilbronn, von Fellbach und Waiblingen bei Stuttgart. In den Betrieben von Münster bei Stuttgart wird unter der abgeräumten Lössdecke der diluviale Sauerwasserkalk gefunden und ausgebrochen, in Endersbach im Remstal lagern unter der Lössdecke die Kiese und Sande der Hochterrasse, so dass die dortigen Lehmgruben zugleich zur Gewinnung von Betonkies und von scharfkantigem, zum Bestreuen der Asphaltstrassen tauglichem „Remssand" benutzt werden können.

Rheinpfalz (Bayern, linksrheinisch).

Von Rechnungsrat Dr. phil. nat. Daniel Häberle, Volont.-Assist. am Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Heidelberg.

Einleitung.

Die Rheinpfalz als linksrheinischer Bestandteil des Königreichs Bayern ist politisch mit ihren 5937 qkm ein verhältnismässig junges Gebilde, da sie erst zu Anfang des 19. Jahrhunderts durch politische Abmachungen aus etwa 50 verschiedenartigen Gebieten zusammengeschweisst wurde. Sie ist gewissermassen ein Konglomerat und bildet weder in geographischer, noch weniger in geologischer Beziehung ein einheitliches Naturgebiet. An ihrem Aufbau sind die verschiedensten, aus den Nachbarländern hereinreichenden Formationen beteiligt, während ihre Morphologie in erster Linie durch den Einbruch des Rheintales bedingt ist. So haben wir im Osten und Nordosten das Tertiär des Mainzerbeckens, im Norden und Nordwesten das Permokarbon des Saar-Nahegebietes, im Südwesten die Ausläufer der lothringischen Muschelkalkplatte und als Rückgrat des Ganzen das Buntsandsteingebiet des Pfälzerwaldes als nördliche Fortsetzung der Sandsteinvogesen. Dementsprechend lassen sich in geologischer Beziehung — die geographische Einteilung folgt etwas anderen Grundsätzen — die folgenden, deutlich von einander abgegrenzten vier Gebiete unterscheiden:

1. Die von tertiären, diluvialen und alluvialen Ablagerungen bedeckte Rheinebene mit der Vorhügelzone und dem Terrassenland am Ostabfall des Pfälzerwaldes, der weinberühmten Haardt, wo besonders das isolierte Basaltvorkommen bei Forst unser Interesse erweckt.

2. Den aus Buntsandstein aufgebauten Pfälzerwald.

3. Das hauptsächlich aus den Ablagerungen des Unterrotliegenden zusammengesetzte Nordpfälzische Bergland, welches uns als ein geologisch und petrographisch wechselvolles altes Eruptionsgebiet entgegentritt.

4. Die Südwestpfälzische Hochfläche mit ihrer im nördlichen Teil noch auf einem gut aufgeschlossenen, gegen Westen allmählich immer mehr untertauchenden Buntsandsteinsockel sich ausdehnenden Muschelkalkbedeckung.

Aus dieser Verteilung der einzelnen Formationen auf bestimmte Gebiete ergibt sich auch die geographische Verbreitung der nutzbaren Gesteine und der davon abhängigen Steinindustrie ganz von selbst.

Als vereinzelte Vorkommnisse sind dann noch paläozoische Tonschiefer und Grauwacken, ferner Granit und Gneis zu erwähnen, die das Grundgebirge des Pfälzerwaldes bilden. Sie treten uns an dessen Ostabfall gegen die Rheinebene, bzw. in einzelnen dorthin ausmündenden, tief eingeschnittenen Tälern entgegen und finden an einigen Stellen auch technische Verwendung; dagegen kommen einzelne ebenfalls am Gebirgsrand abgesunkene

Schollen der alten Muschelkalk-, Keuper- und Juradecke hierfür nicht in Betracht. Ablagerungen der Kreide haben sich noch nie nachweisen lassen.

Dass wir in der fast ausschliesslich von diluvialen und alluvialen Ablagerungen bedeckten fruchtbaren Rheinebene nur in einzelnen, sich inselartig darüber erhebenden Tertiärvorkommnissen nutzbare Gesteine erwarten können, ist selbstverständlich. Sie scheidet daher, abgesehen von den später zu erwähnenden wenigen Ausnahmen, für unsere Betrachtung aus. Was westlich von dieser im übrigen als Kornkammer der Pfalz anzusprechenden Region und dem unmittelbar daran angrenzenden Terrassenland (Haardt), dem Weinland der Pfalz, liegt, wird vielfach als „Steinpfalz" bezeichnet. So ganz ungerechtfertigt ist dieser Name, soweit zunächst das Buntsandsteingebiet des Pfälzerwaldes darunter verstanden wird, ja nicht, da dessen Hauptreichtum neben seinen herrlichen Holzbeständen in einem geradezu unerschöpflichen Vorrat an ausgezeichnetem Sandsteinmaterial besteht. Auch die Südwestpfälzische Hochfläche ist reich an Bausteinen und Kalk, während das Nordpfälzische Bergland, abgesehen von seinem trefflichen Sandsteinmaterial, mit seinen vielfach gearteten Eruptivgesteinen fast die ganze mittlere und westliche Pfalz und noch weit darüber hinaus andere Gebiete bis nach Holland hinunter mit Pflastersteinen und Schottermaterial versorgt; nur die Ostpfalz ist wegen der Vorkommnisse von Gneis bzw. Basalt in dieser Beziehung davon unabhängig.

Im folgenden soll versucht werden, nach petrographischen Gesichtspunkten, aber unter möglichster Berücksichtigung der geographischen Zusammengehörigkeit, eine Uebersicht über die pfälzische Steinindustrie zu geben. Meine Angaben stützen sich ausser auf die angegebene Literatur insbesondere auf die Berichte der Pfälzischen Handelskammer, auf die bayerische Landesmontanstatistik sowie auch auf private Erkundung, wobei ich jedoch meinen Gewährsleuten die Verantwortung für ihre Angaben überlassen muss. Leider war es mir nicht immer möglich, die Produktionsziffern nach dem neuesten Stande auf Grund amtlichen Materials zu bringen, da eine Verwendung der von den einzelnen Werken für die Landesmontanstatistik ausgefüllten Fragebogen „zu andern als statistischen Zwecken nicht stattfindet". Etwaige Lücken bitte ich mit dieser Begründung zu entschuldigen.

I. Kristalline Schiefer und kontaktmetamorphe Gesteine.

Gneis.

Als Rest des alten variskischen Gebirges wölbt sich an der Ausmündung des Queichtales ein von Rotliegendem und Buntsandstein bedeckter Rücken als Scheitel des Grundgebirges auf, der durch die Erosion durchschnitten ist. Das dadurch freigelegte Gestein zeichnet sich durch seine körnige, granitartige Beschaffenheit aus; manche Lager besitzen sogar ein vollkommen granitisches Gefüge, während im übrigen das Gestein deutlich lagenförmig struiert ist. Die Hauptgemengteile sind weit überwiegend Quarz und meist rötlicher Orthoklas, denen sich in mehr untergeordneter Menge schwarzer Biotit beigesellt; dieser verleiht dem sonst vorherrschend rötlichen Gestein einen grauen Farbenton. Neben dem Biotit findet sich in einzelnen Lagen auch Hornblende.

Ob es sich bei diesem Vorkommen um einen präkambrischen Gneis oder um die parallelstruierte Grenzfacies eines karbonischen Granitmassivs handelt, ist noch nicht entschieden. Im Volksmund und auch in der Statistik geht es zunächst noch unter dem Namen Granit. Ueberlagert ist das von

zahlreichen Kersantitgängen durchsetzte Gestein von Melaphyr und darüber von Konglomeraten des Rotliegenden*).

Dieses für die Pfalz einzigartige Vorkommen wird durch einen grossen Steinbruchbetrieb, die Pfälzischen Hartstein-Werke, denen auch der später zu erwähnende Basaltbruch bei Forst gehört, abgebaut. Die sichtbare Mächtigkeit des sowohl auf der Nordseite wie auf der Südseite des Tales aufgeschlossenen Gesteins beträgt 15 bzw. 30 m. Wegen seiner Festigkeit eignet es sich ganz vorzüglich zu Strassenschotter, findet aber auch zur Herstellung von Pflastersteinen Verwendung. Der Steinbruch, in welchem auch der als Decke vorkommende Melaphyr mit abgebaut wird, beschäftigt durchschnittlich 120 Arbeiter. Durch Bahnanschluss und maschinelle Einrichtungen (Gesteinsbohr- und Steinbrecheranlage usw.) wird die Gewinnung der Erzeugnisse sehr erleichtert. Die Produktion beträgt im Jahr ungefähr 35 000 cbm; als Preise frei Eisenbahnstation Albersweiler werden angegeben für den cbm Pflastersteine 18 bis 25 Mark, Bruchsteine 4 Mark, Strassen-(Maschinen-) schotter 6 Mark, Grus für Strassen- und Bauzwecke 2,50 Mark. Als Abnehmer kommen die benachbarten Gebiete der Süd- und Vorderpfalz sowie der Pfälzerwald in Betracht, dessen Strassen vielfach mit diesem vorzüglichen Material eingedeckt werden**).

Kontaktmetamorphe Tonschiefer und Grauwacken***).

An verschiedenen Stellen am Ostabfall des Pfälzerwaldes gegen die Rheinebene, bzw. an der Ausmündung einzelner tief eingeschnittener Täler treten Tonschiefer und Grauwacke zutage, z. B. bei Weiler an der Eingangspforte zum Wieslautertal, in dem Gneissteinbruch bei Albersweiler, am Schieferkopf bei Oberhambach und an der Ausmündung des Neustadter Tales. Bei Weiler werden diese Gesteine von Kersantitgängen, bei Gleisweiler und Burrweiler von Granitgängen durchsetzt. Im allgemeinen handelt es sich um deutlich geschichtete dunkelgraue bis schwarze Tonschiefer, die mit feinkörnigen Grauwackenschiefer wechsellagern. An der Ausmündung des Neustadter Tales überwiegen die Grauwackenschichten über die hier mehr grauen und rötlichen Tonschiefer. Das geologische Alter dieser Gesteine steht noch nicht sicher fest, wahrscheinlich sind sie präkarbonisch, vielleicht devonisch. (Vgl. hierzu L. v. Ammon in den Erl. z. Bl. Zweibrücken S. 29).

Die härteren Grauwacken- und Tonschieferschichten wurden früher, auch wo sie nicht kontaktmetamorph verändert sind, in ausgedehntem Masse und werden auch jetzt noch hier und da zur Strassenbeschotterung verwendet, so bei Weiler, Hambach und besonders an der Ausmündung des Neustadter Tales am Fusse des Nollen (Nollenstein). Nach Habermehl finden die Tonschiefer auch als Dach- und Plattenschiefer, die Grauwacken zur Herstellung von Plastersteinen Verwertung.

Wo diese vorstehend erwähnten Schichten von Granit- und Kersantitgängen durchsetzt werden z. B. bei Weiler, treten sie uns als halbkristalline, Hornfels ähnliche Schiefer, an anderen Stellen z. B. bei Gleisweiler, Burr-

---

*) Ueber den Gneis von Albersweiler und die ihn durchsetzenden Gänge, über den Granit und Melaphyr von Waldhambach und Ludwigshöhe, die Melaphyre des Klingbachtales, die palaeozoischen Schiefer mit Grauwacken am Haardtrand, die Quarzporphyre von Oberhambach und Lindenberg vgl. A. Leppla, Ueber das Grundgebirge der pfälzischen Nordvogesen. Zeitschr. d. D. Geol.-Ges. 1892, Bd. XLIV, H. 3, S. 400—438.

**) Häberle, D., Die Gneis- (Granit-) Industrie von Albersweiler in der Rheinpfalz. Mit 55 Abbildungen. Der Steinbruch, VIII. Jahrg. 1913, Heft 22, S. 300—302.

***) Der Einfachheit halber fasse ich diese verschiedenen Vorkommnisse, die zum Teil unter die Sedimentgesteine gehören, gleich hier zusammen.

weiler als glimmerführende Knotenschiefer entgegen. Auch sie finden in ganz beschränktem Masse für die Strassenbeschotterung Verwendung.

Wegen des vielfach als kontaktmetamorphe Bildungen gedeuteten „Wetzschiefers“ und „Bandjaspis“, vgl. die Abschnitte „Permokarbonischer Sandstein“ und „Porphyrtuff.“

II. Aeltere und jüngere Eruptivgesteine und Tuffe.

Allgemeines.

In der Pfalz werden sämtliche Eruptiv-(Erstarrungs-)Gesteine schlechthin als „Hartsteine“ oder auch als „Wacken“ bezeichnet, wodurch ohne weiteres ihre grössere Widerstandsfähigkeit gegenüber den Sedimentgesteinen zum Ausdruck kommt. Ihre Verbreitung ist auf zwei Gebiete beschränkt, und zwar auf das Nordpfälzische Bergland und den östlichen Pfälzerwald. Namentlich in ersterem Gebiet kommen sie allenthalben vor und sind in zahlreichen Steinbrüchen*) aufgeschlossen, da das vorzügliche Material**) zu einer lebhaften Steinindustrie Veranlassung gegeben hat. Wegen der äusserst komplizierten petrographischen Verhältnisse seien einige allgemeine Bemerkungen über die Natur dieser Hartgesteine vorausgeschickt.

Abb. 1 Kuselit des Remigiusberges überlagert von Schiefer und Kalkstein. (Aus den Erläuterungen zu Blatt Kusel).

Bis vor kurzem unterschied man bei den Eruptivgesteinen des Nordpfälzischen Berglandes gewöhnlich zwei grosse Gruppen: Quarzporphyre und Melaphyre. Durch die eingehenden Untersuchungen***) von L. v. Ammon, Burckhardt, Düll, Gümbel, Leppla, Lepsius, Lossen, Reis, Schuster, Schwager u. a. wurde jedoch festgestellt, dass als „Melaphyre“ chemisch und strukturell ganz verschiedene Gesteine zusammengefasst worden sind und der Name deshalb nur noch als Sammelbegriff gelten kann. Ich folge deshalb bei Einteilung des Stoffes der in den Erläuterungen zu Blatt Kusel (S. 17) durchgeführten Gliederung, welche folgende Gruppen unterscheidet:

„Intrusivgesteine†), im Pfälzer Sattel zwischen die Schichten des oberen Karbons und die des Unterrotliegenden gangförmig eingeschaltet oder gang- oder stockartig in ihnen aufgepresst (Abb. 1). Es finden sich Gesteine vom Typus der (tholeyitischen) Gabbrodiabase, der tholeyitischen ophitischen Diabase, der basaltischen (glasreichen) Melaphyre, der Kuselite

*) Ein Verzeichnis der einzelnen Bruchbetriebe gibt Habermehl S. 529.

**) Mit der Verwendbarkeit von „Melaphyr“, „Diorit“, „Granit“ und „Basalt“ aus den verschiedenen Steinbrüchen der Pfalz zur Strassenbeschotterung hat sich E. Bindewald eingehend beschäftigt. „Pfälz. Presse“ vom 2. Juni 1904 und vom 21.—24. Januar 1905. Kaiserslautern, Thieme.

***) Wegen der hier in Betracht kommenden Spezialliteratur vgl. die Zusammenstellung in den Erl. z. Bl. Kusel S. 14—15.

†) Die Literatur über die Intrusivgesteine auf dem angrenzenden preussischen Gebiete ist in den Erl. zu Bl. Kusel S. 36 näher angegeben.

und andesitischen Porphyrite (Weiselbergite), ferner aplitische Ganggesteine. Neben diesen meist basischen Eruptivgesteinen setzen stockartig in den Schichten des oberen Karbons und Unterrotliegenden saure Porphyre auf.

Lavaartige Eruptivgesteine*). Sie finden sich lagerartig in den beiden Mulden zu Seiten des Pfälzer Sattels in dem Schichtkomplex an der Grenze vom Unterrotliegenden oder besser gesagt Mittelrotliegenden zum Oberrotliegenden eingeschaltet (daher auch „Grenzlagersteine" genannt). Es beteiligen sich am Aufbau vorzugsweise: basaltische (glasreiche) Melaphyre und porphyritische Gesteine vom Typus der Andesite.

In der angeführten Reihenfolge steigt in grossen Zügen auch das Alter der Gesteine. Die Lavaergüsse sind die jüngsten eruptiven Bildungen; sie schlossen die permokarbonische Eruptionstätigkeit ab. Vor ihnen und zum Teil noch mit ihnen setzten die basischen Intrusivgesteine auf; am ältesten sind die sauren Eruptiva (Porphyre), die in der ersten Zeit der Bildung des Pfälzer Sattels in den Schichten aufgedrungen sein dürften."

„Am leichtesten zu erkennen und petrographisch zu deuten", schreibt M. Schuster**), „sind die Quarz- und Felsitporphyre, diese stockförmigen, mächtigen Eruptivgebilde: sie lassen sich ungezwungen als Abkömmlinge eines sauren, d. h. granitischen Magmas bezeichnen. Die basischen Intrusivgesteinsformen im Innern des Pfälzer Sattels, die Tholeyite, verraten durch ihren Habitus und ihre mineralische und chemische Zusammensetzung ihre Herkunft von Diabasen und im weiteren Verfolg von einem gabbroartigen Tiefengestein. Das gleiche gilt im allgemeinen für die basaltischen (glasreichen) Melaphyre, aber schon hier finden wir gewisse Erscheinungen im Mineralbestand, die einer streng-dogmatischen Zuweisung dieser Gesteine zu einem gabbroartigen Tiefenmagma in gewissen Fällen entgegenstehen könnten; es ist das der hohe Kaligehalt und des Auftreten von Alkalifeldspäten in manchen Melaphyren."

Für die hier verfolgten Zwecke dürfte es genügen, wenn wir folgende 5 Gruppen unterscheiden: Tholeyite, Melaphyre im engeren Sinne, Kuselite und Porphyrite (als basische Gesteine) und Porphyre (als saure Gesteine). Aber auch zwischen diesen einzelnen Gruppen ist eine Grenze nicht immer scharf zu ziehen, da zahlreiche Uebergänge vorhanden und diese oft nur verschiedene Erscheinungsformen eines und desselben Gesteins sind. Ihre verschiedenfarbige Darstellung bewirkt auf der geologischen Karte ein recht buntes, geradezu mosaikartiges Bild.

Die im östlichen Pfälzerwald auftretenden Melaphyre zeigen eine ähnliche Zusammensetzung wie die Grenzmelaphyre des Nordpfälzischen Berglandes. Von anderen Eruptivgesteinen sind noch Granit, Kersantit und Basalt zu erwähnen, auf die wir noch später im einzelnen zurückkommen werden.

Einige Begleitvorkommnisse der zuerst genannten Gesteine sollen wegen ihrer wirtschaftlichen Bedeutung gleich hier kurz erwähnt werden. So treten z. B. Schwerspatgänge an verschiedenen Stellen sowohl im „Melaphyr" wie auch im Porphyr auf. Bergmännisch wird aber nur der den Porphyrstock des Königsbergs durchsetzende Schwertspatgang gewonnen. Zu Tagebauen kam es nach den Erläuterungen zu Bl. Kusel S. 127 an zwei Stellen: bei den Hirtengärten in dem südlichsten Teile des Berges und in der

*) Leppla, A., Die oberpermischen eruptiven Ergussgesteine im SO. des Pfälzer Sattels. Jahrb. der preuss. Geolog. Landesanstalt für 1893. — Schuster, M., Die Gesteine der verschiedenen eruptiven Decken im östl. Pfälzer Sattel. Geogn. Jahresh. 1910, S. 161—189. Vgl. hierzu die Bemerkungen v. O. M. Reis, Pfälz. Heimatkunde 1912 S 37. — Schuster, M., Die Eruptivgesteine im Gebiete des Blattes Donnersberg. Geognost. Jahresh. 1913, XXVI, S. 235—264.

**) Schuster, M., Die Kuselite. Geogn. Jahresh. XXII, S. 43.

Nassendell in dessen nördlichem Teil auf dem sog. Bruderborner Schwerspatgang, der am Tagesaufschluss etwa 2 m mächtig ist. Sehr ausführlich wurde der Gang von O. M. Reis in seiner Monographie über den Potzberg (Geogn. Jahresh. XVII. S. 173 bis 198) behandelt. Die Produktion der „Pfälzischen Schwerspatwerke", die durch eine Drahtseilbahn mit der Eisenbahnstation Wolfstein in Verbindung gebracht sind, betrug nach der Montanstatistik im Jahre 1911 etwa 14 980 Tonnen im Werte von 93 370 Mark.

Auch Kieselausscheidungen (Achatmandeln, Amethystdrusen) sind in den Effusivgesteinen des Grenzlagers sehr häufig. Namentlich die Augitporphyrite von Dennweiler, Oberalben und Rathsweiler und die Melaphyre von Pörrbach, Olsbrücken, Eulenbis und auch von Albersweiler enthalten zahlreiche Achatmandeln von vielfach hübscher Bänderung. Derartige Vorkommnisse wurden früher teilweise ausgebeutet.

Zu erwähnen wäre auch noch das Vorkommen von Asphalt*), das hier und da in Schicht- und Eruptivgesteinen auftritt, für technische Zwecke aber nicht in Betracht kommt.

Abb. 2 Plattig — säulenartige Absonderung im Kuselit im Steinbruch am Kiefernkopf bei Essweiler. (Aus den Erläuterungen zu Blatt Kusel).

Vielfach werden die Eruptivgesteine von regelmässig angeordneten Klüften durchsetzt, die wohl als Folge des Abkühlungsprozesses zu deuten sind; auch plattige und säulenförmige Absonderung kommt namentlich bei Melaphyren und porphyritischen Gesteinen, ganz abgesehen vom Basalt, an zahlreichen Stellen vor (Abb. 2). Die an manchen Stellen, namentlich im Kuselit und Tholeyit auftretenden Kugelbildungen**) sind wahrscheinlich als von der Absonderung zeitlich und örtlich verschiedene Durchsinterungs- und Verwitterungserscheinungen zu deuten.

In der Statistik und in den Tarifen werden als hauptsächliche Erzeugnisse der Hartsteinindustrie aufgeführt: Pflastersteine, Steinschrotten (Stücksteine, Packlagersteine), Steinschlag und Schotter („Chaussee-Wacken") und Steingrus (Splitt) als Abfall bei der Herstellung von Steinschlag aus Bruchsteinen und bei der sonstigen Bearbeitung von Steinen.

In der Montanstatistik werden zwei Gesteinsgruppen ausgeschieden: „Granit" und „Melaphyr" mit Porphyr, Diabas usw. Einige Angaben über letztere grosse Gruppe, aus welchen die grosse wirtschaftliche Bedeutung dieses Zweiges der Steinindustrie erhellt, dürfte daher von Interesse sein.

1908:	46	Betriebe	399 667	Tonnen	1 141 456	Mk. Wert	1774	Arbeiter
1909:	47	„	400 067	„	1 183 627	„	1632	„
1910:	42	„	344 702	„	1 001 073	„	1595	„
1911:	39	„	345 702	„	994 513	„	1527	„

Leider zeigt vorstehende Statistik eine absteigende Tendenz. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das aus Schweden kommende Material in dem

*) Vgl. hierüber W. Salomon im 42. Ber. d. Oberrhein. Geolog. Ver. 1910 S. 116—122. Weitere Mitteilungen darüber hat O. M. Reis für die Erl. z. Bl. Donnersberg in Aussicht gestellt.

**) Vgl. hierzu D. Häberle, Ueber das Vorkommen von Kugelbildungen. Pfälz. Heimatkunde 1910 S. 2 ff. und O. M. Reis, Ebenda 1912 S. 40. — Ferner Erl. zu Bl. Kusel S. 113.

Hauptabsatzgebiet (Niederrhein und Holland) infolge Fehlens eines Eingangszolles hier, wie in manchen anderen Gebieten Deutschlands, immer schärfer in Konkurrenz tritt. Ausserdem ist die Absatzmöglichkeit nach Elsass-Lothringen und der Rheinprovinz dadurch erschwert, dass die konkurrierenden preussischen Steinbrüche durch einen günstigen Ausnahmetarif im Vorteil hinsichtlich der Bahnfracht sind.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen wollen wir uns jetzt den einzelnen Gesteinsarten zuwenden.

Granit.

Am Ostabfall des Pfälzerwaldes gegen die Rheinebene tritt Granit an zahlreichen Stellen zutage, so bei der Kaisersbacher Mühle an der Ausmündung des Waldhambacher Tales, zwischen Gleisweiler und Edenkoben, bei der Burrweiler Mühle, der St. Annakapelle, der Villa Ludwigshöhe u. a. O. Der Granit zeigt verschiedene Varietäten; im Waldhambacher Tale ist er ein typisch grobkörniger, zweiglimmeriger, vorwaltend Biotit führendes Gestein. An der Burrweiler Mühle, wo er paläozoische Tonschiefer durchsetzt, ist er mittel- bis feinkörnig, reich an Biotit neben mehr vereinzelten Muskowitschüppchen und von Quarzadern durchzogen; er gleicht in auffallender Weise dem Granit von Heidelberg. An der Ludwigshöhe dagegen handelt es sich um feinkörnigen, dichten, glimmerarmen, in Gängen auftretenden Granit, der die Tonschiefer durch Kontaktmetamorphose in Hornfels und Knotenschiefer umgewandelt hat.

Wie bereits oben erwähnt, wird auch der Gneis von Albersweiler in der Statistik als Granit aufgeführt; es lassen sich also über Produktion und Arbeiterzahl keine genaueren Angaben machen. Ein grösserer Bruch wird nur bei der Kaisersbacher Mühle betrieben. Nach Habermehl ist der Absatz auf die umliegenden Orte beschränkt, wo er als Kleinschlag für Strassenbeschotterung, als Pflasterstein und auch als Werkstein Verwendung findet.

Kersantit.

In den Gneis-Steinbrüchen von Albersweiler und in dem Tonschiefer-Aufbruch bei Weiler treten 3 bis 4 m mächtige Gänge eines schwarzen Eruptivgesteins auf; auch bei Gleisweiler kommt im Granit ein solcher Gang vor. In Albersweiler durchsetzen sie nach oben auskeilend und sich verzweigend den Gneis in seiner ganzen Mächtigkeit und umschliessen zum Zeichen ihrer eruptiven Natur zuweilen auch Brocken von Gneis. Dieses Durchbruchsgestein gehört zur Gruppe der sog. Hornblende-Kersantite. „Die feinkristallinische Grundmasse setzt sich aus kleinen leistenförmigen Plagioklasnädelchen, einzelnen Quarzteilchen, dunklen, meist chloritisch umgeändertem Glimmer, Hornblende und Magneteisen zusammen.“ An den Salbändern (d. i. die beiderseitige Grenzfläche der Gänge) ist die Gesteinsmasse meist stark zersetzt. Als Strassendeckmaterial wird dieses Ganggestein in Albersweiler nicht verwendet, vielmehr bleibt es in den Gneis-Steinbrüchen in Form von Rippen, Mauern und Wänden (sog. „Fäule“ der Steinbrecher) stehen und gewährt dadurch einen ganz eigentümlichen Anblick. Bei Weiler und Gleisweiler dagegen wird es nach Habermehl als Schottermaterial verwendet.

Tholeyit.

Der zu den Intrusivgesteinen gehörende Tholeyit (Diabas) hat seinen Namen nach dem Gestein von der Schaumburg bei Tholey erhalten und zeigt verschiedene Erscheinungsformen. Im allgemeinen sind es dunkle „mittel- bis feinkörnige, sich rauh anfühlende Gesteine, deren Habitus durch das Auftreten eines farblosen, weisslich bis rötlichen Feldspats neben einem körnigen

schwarzen Augit häufig dem eines Diorites oder Syenites gleichkommt." Aus diesem Grunde wird er im Handel oft auch mit diesem Namen bezeichnet. Vielfach wird er von rötlichen Aplitgängen durchschwärmt; bemerkenswert sind auch kugelschalige Verwitterungserscheinungen (vgl. S. 331) und zahlreiche Mandelsteine.

Die Tholeyite besitzen eine weite Verbreitung; sie dehnen sich namentlich zwischen dem Lauter- und Alsenztal aus und erreichen bei Niederkirchen und Becherbach ihre grösste Horizontalerstreckung*); der Sterzelberg bei Morbach, der Sattelberg bei Niederkirchen u. a. sind aus ihnen aufgebaut. Ein Zug setzt sich von Niederkirchen über Reichsthal, Messersbacherhof, Imsweiler, Rockenhausen gegen den Donnersberg fort, ein anderer zieht von Schneckenhausen über Höringen und Winnweiler gegen Falkenstein und Imsbach, um nach einer Unterbrechung wieder bei Jakobsweiler und der Dannenfelser Mühle aufzutauchen. Auch westlich von Odernheim a. Gl. und am Nordflügel der Nahemulde im Kreuznacher Stadtwald tritt Tholeyit (von Laspeyres dort als Gabbro bezeichnet) auf.

Das Material findet zur Herstellung von Pflastersteinen und Strassenschotter Verwendung und wird in dem oben angegebenen Verbreitungsgebiet in zahlreichen Steinbrüchen, z. B. bei Niederkirchen, bei der Wolfsmühle, bei Kreimbach, Imsweiler, Winnweiler usw. abgebaut.

Melaphyr.

Wie bereits Seite 329 erwähnt, soll dieser früher als Sammelbegriff verwendete Name hier für einen bestimmten Gesteinstypus gebraucht werden. Es sind das basaltische (glasreiche) Melaphyre, die sich nach M. Schuster „als ausgeprägteste effusive Form der Gabbrofamilie an die Tholeyite anschliessen". Es sind „schwarze, bei der Verwitterung sich bräunlich-violett verfärbende, mittelkörnig-rauhe Gesteine, welche in einer feinkörnigen, wenig hervortretenden Grundmasse zahlreiche Einsprenglinge von Feldspaten, weniger häufigem Olivin und seltenerem Augit enthalten, die im frischen Gesteinszustand sich durch spiegelnde (beim Feldspat gestreifte) Kristallbruchflächen verraten". Bemerkenswert ist das Vorkommen von Graphit im Körborner Melaphyr.

Es lassen sich zwei Gruppen unterscheiden: Grenzlagermelaphyre und jüngere Ergussmelaphyre; neben den deckenförmigen Ergüssen kommen, allerdings nur recht selten, auch selbständige Gänge vor.

Das Hauptverbreitungsgebiet der Melaphyre liegt in den beiden, den Pfälzer Sattel begleitenden Mulden im Saar-Nahegebiet, wo sie die zur Zeit des untersten Oberrotliegenden entstandenen grossartigen Lavaergüsse bilden. In der Pfalz treten sie in dem grossen Grenzlagerzug, der sich von Waldmohr über Fockenberg, Eulenbis, Olsbrücken, Schweisweiler, den Donnersberg östlich umgreifend bis nach Kirchheimbolanden fortsetzt, namentlich in der Gegend zwischen Waldmohr und Olsbrücken auf. Bei Schallodenbach verschwindet die melaphyrische Entwicklung des Grenzlagers völlig; an seine Stelle tritt dann der oben erwähnte typische Tholeyitzug, der sich an der Westseite des Donnersberges entlang bis nach Kirchheimbolanden verfolgen lässt. Es gehen also „Ergussmelaphyre in tholeyitische Gesteine über; die chemische Zusammensetzung der Ergussmelaphyre kommt recht nahe der intrusiven und aus Gangtholeyiten entstandenen Melaphyre".

Im ganzen Verbreitungsgebiet befinden sich kleinere Steinbrüche, die aber nur den lokalen Bedarf an Pflastersteinen und Strassenschotter decken.

---

*) Vgl. O. M. Reis, Die Niederkirchner und Becherbacher Intrusivmassen. Mit Karte. Geogn. Jahresh. 1906, XIX, S. 71—117.

Wie bereits Seite 330 erwähnt, tritt auch im östlichen Pfälzerwald an verschiedenen Stellen, z. B. bei Klingenmünster, Silz, Waldhambach, Albersweiler, im Hainbachtale u. a. O. Melaphyr auf, der eine ähnliche Zusammensetzung wie die Grenzmelaphyre des Nordpfälzischen Berglandes zeigt. Grössere Steinbrüche befinden sich bei Waldhambach und bei Albersweiler, wo er von den Pfälzischen Hartsteinwerken (vergl. Seite 328) gleichzeitig mit dem Gneis abgebaut und zu Pflastersteinen und Schottermaterial verwendet wird. Die Produktion beträgt ungefähr 15 000 cbm jährlich; als Preise werden angegeben für den Kubikmeter Pflastersteine 16 bis 20 Mk., Bruchsteine 2,50 Mk., Strassen-(Maschinen-)Schotter 4 Mk., Bahnschotter 2,50 Mk. und Grus für Strassen- und Bauzwecke 2 Mk., alles frei Eisenbahnstation Albersweiler.

Kuselit.

Im westlichen Teile des Nordpfälzischen Berglandes treten in einer Umgebung von Tholeyiten, Melaphyren und Porphyren an zahlreichen Stellen Lager und Gänge eines kersantitähnlichen Augitporphyrites auf, der gewöhnlich als „Melaphyr" oder auch fälschlich als „Diorit" bezeichnet wird, jetzt aber nach dem Vorgange von H. Rosenbusch in der Literatur als Kuselit (benannt nach der im Verbreitungsgebiet liegenden Stadt Kusel) erscheint. Es handelt sich hierbei um typische pfälzische Eruptivgesteine von meist grauer, grünlicher, schwärzlicher bis rötlicher Farbe und mittelfeinem bis feinem Korn. Strukturell kann man körnige und porphyrische Gesteine unterscheiden, von denen erstere meist in den tieferen Lagen der intrusiven Gänge und Lager, letztere meist an den Salbändern oder in den Gangverschmälerungen anzutreffen sind. Ihre Einreihung in das System der Eruptivgesteine war lange unentschieden. Nach den neuesten Untersuchungen von M. Schuster und A. Schwager*) sind sie der Gruppe der Keratophyre als Augitkeratophyre anzuschliessen. Durch seine kugelförmige Verwitterung übt der Kuselit auf das landschaftliche Bild einen gewissen Einfluss aus.

Das Hauptverbreitungsgebiet der Kuselite liegt am oberen Glan. In den Lagern am Potschberg und Kiefernkopf bei Essweiler, am Remigiusberg, Rammelskopf, bei Lauterecken, Hoof (Steinhübel), Oberstaufenbach (Herrenburg), Erdesbach (Schneidchen), Ulmet (Rummelsbusch), Herchweiler (Hühnerkopf) erreichen sie eine zum Teil erhebliche Mächtigkeit und haben zu einer ausgedehnten Steinindustrie, deren Absatzgebiet sich weit über die Grenzen der Pfalz hinaus erstreckt, Veranlassung gegeben. Ihren Hauptsitz hat diese, wie wir nachher sehen werden, am Remigiusberg, und hier wieder besonders bei Rammelsbach, dessen Namen mit der pfälzischen Hartsteinindustrie unlöslich verbunden ist. Kleinere Betriebe finden wir bei Schellweiler, Diedelkopf, Ehweiler, Ulmet usw., hauptsächlich aber dort, wo die Eisenbahn einen bequemen Abtransport gestattet. Allein die Kuselitbrüche bei Lauterecken beschäftigen nach den Erl. zu Bl. Kusel S. 113 etwa 205 Arbeiter und lieferten im Jahr 18 362 Tonnen Gestein im Verkaufswert von 125 431 Mk. Mit der Zeit haben sich auch am Kiefernkopf und am Potschberg ziemlich grosse Steinbrüche aufgetan, so am Schneeweiderhof, bei Rothselberg, Jettenbach usw., von denen die beiden ersteren Plätze hauptsächlich Pflastersteine (monatlich etwa 25 Eisenbahnwagen), Jettenbach (am „Eisenstein") dagegen mehr Deck- und Schottermaterial liefern.

Bei der hohen wirtschaftlichen Bedeutung, welche die Steinbrüche am Remigiusberg als Haupterwerbsquelle der dortigen Arbeiterbevölkerung

*) Schuster, M. und Schwager, A., Die Kuselite. Geogn. Jahresheft 1910, XXIII S. 43—59.

haben, werden einige nähere Angaben darüber angebracht erscheinen. Nach den Erl. z. Bl. Kusel S. 82 sind dort ungefähr 15 Steinbrüche mit etwa 1500 Arbeitern in Betrieb, die zum Teil einen sehr bedeutenden Umfang besitzen und den auf eine lange Strecke des Berges in den Breitenbacher Schichten sich hinziehenden Kuselit abbauen (vgl. Abb. 3); der Kuselit des nördlichen Teiles des Remigiusberges, der später noch zu behandelnde Rammelskopf mit seiner ausgedehnten staatlichen Steinbruchanlage ist zwischen die unteren Kuseler Schichten eingepresst. Schwarzseher behaupten schon jetzt, dass das Schicksal des grat-ähnlichen Remigiusberges besiegelt sei; durch den fortschreitenden Steinbruchbetrieb würde er einmal ganz abgetragen werden. Mit seinen geologischen Verhältnissen hat sich zuerst A. Leppla eingehend beschäftigt (N. Jahrb. f. Min. 1882 II, S. 101—138), über die dort angesiedelte Steinbruchindustrie orientiert gut ein Aufsatz von C. Th. im „Steinbruch" (1908 S. 60—61).

Abb. 3 Kugelförmige Verwitterung des Kuselits am Kiefernkopf bei Essweiler. (Aus den Erläuterungen zu Blatt Kusel).

Die Bohrungen im Kuselit werden mit Handbohrer, elektrischer Bohrung und Heissluftbohrung bewirkt; zum Sprengen dient hauptsächlich Schwarzpulver. Die Herstellung des Kleinschlages und des Bahnschotters erfolgt noch grösstenteils von Hand, und zwar vielfach durch weibliche Arbeitskräfte. Daneben haben sich aber auch Brechmaschinen Eingang verschafft. „Die Produktion erstreckt sich namentlich auf Pflastersteine, während der Abfall als Wege- und Bahnbaumaterial Verwendung findet. Als Pflasterstein nutzt sich das Material ganz gleichmässig und sehr langsam ab, ohne dass es dabei besonders zur Bildung von glatten Flächen kommt. Der bei der Schotterfabrikation sich ergebende gröbere Grus (Splitt) wird zur Bereitung von Beton und Zementwaren, der feinere Grus (Kies) zur Bekiesung von Wegen und Plätzen verwendet, während der Sand zur Herstellung von Bau- und Verputzmörtel dient." Zur Verladung stehen den grösseren Brüchen eigene Anschlussgleise zur Verfügung; der Transport dahin erfolgt mittels Bremsberganlage, Drahtseil- oder Schmalspurbahn. Als Absatzgebiete kommen ausser der Pfalz, der Saar- und Moselgegend und dem benachbarten Hessen und Baden hauptsächlich die rheinischen Städte und Holland in Betracht, wohin hauptsächlich von Ludwigshafen aus der Wasserweg benutzt wird.

Besonderes Interesse verdient auch der oben erwähnte Kuselitbruch am Rammelskopf, zumal er zu den grössten derartigen Betrieben Deutschlands gehört. Er wurde 1868 durch die Gemeinde Rammelsbach angelegt, als durch den Bahnbau Altenglan-Kusel der Berg angeschnitten worden war. Bald darauf übernahm ihn die Direktion der Pfälzischen Bahnen in Pacht und baute ihn in rationeller Weise ab. Beim Uebergang der Pfälzischen Bahnen an den Bayerischen Staat im Jahre 1909 wurde das Pachtverhältnis fortgesetzt.

Der Steinbruch wird in acht gleich hohen Stufen abgebaut; die oberste Stufe liegt 86 m über der Bruchsohle. Durchschnittlich werden 600 Arbeiter (darunter etwa 200 weibliche) beschäftigt, welche jährlich 4500 Wagen Pflastersteine und 15 500 Wagen sonstiges Material produzieren. Als solches ist zu nennen: Strassen- und Gleisschotter, Bord- und Grenzsteine, rohe

Steine zur Zerkleinerung als Strassenschotter und zur Herstellung von Gestück-, Grob- und Feingrus zu Betonierungsarbeiten und Fussbanküberkiesung, Sand zum Verputzen. Die Gesamtproduktion ist also auf etwa 20 000 Eisenbahnwagen zu 10 Tonnen zu veranschlagen. Die Montanstatistik von 1911 führt 183 872 Tonnen auf.*)

Porphyrit.

Die grossen Lavamassen zu beiden Seiten der oberen Nahe, insbesondere in der Gegend vom Baumholder, werden von porphyrischen Ergussformen gebildet, für welche M. Schuster den Namen andesitische Porphyrite (Weiselbergite im erweiterten Sinne) gewählt hat. Diese Bezeichnung ist gleichbedeutend mit dem für ausserbayerische Gebiete angenommenen Namen „Porphyrit, vorwiegend Augit- und Bronzitporphyrit". Ihr allgemeiner Typus ist nach den Erl. z. Bl. Kusel S. 40—41 der von porphyrischen Gesteinen, die in einer feinkörnigen Grundmasse eingesprengt Feldspat und Augit enthalten. Die Einsprenglinge können recht zurücktreten, die Feldspate der Grundmasse eine Art trachytische Struktur annehmen, die Grundmasse selbst kann recht glasreich werden.

Die Verbreitung des Porphyrites ist aber nicht allein auf das Nahegebiet beschränkt, sondern erstreckt sich in seinen verschiedenen Erscheinungsformen bei Dennweiler, Ulmet, Oberalben, Rathsweiler und Niedereisenbach auch auf bayerisches Gebiet; namentlich der „Steinerne Mann" bei Ulmet ist daraus aufgebaut. Weiter finden wir ihn naheabwärts bei Waldböckelheim, bei Oberhausen (Lemberg und Gangelsberg), dann in dem Grenzlagerzug, der von Schweisweiler über Marienthal, Kahlenberg und Obertierwasen zum Eisensteinwald bei Kirchheimbolanden sich erstreckt. Ein anderer mächtiger Porphyriterguss in etwas höherem Niveau gelangt südlich von Schweisweiler, vom Thronfels bis nördlich vom Falkenstein, dann nördlich vom Donnersberg bis in die Gegend von Kirchheimbolanden zur Entwicklung**). Aehnlich wie der Kuselit, nur nicht in so ausgedehntem Masse, wird auch der Porphyrit in zahlreichen Steinbrüchen zur Herstellung von Pflastersteinen und Strassendeckmaterial gewonnen und auch nach auswärts versandt. Grössere Betriebe befinden sich z. B. auf der westlichen Seite der grossen stockartigen Eruptivmasse des Lembergs bei Niederhausen („Glimmerporphyrit", Zeitschr. f. prakt. Geologie 1905 S. 347), am Gangelsberg bei Oberhausen, in der Heimel bei Odernheim a. Gl. u. a. O.

Porphyr.

Diese Gesteinsart tritt sowohl im Nordpfälzischen Bergland wie im östlichen Pfälzerwald auf. Die Porphyre des ersteren werden von Düll und Schuster „in zwei Gruppen eingeteilt, wovon die eine von Felsitporphyr (im Tschermakschen Sinne) gebildet wird, d. h. von Quarzporphyr ohne makroskopisch sichtbare Quarzeinsprenglinge, während die andere Gruppe einen Quarzporphyr mit ausgeprägt porphyrischer Struktur und Hinneigung zum Porphyritcharakter darstellt". Aus Porphyr sind im Nordpfälzischen Bergland drei mächtige Massive aufgebaut, die sich hoch über ihre Umgebung erheben; Königsberg, Hermannsberg und Donnersberg. Ein anderer ungleich mächtigerer Porphyrkomplex erhebt sich weiter nordwestlich im preussischen Gebiete bei den Orten Nohfelden und

*) Häberle, D., Der staatliche Hartsteinbruch zu Rammelsbach in der Rheinpfalz. Der Steinbruch 1913, H. 10, S. 132—133.

**) M. Schuster, Die Gesteine der verschiedenen eruptiven Decken im östl. Pfälzer Sattel. Geogn. Jahresh. 1910, XXIII, S. 174—189. — Derselbe, Die Eruptivgesteine des Blattes Donnersberg. Ebda. XXVI, S. 235—264.

Ellweiler inmitten effusiver Lavaergüsse. Königsberg und Hermannsberg sind hauptsächlich aus Felsitporphyren aufgebaut und nach Burckhardt als Intrusivmassen zu erklären. Der Quarzporphyr erreicht seine bedeutendste Entwicklung in der mächtigen Kuppe des Donnersberges, der als höchste Erhebung der Pfalz (687 m) das ganze Gebiet beherrscht. Dem Donnersberger Porphyr petrographisch am nächsten stehend ist der grosse Porphyrstock von Altenbamberg, Rheingrafenstein und Ebernburg.

Der rotviolette bis hellgelbe Porphyr neigt zur plattenförmigen Absonderung, ist aber von Querklüften so durchzogen, dass er in kleine, parallelepipedische Stücke zersprengt erscheint und in grösseren Blöcken nicht leicht gewonnen werden kann. Er zerfällt leicht in kleine Bruchstücke, welche vielfach über die meist steilen Gehänge in Trümmerhalden herabfliessen und von dort direkt zur Strassenbeschotterung abgefahren werden können.

Die im östlichen Teile des Pfälzerwaldes vorkommenden Porphyre sind anderer Art und von denen des Nordpfälzischen Berglandes petrographisch verschieden. So weicht das Aussehen des Porphyrs von Oberhambach durch die reichliche Ausscheidung grösserer Orthoklas- und Quarzkörner in der hellgelblichen und grauen feinkristallinen Grundmasse mit zum Teil sphärolithischen Absonderungen auffallend von der Beschaffenheit der Porphyre jenes Gebietes ab und verleiht dem Gestein eine gewisse Aehnlichkeit mit den Porphyren des Odenwaldes. Das Porphyrvorkommen im Silbertal bei Lindenberg zeichnet sich durch die Häufigkeit der eingestreuten Mineralien (Orthoklas, Quarz und minder häufig schwarzen Glimmer) besonders aus. Ein verlassener Steinbruch schliesst das Vorkommen dieses oberflächlich stark zersetzten Gesteins nur notdürftig auf.

Nach Habermehl erstreckt sich die Verwendung des Porphyrs auf die Herstellung von Gross- und Kleinpflastermaterial; manchmal wurden daraus auch Treppenstufen gewonnen. Der Absatz umfasst nur die engere Nachbarschaft der Brüche.

Porphyrtuff (Tonsteine). *)

Im Permokarbon des Nordpfälzischen Berglandes kommen an zahlreichen Stellen „Tonsteine“ in verschiedenen Varietäten vor. „Die hell gefärbten echten Tonsteine sehen wir als die Tuffe von porphyrischen oder anderen älteren Massengesteinen an, deren eruptives Material eine Umlagerung, Zersetzung und Sedimentation erfahren hat“ (Erl. z. Bl. Zweibrücken S. 40). Daneben treten aber auch dunkelbraune Tonsteine mit geringerem Kieselsäuregehalt und splittrigem statt muscheligem Bruch (wie die vorigen) auf, die als Steinton bezeichnet werden. Ihre chemische Zusammensetzung ähnelt jenen tonsteinartigen Gesteinen, welche als kontaktmetamorph veränderte Schiefertone angesehen werden (Ebda. S. 42—43). Tonsteine ersterer Art finden sich namentlich reichlich am Donnersberg, wo sie bei Falkenstein und Jakobsweiler in ein buntfarbiges, kieselreiches Gestein übergehen. Dieses wurde früher am Fuchshof bei Marienthal abgebaut, geschliffen und als Schmuckstein unter dem Namen „Bandjaspis“ in den Handel gebracht. Es ist ein sehr hartes, streifenweise grünlich, rötlich, gelblich und weisslich gefärbtes Gestein. A. Schwager (Geogn. Jahresh. VII. S. 73) hat es analysiert und v. Gümbel hat ebenda die Vermutung ausgesprochen, dass wegen des „benachbarten Auftretens von mächtigen Grenzmelaphyrmassen

*) Schuster, M., Mikroskopische Untersuchung von Tonsteinen und verwandten Gesteinen aus dem Rotliegenden der nordöstlichen Rheinpfalz. Geognostische Jahreshefte 1913, XXVI, S. 168—186.

in diesem Gestein eine Kontaktmetamorphose von Schieferton vorliegt". Eine Gewinnung findet jetzt nicht mehr statt.

Basalt.

Von jüngeren, dem Tertiär angehörenden Eruptivgesteinen haben wir das Auftauchen von Basalt bei Forst, etwa 7,5 km von dem äusseren Gebirgsfuss gegen die Rheinebene, auf einer nord-südlich verlaufenden Spalte inmitten von Buntsandstein- und Muschelkalkschollen zu verzeichnen. Dort treten auf beiden Seiten eines Tälchens stattliche, von einer tuffigen Randfacies umhüllte, in hohen Säulen ausgebildete Basaltfelsen zutage. Sie gehören zur Gruppe der Limburgite und Nephelinbasalte, deren „Grundmasse aus Glas mit mikrolithischen Augitnädelchen besteht, während grössere Augitkristalle, Olivinbutzen und Magneteisen darin eingestreut liegen". Aus der tuffigen bzw. stark zersetzten äusseren Masse lösen sich rundliche feste Kerne heraus. „Erst in grösserer Tiefe entfaltet das Gestein die volle Pracht schlanker, bis 40 m hoher Säulen, die halb radienförmig aus der Tiefe aufsteigen." (Abb. 4.) Ihre Anordnung ist „in hohem Masse regelmässig unter Bildung eines vorwiegend spitzen Winkels nach einer Mittellinie der Längs-

Abb. 4 Meilerförmige Anordnung von Basaltsäulen im Basaltsteinbruch bei Forst.

ausdehnung konvergierend. Vereinzelte Zonen mit Einschlüssen bewirken Aenderung in der säuligen Absonderung, ja verhindern sogar jede Absonderung, welche Partien offenbar wegen ihrer weniger grossen Gesteinsdichte leichter der Zersetzung anheimfallen".*)

Die ursprünglich einheitliche Basaltkuppe ist durch ein Erosionstal in zwei Teile zerlegt und in beiden durch Steinbrüche aufgeschlossen. Der nördliche, dessen Ausbeute zurzeit eingestellt ist, gehört dem bayerischen Staate, der südliche der Gemeinde Forst. Letzteren haben 1910 die „Pfälzischen Hartsteinwerke" (vgl. S. 334) gepachtet und seit 1911 mit neuzeitlichen Einrichtungen versehen.

Die Grösse des Bruches beträgt ungefähr 100 000 qm, die Arbeiterzahl etwa 80 bis 100, die Jahresproduktion 40 000 cbm.

*) Zuletzt haben O. M. Reis und M. Schuster das Forster Basaltvorkommen näher beschrieben im 43. und 44. Bericht d. Oberrhein. Geolog. Vereins für 1910 und 1911.

Das gewonnene Material wird zu Pflastersteinen, Strassen- und Bahnschotter, der Grus je nach Grösse zu Strassen- und Bauzwecken, der steinfreie Abraum der Randfacies (Basaltgrund) zur Melioration von Weinbergen verwendet. *)

III. Sedimentgesteine.

Kalkstein.

Allgemeines.

Auch die Kalksteinindustrie besitzt für die Pfalz eine nicht zu unterschätzende wirtschaftliche Bedeutung. Nach der Montanstatistik waren im Jahre 1911 im ganzen 63 grössere Betriebe vorhanden, die mit 209 Arbeitern 108 013 Tonnen im Werte von 155 484 Mk. förderten. Aber auch hier scheint in der letzten Zeit ein Rückgang sich bemerkbar zu machen, wie nachfolgende Statistik beweist:

1908:	63	Betriebe	130 047	Tonnen	220 655	Mk. Wert	238	Arbeiter
1909:	68	„	174 651	„	142 926	„ „	274	„
1910:	69	„	169 089	„	128 732	„ „	319	„
1911:	63	„	108 013	„	155 484	„ „	209	„

Wahrscheinlich beruht der ehemals lebhaftere Betrieb auf der früher allgemeineren Anwendung von gebranntem Kalk als Düngemittel in der Landwirtschaft, wo er jetzt immer mehr von den künstlichen Düngern verdrängt wird. Zahlreiche kleinere Betriebe sind deshalb wegen verminderter Nachfrage im Laufe der Jahre aufgelassen und viele Kalköfen ausser Betrieb gesetzt worden.

Entsprechend dem geologischen Aufbau verteilen sich die Kalkvorkommnisse auf folgende Formationen:

1. Süsswasserkalke des Permokarbons im Nordpfälzischen Bergland.
2. Muschelkalk auf der Südwestpfälzischen Hochfläche.
3. Tertiäre Kalke in der Rheinebene, am Ostabfall des Pfälzerwaldes und im Uebergangsgebiet zum Rheinhessischen Hügelland.

1. Kalke des Permokarbons.

In den Schichten des Permokarbons sind wiederholt Kalkablagerungen eingeschaltet. Bereits in den dem unteren Rotliegenden angehörenden unteren Kuseler Schichten finden wir in der Königsberger Stufe einen Kalksteinzug, welcher einen sicheren Anhalt zur Bestimmung von dessen stratigraphischen Stellung bietet; es sind das die sogenannten Werkkalkflöze. In der darüber folgenden, denselben Schichten angehörenden Altenglaner Stufe schliessen sich die kalkigen Gebilde zu festeren Zügen (sogen. Hauptkalkbänke) zusammen, welche sich weithin verfolgen lassen; ihre einzelnen Lagen können eine Mächtigkeit von 1 bis 2 m erreichen, so dass ein intensiver Abbau sich schon lohnt.

Diese Kalkablagerungen — besonders ihre sinterartigen Wachstumsformen — sind nach den Untersuchungen von O. M. Reis „als die Produkte kalkiger Niederschlagsmassen unter mehr oder minder starker Zuführung von tonigem Material aufzufassen. Die kalkigen Ausscheidungen erfolgten aus Quellwassern, die Kohlensäure und Karbonate enthielten und dürften

*) D. Häberle: Die Basaltindustrie bei Forst in der Rheinpfalz in geologischer Beziehung und wirtschaftlicher Bedeutung. 7 Abb. Der Steinbruch, VIII. Jahrg. 1913, Seite 446—449 und 464.

auf einem an fauligen Organismen reichen Grunde eines ausgedehnten Süsswasserbeckens bei nur schwach vorhandenen, feinste Tonteilchen ruhig zuführenden Strömungen entstanden sein".

Die einzelnen Kalkbänke weichen in ihrer Zusammensetzung und Schichtung wesentlich von einander ab; zwischen ihnen treten vielfach dickere und dünnere, durch schwache tonige Zwischenmittel getrennte, stärkere dolomitische und sphärosideritische, nur minderwertigen Kalk liefernde Lagen auf. Wenn auch die Farbe des Kalkes im allgemeinen grau erscheint, so unterscheiden die Kalkbrenner, z. B. bei Altenglan, wohl nach dem Verhalten des gebrannten Materials, in der Reihenfolge von oben nach unten einen weissen, dann einen blauen und schliesslich einen gelben Kalkstein. Ein Zentner (50 kg) gebrannter Kalk kostet ungefähr 65 Pfennig. Bei Wolfstein unterscheidet man einen unteren lichten „Trasskalk" und den darüber folgenden dunklen reinen Kalk, der grau bis schwärzlich ist. Die am dunkelsten gefärbten Schichten scheinen also das bessere Material zu liefern. Der Trasskalk, auch falscher oder Verputzkalk genannt, löscht sich in gebranntem Zustande mit Wasser nicht ab; er ist aber im gemahlenen Zustande brauchbar, lässt sich mit Sand vermischt zum Verputzen benutzen und soll ähnlich wie Zement Verwendung finden. Chemisch unterscheidet sich der Trasskalk von dem schwarzen Kalk nach den Untersuchungen von A. Schwager durch den höheren Kieselsäuregehalt.

Auch in der zu den oberen Kuseler Schichten gehörenden Odenbacher Stufe kommen in verschiedenen Horizonten Kalklager vor, die namentlich über dem hier eingeschalteten Steinkohlenflöz relativ stark entwickelt sind.

Nach den Erl. z. Bl. Kusel waren 1909 in der Pfalz 23 Betriebe von unterirdischen Brüchen auf Kalkstein des Unterrotliegenden vorhanden; vereinzelt erfolgt die Gewinnung auch durch Tagbaue und Schächte. Für die unteren Kuseler Schichten kommen folgende Gewinnungsorte in Betracht: Altenkirchen, Altenglan, Bosenbach, Börsborn, Etschberg, Friedelhausen, Hinzweiler, Krottelbach, Lauterecken, Oberweiler im Tal, Rammelsbach, Röckweilerhof, Rothselberg, Rutsweiler und Wolfstein. Die Kalklager der Odenbacher Stufe werden in Cronenberg und Ginsweiler abgebaut. In diesen Werken waren 1909 im ganzen 63 Arbeiter beschäftigt, die 5636 Tonnen im Werte von 56 918 Mk. produzierten; im Jahre 1911 waren 59 Arbeiter vorhanden. Einzelne Vorkommnisse werden auch von Obermoschel, Oberhausen a. N. u. a. O. erwähnt.

2. Muschelkalk.

Obwohl auch am Ostabfall des Pfälzerwaldes gegen die Rheinebene einzelne Kalksteinschollen als Reste der alten Muschelkalkdecke hie und da erhalten geblieben sind, besitzt doch nur die Muschelkalkverbreitung der Westpfalz, insbesondere die der Bliesgegend, eine grössere wirtschaftliche Bedeutung. Dort befinden sich zurzeit im Bezirksamt Zweibrücken 3 Kalksteinbrüche und 6 Kalkwerke mit 9 bzw. 21 Arbeitern, im Bezirksamt St. Ingbert dagegen 38 Brüche und 9 Werke mit 261 bzw. 190 Arbeitern.

Von den einzelnen Abteilungen des Muschelkalkes kommen nach den Erl. z. Bl. Zweibrücken folgende hier in Betracht. Aus der oberen Abteilung des Unteren Muschelkalkes werden die Plattenkalke und die ihnen eingeschalteten Dolomitbänke weit und breit zur Kalkgewinnung gebrannt, die Dolomite lokal auch als Bausteine gebrochen. Grössere Brüche sind auf der Bubenhauser Höhe, bei Heckendalheim, Seelbach, Biesingen, Ommersheim, Eschringen, Peppenkum, Dellfeld, Nünschweiler, Rimschweiler, Ehlingen, Herbitzheim, Breitfurt, Bollweiler-Biesingen usw. in Betrieb.

In dem darüber folgenden Mittleren Muschelkalk kommt an zahlreichen Stellen Gips in Linsen, Bändern und Schnüren von 10 bis 15 cm Höhe vor. An einzelnen Stellen bildet er mächtige, 5 bis 9 m dicke Stöcke, die sich jedoch rasch auskeilen. Er ist durchweg sehr unrein, von Mergelflasern durchadert und meist körnig, oft auch fasrig ausgebildet. Früher wurde Gips bei Ormesheim, Biesingen, Herbitzheim, Altheim, Breitfurt, Walsheim abgebaut und in den Gipsmühlen zu Mimbach (als erste 1765 erbaut) und Lautzkirchen verarbeitet. Jetzt ist der Betrieb allenthalben als nicht mehr rentabel eingestellt.

Technisch am wichtigsten sind die dem Oberen Muschelkalk angehörenden klotzig geschichteten Trochitenkalke und die darüber folgenden dünnplattigen Nodosenkalke; letztere werden an ihrer unteren Grenze an einzelnen Stellen zugleich mit dem Trochitenkalk im Abraum abgebaut und zu Pflaster- und Mauersteinen verwendet. Die Verwertung der Trochitenkalke als Bausteine ist von etwas geringerer Bedeutung; ihre frühere starke Verwendung als Trottoir-, Treppenbelag- und Pflastersteine hat selbst in grösseren Städten dieser Gegend fast ganz aufgehört. Wichtiger ist ihre Verarbeitung zu Baukalk, zu Cement, ferner ihre Verwendung in ungebranntem Zustande als Zuschlagmaterial für den Hochofenbetrieb und zum Konverterfutter. So gehören die Brüche bei Herbitzheim dem Stummschen Werk in Neunkirchen; die tägliche Produktion ist etwa 4½ Waggons. Ein Syndikat betreibt die ausgedehnten Brüche bei Assweiler (Kalk- und Cementwerk Lautzkirchen), bei Wolfersweiler (Kalkwerk Blickweiler), bei Niedergailbach (Kalkwerk Gersheim). Ersteres Werk ist mit den Steinbrüchen durch eine 6,25 km lange Drahtseilbahn verbunden. Es setzt einschliesslich des Angebotes privater Kalkbrüche täglich etwa 8 Waggons Konverterfutter und 2 Waggons Baukalk ab. Die Montanstatistik für 1902 erwähnt für Blickweiler 23 210 Tonnen, Herbitzheim 22 235, Erfweiler-Ehlingen 31 530, Ommersheim 2956, Gersheim 8811, Ballweiler 5960, Wolfersheim 2500, Heckendalheim 654 Tonnen. Weitere Betriebe befinden sich bei Eschringen, Böckweiler usw. (Nach dem Erl. z. Bl. Zweibrücken S. 180 und 181.)

3. Kalke des Tertiärs.

Das Verbreitungsgebiet der tertiären Kalke ist S. 339 angegeben; zu ihnen gehören zunächst die Landschnecken- und Cerithienkalke, ferner die darüber folgenden Corbicula- und schliesslich die Hydrobien-(Litorinellen-)kalke.

Die sich strichweise vertretenden Landschnecken- und Cerithienkalke sind vorherrschend hellfarbig, gelblichweiss, oft auch dunkelfleckig, löcherig und setzen plumpe, undeutlich geschichtete Bänke zusammen. „Streifenweise dem Kalkmaterial beigemengte Sandkörner häufen sich zuweilen in der Art an, dass daraus ein kalkiger Sandstein hervorgeht.“ Am deutlichsten treten uns die Kalke an der kleinen Kalmit bei Ilbesheim entgegen, wo sie eine Mächtigkeit von 40 bis 50 m erreichen und in mehreren Steinbrüchen gut aufgeschlossen sind.

Die darüber folgenden Corbiculakalke sind meist fester und massiger ausgebildet und nur selten durch mergelige Zwischenlagen in Bänke abgeteilt. Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt im nördlichen Teil der Rheinebene von Grünstadt an abwärts.

Die fast nur aus Schneckenschalenresten zusammengesetzten Hydrobien- oder Litorinellenkalke finden wir hauptsächlich im nördlichen Teile der Rheinebene bei Göllheim, Bockenheim, Zell, aber auch im südlichen Teile, wo bei Büchelberg eine Kuppe inselartig aus dem Diluvium und Alluvium der Rheinebene aufragt. Hier erreicht der Kalk in dicken Bänken eine Mächtigkeit bis zu 90 m.

Diese tertiären Kalke werden in zahlreichen kleineren Steinbrüchen teils zur Kalkgewinnung, teils zu Bau-, Pflaster- und Randsteinen, teils auch zur Strassenbeschotterung ausgebeutet. Solche Brüche sind vorhanden in Büchelberg, Ilbesheim, Appenhofen, Frankweiler, Haardt, Königsbach, Kallstadt, Leistadt, Grossbockenheim, Kindenheim, Quirnheim, Asselheim, Göllheim, im Zellertal usw. Viele Steinbrüche und Kalkbrennereien sind im Laufe der Zeit aufgelassen worden. An grösseren Betrieben werden zurzeit im Bezirksamt Landau noch 4, im Bezirksamt Dürkheim nur noch einer aufgeführt.

Sandstein.

Allgemeines.

Am weitesten verbreitet und am besten entwickelt ist in der Pfalz die Sandsteinindustrie und die damit verbundene Steinhauerei. Ihre Blütezeit liegt aber zu Anfang dieses Jahrhunderts. Im Jahre 1905 wurden noch 319 490 Tonnen im Werte von 1 801 375 Mk. produziert. Seitdem ist sie, wie aus nachstehender Statistik ersichtlich, leider fast ständig im Rückgang begriffen.

1908	265	Betriebe	262 929	Tonnen	1 508 017	Mk.	Wert	1819	Arbeiter
1909	277	„	239 933	„	1 483 519	„	„	1808	„
1910	291	„	228 336	„	1 319 398	„	„	1680	„
1911	271	„	287 810	„	1 523 204	„	„	1705	„

Wenn auch die Statistik des letzten Jahres eine Besserung erkennen lässt, so ist die Geschäftslage doch sehr gedrückt. Produktion und Absatz haben gegen früher eine bedeutende Verringerung erfahren und die Verkaufspreise sind durch übermässige Konkurrenz zurückgegangen. Diese unliebsame Erscheinung liegt jedoch nicht etwa am Material, sondern an der modernen Bauweise infolge zunehmender Verwendung von Kunststeinen und von steinmässig behandeltem und bearbeitetem Eisenbeton, sowie an der aus baukünstlerischen Erwägungen entspringenden Bevorzugung von verputzten Fassaden. Infolge dieser modernen Kunstrichtung verschlechtert sich auch die Geschäftslage der Steinbildhauerei von Jahr zu Jahr, zumal wegen hoher Zölle der Absatz ins Ausland, speziell nach der Schweiz, fast ganz nachgelassen hat.

Am meisten macht sich dieser Rückgang bei dem roten Buntsandstein bemerkbar, der immer mehr von dem weissen Material verdrängt wird. Auch die Hafen- und Brückenbauten, zu denen früher vielfach roter pfälzischer Buntsandstein verwendet wurde, werden jetzt meist in Beton ausgeführt. Dieser Niedergang bedeutet für diejenigen Landesteile, in denen die Beschäftigung in den Steinbrüchen oder Steinhauereien die Haupterwerbsquelle der Bevölkerung bildet und in denen eine andere ausreichende Verdienstgelegenheit nicht besteht, eine erhebliche wirtschaftliche Schädigung, und zahlreiche Arbeiter wurden gezwungen, sich anderen Erwerbszweigen zuzuwenden oder auswärts andere Arbeitsgelegenheit zu suchen.

Die pfälzische Steinindustrie unterscheidet rote und weisse Sandsteine und rechnet zu den ersteren die des roten Buntsandsteins, der namentlich im Pfälzerwald und auch noch in der Westpfalz seine grösste Verbreitung besitzt. und die roten Bänke des oberen Permokarbons (Lebacher Schichten) des Nordpfälzischen Berglandes. Als weisse Sandsteine werden in erster Linie die durch Entfärbung aus rotem Buntsandstein hervorgegangenen gelblichweissen Sandsteine am Ostabfall des Pfälzerwaldes bzw. in der Nähe von Verwerfungsspalten in der mittleren Pfalz (z. B.

bei Otterberg), dann aber auch der rötlich bis gelblich-graue Voltzien-Sandstein der Westpfalz und schliesslich die meist grünlich-grauen Sandsteine des Permokarbons bezeichnet. Daneben finden wir auch gelbliche und tiefbraune tertiäre Sandsteine am Ostabfall des Pfälzerwaldes bzw. in dem Terrassenland gegen die Rheinebene (Haardt). Sie alle liefern ein vorzügliches Baumaterial, das in zahlreichen Brüchen*) gewonnen wird.

Ueber die derzeitige Verbreitung und Arbeiterzahl der Sandsteinbrüche mag folgende nach Bezirksämtern geordnete Zusammenstellung**) der grösseren Betriebe Aufschluss geben.

Bergzabern . . .	32	Betriebe	133	Arbeiter	rotes und weisses Material
Dürkheim . . .	23	„	297	„	rotes und weisses Material
Frankenthal . . .	15	„	133	„	rotes und weisses Material
Homburg . . .	43	„	225	„	rotes Material
Kaiserslautern . .	78	„	595	„	rotes und weisses Material
Kirchheimbolanden	6	„	16	„	rotes und weisses Material
Kusel	26	„	295	„	rotes und weisses Material
Landau	22	„	65	„	rotes und weisses Material
Neustadt a. H. . .	34	„	242	„	rotes und weisses Material
Pirmasens . . .	26	„	229	„	rotes Material
Rockenhausen . .	54	„	465	„	rotes Material
St. Ingbert . . .	16	„	133	„	rotes und weisses Material
Zweibrücken . .	32	„	73	„	rotes und weisses Material
	407	Betriebe	2901	Arbeiter	

Dazu Steinhauereien:

Speyer	9	Betriebe	24	Arbeiter
Ludwigshafen . .	10	„	37	„
Im ganzen	426	Betriebe	2962	Arbeiter

1. Sandsteine des Permokarbons.

Das Verbreitungsgebiet der Sandsteine des Rotliegenden bzw. Permokarbons im weiteren Sinne ist das Nordpfälzische Bergland; ihre Farbe ist bald hellgrau, bald gelblich- bis grünlich-grau, bald rot, je nach den verschiedenen Stufen, in denen sie in Wechsellagerung mit Tonschiefern und durchsetzt von Eruptivgesteinen vorkommen. Fast durchgängig sind sie gut zu bearbeiten und als Werk- und Hausteine für die verschiedensten Zwecke verwendbar.

Schon in den dem Oberen Karbon angehörenden Ottweiler Schichten liefert die Potzberg-Stufe oder der Höcherbergsandstein rauhe, weissliche Bausandsteine, die in den Brüchen bei Höchen, Dunzweiler, Altenkirchen, Godelhausen, Theisbergstegen, Mühlbach, Friedelhausen, Föckelberg ausgebeutet werden; auch die mehr konglomeratisch ausgebildeten Bänke lassen sich noch als Baustein verwerten (Matzenbach, Altenglan, Bosenbach, Neunkirchen u. a. O.). Aus den darüber folgenden Ablagerungen des Unteren Rotliegenden kommen hier besonders die Kuseler Schichten in Betracht. „Wegen des groben Korns und des weniger festen Zusammenhaltens seiner Bestandteile ist der Sandstein der Unteren Kuseler Schichten für Ornamentalbauten nicht geeignet, doch wird er gelegentlich zu Mauer- und Bausteinen verwendet, so z. B. bei Horschbach, Rothselberg, Rossbach, Rehweiler usw.“

*) Ein Verzeichnis der wichtigsten Betriebe gibt Habermehl S. 531 u. 535.

**) Frd. Hummel: Industrie der Steine und Erden in der Pfalz. Pfälzische Heimatkunde 1912, S. 175—178.

Die den Oberen Kuseler Schichten angehörende Alsenzer Stufe dagegen, die hauptsächlich aus mächtigen geschlossenen Sandsteinbänken mit verhältnismässig wenigen, grausandigen oder -lettigen Schiefereinlagerungen besteht, liefern ein vielfach zu Hochbauten verwendetes, aber wegen öfters mangelnder Wetterbeständigkeit mehr zur Innenarchitektur taugliches, sehr geschätztes Baumaterial von hoher technischer Bedeutung. Die Sandsteine sind grau, grau-grünlich, gelblich und selbst rötlich, im grossen und ganzen feinkörnig und öfters reichlich glimmerhaltig.

Die Alsenzer Stufe dehnt sich von Hoof und Selchenbach im Westen beginnend weit über das Nordpfälzische Bergland aus und wird in zahlreichen Steinbrüchen abgebaut. Allein in der Gemeinde Lauterecken sind (nach den Erl. z. Bl. Kusel S. 112) drei grosse Steinbrüche vorhanden, die zusammen etwa 62 Arbeiter beschäftigen und im Jahre 1909 ungefähr 1500 Tonnen im Werte von 75 000 Mk. erzielten. (Abb. 5.) Material von dort fand Verwendung für Bauten in Aachen (Polizeigebäude), Berlin (Reichstagsgebäude), Elberfeld (Rathaus), Frankfurt a. M. (Postdirektionsgebäude), Hamburg (Dammtor), Kiel (Bahnhof), Nürnberg (Bahnhof), Wiesbaden (Bahnhof) usw. Ein anderer Steinbruch am Reuterrech bei Obereisenbach lieferte Material für Bauten in Mannheim, Mainz usw. Auch bei Rothselberg und Eulenbis sind grössere Steinbrüche vorhanden; andere sind im Alsenztal von Rockenhausen abwärts angelegt. Der grünlich-graue Sandstein von Bayerfeld hat z. B. für die Süd- und Nordvorhalle des Reichstagsgebäudes in Berlin Verwendung gefunden und ist auch beim Aufbau der „Geologischen Wand" im Humboldthain berücksichtigt worden.

Abb. 5 Steinbruch (mit deutlicher Verwerfung) in den Alsenzer Schichten bei Lauterecken. (Aus den Erläuterungen zu Blatt Kusel).

Auch die über den Kuseler Schichten folgenden, aber immer noch dem Unterrotliegenden angehörenden Lebacher Schichten liefern ein wertvolles Baumaterial. In den hellgrauen oder gelblich-grauen Bänken der unteren Lebacher Schichten werden feinkörnige Sandsteine bei Obersulzbach gewonnen, die für grosse Bauten in Dortmund, Düsseldorf, Essen, Köln und München Verwendung gefunden haben. Die darüber lagernden oberen Lebacher Schichten sind im allgemeinen durch ihre rote oder rötliche Färbung gekennzeichnet, führen aber auch graue Bänke. Sie werden in die Schweisweiler und die darüber folgende Olsbrücker Stufe gegliedert, wodurch auch gleich die beiden Hauptgewinnungsplätze der tieferen Schweisweiler Stufe angedeutet werden. In den Brüchen von Schweisweiler im Alsenztal können Steine bis zu 2 bis 3 cbm Grösse gewonnen werden. Aus ihnen stammt das Material zu Bauten in Mainz (Rheintor) auf der Westerwaldbahn usw. Die Schweisweiler Stufe ist durch mehrere Steinbrüche auch im Lautertal gut erschlossen, wo namentlich die Brüche bei Olsbrücken (Firma Grün & Bilfinger A.-G. Mannheim) einen in mächtigen Quadern ausgebildeten, ziemlich feinkörnigen Sandstein von ansprechender graurötlicher Färbung liefern. Von Olsbrücken und dem benachbarten Kaulbach stammt u. a. das Material für Bauten in Mainz und Köln (Rheinbrücke), Wiesbaden, Karlsruhe (Bahnhof), Kaiserslautern (Apostelkirche). Auch die

weiter nördlich gelegenen Steinbrüche bei Hochstätten, Oberhausen, Kriegsfeld, Marienthal u. a. O. gehören den oberen Lebacher Schichten an und liefern mit ihrem weisslichen, grobkörnigen Sandstein ein gutes Baumaterial; beim Schneeberger Hof werden auch Mühlsteine daraus hergestellt.

Auch noch ein anderes in technischer Beziehung interessantes Vorkommnis soll hier nicht vergessen werden. In den tieferen Lagern der Odenbacher Schichten treten harte sandige Schiefer mit ganz dichtem Gefüge auf, die als Wetzschiefer verwendet werden können. So haben wir z. B. bei Saal im Ostertal einen bräunlich-grauen Wetzschiefer, der mikroskopisch als ein sehr feinkörniger Sandstein mit tonigem, Rutilnädelchen enthaltendem Bindemittel und mit Kalk und viel feinsten Glimmerschüppchen durchsetzt erscheint; gegen andere Wetzschiefer unterscheidet er sich durch beträchtlich höheren Kieselsäuregehalt. Aehnliches Material von gelblich-grauer Farbe kommt auch noch an anderen Stellen vor, so z. B. in den obersten Lagen der Hoofer Stufe bei Frankelbach. Auch in der Alsenzer Stufe am Entenrech bei Obereisenbach zeigt sich ein Sandsteinschiefer im Kontakt mit Kuselit von besonderer Härte, weshalb schon versucht wurde, das Material als Wetzsteinschiefer zu benützen; dasselbe wird auch für ähnliche Vorkommnisse im Tonschiefer von Schweisweiler berichtet.

2. Buntsandstein.

Das Hauptverbreitungsgebiet des etwa 500 m mächtigen Buntsandsteins, auf dessen besondere Charakterisierung hier wohl verzichtet werden darf, ist der Pfälzerwald; aber auch der bis in die Zweibrücker Gegend noch zutage tretende Sockel der Muschelkalkverbreitung auf der Südwestpfälzischen Hochfläche und einzelne Striche nördlich und westlich der Moorniederung gehören noch diesen Formationen an. In allen seinen Abteilungen liefert er ein ausgezeichnetes, wetterbeständiges Material, das in zahlreichen Steinbrüchen als Werk- und Hausteine ausgebeutet wird und für das sonst an Bodenschätze arme Gebiet eine hohe wirtschaftliche Bedeutung besitzt. Hierfür ist jedoch Voraussetzung, dass die Gewinnungsstellen in der Nähe von grösseren Plätzen oder von Verkehrswegen liegen, um einen rentablen Absatz zu ermöglichen. Durch zahlreiche Verwerfungsplatten und weitgehende Zerklüftung wird der Abbau, der in grösseren Brüchen meist in Terrassen erfolgt, wesentlich erleichtert. (Abb. 6.)

Abb. 6 Klüftung des Hauptbuntsandsteins bei Landstuhl. (A. Leppla phot.)

In dem etwa 60 bis 70 m mächtigen Unteren Buntsandstein finden wir den feinkörnigen und leicht zu bearbeitenden, wetterbeständigen Annweiler und Leisbühler Bausandstein, der bei Bobenthal, Bergzabern, Bundenthal, Bruchweiler, Annweiler, Ramberg, Eusserthal u. a. O. gewonnen wird. In der Gegend von Kaiserslautern treten darin auch Sandeisensteine und mit Braun- und Roteisen verkittete Gerölle (Staufer Konglomerat) auf, die früher als Pflastersteine („Buchwacken") Verwendung fanden und auch jetzt noch zerkleinert als Strassenbeschotterungsmaterial benützt werden. Demselben Zweck dienen, wie hier vorwegnehmend bemerkt werden soll, auch die auf den Höhen des

Pfälzerwaldes vorkommenden aufgelockerten Lagen des Hauptkonglomerats und die geröllreichen Schichten auf der Grenze der Rotliegenden gegen den Buntsandstein in der Mittelpfalz.

Aus dem Mittleren oder Hauptbuntsandstein (300 bis 350 m) ist die Trifelsregion besonders zu nennen, da deren ausserordentlich wetterbeständiges, in zahlreichen Türmen, Zinnen und Graten mit grotesken Verwitterungsformen uns entgegentretendes Material vortreffliche Bausteine liefert; hier hat die Natur geradezu selbst eine Auslese gehalten. In der Trifelsregion liegen die grossen Steinbrüche bei Kaiserslautern (z. B. K. Kröckel, Chr. Hocke), bei Alsenborn, Enkenbach, Weidenthal (Gbdr. Haab), Hardenburg, Lambrecht, Hinterweidenthal, alles Namen, die in der Steinindustrie weit über die Pfalz hinaus einen guten Klang haben. Mehr den lokalen Bedarf decken die im östlichen Teile des Nordpfälzischen Berglandes noch vorkommenden Buntsandsteinbrüche westlich von Kaiserslautern bei Weilerbach, Ramstein, Miesau, Schönenberg, Waldmohr, St. Ingbert u. a. O.

Von geringerer Bedeutung wegen ihrer ungünstigen Verkehrslage sind die Steinbrüche in der Rehberg- und Trippstadtstufe, z. B. bei Gleisweiler, Münchweiler, Merzalben, Waldleiningen, obwohl auch sie noch ein ganz gutes Material liefern. Im Westen jedoch an der Landstufe der Sickingerhöhe gegen die Westpfälzische Moorniederung treten sie mehr in den Vordergrund. Hier finden wir mehrere grössere Betriebe, so bei Martinshöhe, welche Hausteine nach Wiesbaden, Frankfurt a. M., Köln usw. lieferten, ferner bei Bruchmühlbach, Vogelbach, Kirrberg, Schwarzenbach. Nach der Montanstatistik von 1902 lieferten 8 Steinbrüche bei Landstuhl 25 610 Tonnen, 3 Brüche bei Homburg (Kirrberg) 4428 Tonnen. Besonders zu erwähnen ist Schopp, da der dort vorkommende Sandstein wegen seiner ausserordentlichen Härte als Schleifstein sehr geeignet ist. Manche Industriezweige, wie die Achatschleiferei des Fürstentums Birkenfeld sind direkt auf diesen Stein angewiesen. Das Absatzgebiet der Schleifsteine ist sehr gross und erstreckt sich auf alle Industriegebiete, ja über die ganze Erde.

Leider ist der rote Buntsandstein augenblicklich etwas aus der Mode gekommen (vgl. S. 342) und wird mehr und mehr von dem weissen Steinmaterial verdrängt; infolgedessen mussten zahlreiche, roten Sandstein abbauende Brüche ihren Betrieb ganz bedeutend einschränken oder gar ganz einstellen.

Der Obere Buntsandstein (50 bis 80 m) kommt nur im Nordosten und Südwesten der Pfalz in grösserer Verbreitung vor. Am Eistalrand wird der feinkörnige, plattenförmige rote Sandstein namentlich bei Ebertsheim gewonnen, während im Südwesten der rötlich bis gelblich-graue glimmerführende Voltziensandstein ein ganz ausgezeichnetes Material liefert. Hier ist namentlich die Gegend von Zweibrücken-Bubenhausen der Mittelpunkt einer ausgedehnten Steinindustrie *). Ihre Erzeugnisse finden hauptsächlich als Zierbausteine, zum Teil als Grabsteine (weisse Abart), zum Teil zu Futtertrögen, weniger als Mauersteine Verwendung. Weitere grössere Betriebe befinden sich bei Pirmasens, Donsieders, Ommersheim, Wattweiler, Blieskastel u. a. O.

Am Rande des Pfälzerwaldes gegen die Rheinebene (an der Haardt) treten in den verschiedenen Stufen angehörenden ausgebleichten Buntsandsteinschichten vielfach Bänke von festerem Sandstein auf, die in den Steinbrüchen bei Bergzabern, Klingenmünster, Frankweiler, St. Martin, Hambach, Neustadt, Haardt — daher auch Haardter Sandstein genannt —, Gimmeldingen, Königsbach, Deidesheim, Dürkheim u. a. O. gewonnen werden und

* Vgl. H. Frick, Die Bubenhauser Steinbrüche. Pfälzische Heimatkunde 1911, S. 103.

jetzt unter der veränderten Geschmacksrichtung vielfach Verwendung finden. Der Zug dieser Schichten macht sich durch die hellen Schutthalden der Steinbrüche schon von weitem bemerkbar. Auch im Innern der Pfalz kommt im Anschluss an grosse Verwerfungen ausgebleichter Buntsandstein vor, z. B. bei Otterberg, wo ein grosser Steinbruch der Firma Chr. Hocke deutlich die Rutschflächen zeigt. Das dort gewonnene Material liefert vortreffliches Material für Tief- und Hochbauten.

Sandsteine des Tertiärs.

Von diesen können wir zwei Gruppen unterscheiden, gelblich-weisse, die zugleich mit den Cerithien und Landschneckenkalken vorkommen (vgl. S. 343) und braune, die aus durch Brauneisensubstanz verkitteten oligozänen Meeressanden bestehen und wegen ihrer Farbe den Namen Kapuzinersandstein erhalten haben. Von diesen beiden Varietäten hat nur der bei Battenberg und Neuleiningen vorkommende Kapuzinersandstein als Baumaterial einige Bedeutung; aus ihm wurden seinerzeit zahlreiche Bahngebäude in jener Gegend errichtet.

Wir sehen aus vorstehenden Ausführungen, dass in der Pfalz ein den verschiedensten Anforderungen entsprechendes Baumaterial vorhanden ist.

Literaturverzeichnis.

Blatt Speyer (Nr. XVIII) der geognostischen Karte des Königreichs Bayern. 1 : 100 000. Mit Erläuterungen. Nach den Aufnahmearbeiten von L. v. Ammon, A. Leppla, H. Thürach, O. M. Reis und F. Pfaff ausgearbeitet von C. W. v. Gümbel. Cassel, Fischer 1897.

Blatt Zweibrücken (Nr. XIX) wie vor. Mit Erläuterungen. Unter Mitwirkung von O. M. Reis ausgearbeitet von L. v. Ammon. Ausserdem waren an den Aufnahmen beteiligt: L. v. Ammon, A. Leppla, F. Pfaff und O. M. Reis. München, Piloty & Loehle 1903.

Blatt Kusel (Nr. XX) wie vor. Mit Erläuterungen. Unter Mitwirkung von O. M. Reis, M. Schuster und W. Koehne ausgearbeitet von L. v. Ammon. Ebenda 1910.

Blatt Donnersberg (Nr. XXI). Ist im Erscheinen begriffen und konnte leider noch nicht benutzt werden.

Frey, Michael, Versuch einer geographisch-historisch-statistischen Beschreibung des Rheinkreises. 4 Bde. Speyer 1836-37.

Gümbel, C. W. v., Geologie von Bayern, 2 Bde. Cassel, Fischer 1884—1894. In Bd. II S. 889—1064: Die Rheinpfalz.

Habermehl, E., Die nutzbaren Steinvorkommen und die Steinindustrie der bayerischen Rheinpfalz. Der Steinbruch, 1912, S. 523—535.

Häberle, D., Die natürlichen Landschaften der Rheinpfalz. Kaiserslautern, Kayser 1913.

Geognostische Jahreshefte, München.

Jahresberichte der Pfälzischen Handels- und Gewerbekammer. Ludwigshafen a. Rh.

Pfälzische Heimatkunde. Illustrierte Monatsschrift zur Förderung von Natur- und Landeskunde in der Rheinpfalz. Kaiserslautern.

Produktion der bayerischen Bergwerks-, Hütten- und Salinenbetriebe im Jahre 1911. Zeitschrift des Kgl. Bayerischen Statistischen Landesamtes, 1912, Heft 4, S. 531—538.

Leppla, A., Die mineralogische und geologische Literatur der Pfalz seit 1820. XL. Jahresbericht der Pollichia 1884.

Häberle, D., Pfälzische Bibliographie. I. Die geologische Literatur der Rheinpfalz vor 1820 und nach 1880 bis 1907. Mitt. d. Pollichia Nr. 23. Heidelberg 1908.

— — II. Die landeskundliche Literatur der Rheinpfalz. Ebenda Nr. 24. Heidelberg 1909.

— — III. Die ortskundliche Literatur der Rheinpfalz. Ebenda Nr. 25. Heidelberg 1910.

Die Spezialliteratur ist im Text an den entsprechenden Stellen angegeben.

Baden.

Von Dr. C. Schnarrenberger.

In seiner geognostischen Skizze von Baden sagt Leonhard, dass kein deutsches Land im Verhältnis zu seiner Ausdehnung eine solche Mannigfaltigkeit von Felsarten besitzt, wie dieses Grossherzogtum. Die Massen und Qualitäten wären aber für eine volkswirtschaftliche Nutzbarmachung belanglos, wenn die industriellen und Transportverhältnisse dieselben nicht lohnend gestalten würden. Erst seit dem wirtschaftlichen Aufschwung des deutschen Reiches am Ende des vergangenen Jahrhunderts hat sich auch die badische Industrie immer mehr entfaltet, und nicht zuletzt die Industrie der Steine und Erden. Während noch im Jahre 1849 in Badens gesamter Industrie ungefähr 15 000 Arbeiter beschäftigt waren in 335 Fabriken, ist heute dieselbe Zahl allein auf den oben genannten Betrieben aufgenommen*), allerdings einschliesslich der in der Glas- und Zementindustrie beschäftigten Personen (Waldhof bei Mannheim und Leimen bei Heidelberg usw.). Während der Grossbetrieb bei der Zement- und Glasindustrie überwiegt, die Tonindustrie hier eine vermittelnde Stellung einnimmt, herrscht in der eigentlichen Steinindustrie der Mittel- und Kleinbetrieb also mit 5 bis 50 Arbeitern vor. Nur einige wenige sind grösser. Die grösseren Betriebe sind stetig mit den neuesten Produktionsverbesserungen mitgegangen, benutzen also in ausgedehntem Masse Motorkraft (Wasser, Dampf und Elektrizität); die kleinen Brüche und Steinmetzgeschäfte dagegen konnten sich bis jetzt dieser Hilfsmittel meist entraten, selbst Sprengbohrlöcher werden da meist mit der Hand geschlagen.

Von grossem Einfluss auf die Absatzverhältnisse von Steinen und Erden mit ihrem grossen Eigengewicht und verhältnismässig niederen Wert besonders in nicht bearbeitetem Zustand, sind die Transportverhältnisse. Die stetige Entwickelung des Eisenbahnnetzes über das ganze Land und vor allem auch nach Steinbruchgegenden hat auf die Industrie besonders belebend gewirkt. Dazu kommt noch die im Jahre 1901 erfolgte Gewährung des Rohstofftarifs, während bis dahin Schotter wie Kohle und Eisen behandelt wurden. An schiffbaren Flüssen und Strömen kommen der Rhein, der Neckar und Main in Betracht. Bei gutem Wasserstand wird wohl auch hier und da mal Dammbaumaterial auf den grösseren Schwarzwaldflüssen, der Wutach, Kinzig und Murg gelegentlich geschifft, aber selbst der Rhein mit seiner riesigen Strömung bietet für diese Arbeiten grosse Gefahren und manches Steinschiff ist schon zwischen Basel und Breisach zerschellt. Eigentliche Wasserstrassen für Steintransport sind Neckar und Main mit ihrer ruhigen Strömung und ihrem tiefen Wasser. So geht Mainsandstein durch ganz Westdeutschland, Neckartaler Schleifsteine hauptsächlich nach Westfalen.

Die Absatzgebiete sind in diesem Aufsatz im petrographischen Teil bei der Bewertung der Materialien angegeben.

Nach dem statistischen Jahrbuch für das Grossherzogtum Baden, Bd. 38, 1911, betrug am 12. Juni 1907 die Zahl der Steinbrüche („ausgenommen Marmor-, Schiefer- und Kalkbrüche") 395, die der Kalkbrüche 81; in ihnen waren 3809 bzw. 683 Personen beschäftigt.

---

*) Nach Rahlson.

Allgemeine geographisch-geologische Einleitung.

Das Grossherzogtum Baden wird auf einer geologischen Uebersichtskarte*), etwa der vorzüglichen Regelmannschen, durch eine haarscharfe Linie in zwei Abschnitte geteilt, in das Rheintal und das Bergland östlich davon. An die grösstenteils tischebene, schwach in der Richtung des Stromes geneigte, aus Kiesaufschüttungen mit schwachen Lehmdecken bestehende Rheinebene schliesst sich nach Osten ein Berg- und Hügelland von mittleren Höhen an, wesentlich aus mesozoischen Gesteinen mit diluvialer Lössbedeckung bestehend, die sogenannte Vorbergzone. Von Basel bis Offenburg ist dieser Streifen breit. Seine grösste Ausdehnung besitzt er zwischen Freiburg und Offenburg. Der Kaiserstuhl mit seinem mesozoischen Sockel gehört als westlichster Eckpfeiler dieser Zone an. Von Offenburg bis zur Landesgrenze nördlich Weinheim auf schmalste Streifen und Fetzen beschränkt, verschwinden die Vorberge stellenweise gänzlich, und die rheinischen Schotter treten hart an das Gebirge heran. Die Grenze zwischen den Vorbergen und dem dahinter sich erhebenden höheren Gebirge ist meist auch morphologisch scharf ausgeprägt. Geologisch ist sie ebenfalls eine scharfe Linie und fällt mit der sogenannten Rheintalverwerfung (im Süden Schwarzwaldverwerfung) zusammen. Diese trennt also die Vorbergzone von dem Schwarzwald, und wo die Vorbergzone fehlt, wie im nördlichen Schwarzwald, trennt sie die Rheinebene vom Gebirge.

Die Vorbergzone selbst ist durch einen Zug von Verwerfungsspalten von geringerer Sprunghöhe, aber nicht minderer Bedeutung, von der Kiesebene getrennt. Es ist fraglich, ob dieses System mit der Hauptlinie in den Gebieten, wo das Vorgebirge fehlt, zusammenfällt. Das Hauptgebirge gliedert sich in drei Teile von sehr ungleicher Ausdehnung und geologischer Bedeutung. Von Basel und dem Bodensee bis zum Pfinztal bei Karlsruhe ist es der Schwarzwald mit seiner östlichen Abdachung, der Baar, dem Hegau mit seinen Vulkanen und dem Molasseland am Bodensee. Daran schliesst sich der Kraichgau mit seiner nordöstlichen Fortsetzung über den Neckar hinüber, dem Bauland bis an die Tauber. Der nördlichste Teil endlich gehört der Südabdachung des Odenwalds an, den man verschieden begrenzen mag, der aber mit dem Verschwinden des Buntsandsteins unter der jüngeren Trias des Kraichgaues jedenfalls sein südliches Ende erreicht in der Linie Leimen, Mauer, Mosbach. Trotz des allmählichen morphologischen und geologischen Uebergangs der nördlichen Abdachung des Schwarzwaldes in den Kraichgau und von diesem in den Odenwald sind die Grenzen doch recht gut auch für ein nicht geschultes Auge zu erkennen. Schwarzwald und Odenwald tragen auf ihren Buntsandsteinrücken Wälder, der aus Muschelkalk und Keuper mit einer dicken Löss- und Lehmdecke bestehende Kraichgau vorzüglich bestellte Felder.

In dieser morphologischen Betrachtung ist das Juragebiet bei Langenbrücken ein Teil des Kraichgaues; geologisch wird man es vielleicht zur Vorbergszone rechnen müssen. Die Hauptflüsse, die vom Gebirge dem Rhein zu eilen, teilen die grösseren Abschnitte. Völkisch teilt die Oos das ganze Land in Unterbaden und Oberbaden, in das Land der Franken und das der Allemannen. Die Murg trennt den nördlichen Schwarzwald vom mittleren, der bis zur Dreisam reicht. Vom Odenwald wird der südliche Teil durch den Neckar abgetrennt.

Am geologischen und dem uns hier besonders interessierenden petrographischen Aufbau nehmen mit Ausnahme der Kreide Gesteine aller Haupt-

*) Geologische Uebersichtskarte von Württemberg u. Baden, dem Elsass, der Pfalz und den weiterhin angrenzenden Gebieten. Maßstab 1 : 600 000. VIII. Auflage 1911.

formationen der Erdrinde teil, im zentralen Schwarzwald und Odenwald alte Schiefer, Granite und Porphyre, im übrigen Gebirgsteil die ganze germanische Trias, die Juraformation bis in ihre jüngsten Glieder und alle Abteilungen des Tertiärs. Alle Formationen liefern ihren Anteil zu der badischen Steinindustrie, in ganz hervorragendem Masse das Grundgebirge des Schwarzwaldes und die Trias.

I. Kristalline Schiefer und Gneise.

Die tiefsten uns zugänglichen Teile des Grundgebirges bestehen aus Gneisen, d. s. Schiefergesteine mit dem sonst den Graniten eigenen mineralogischen Aufbau aus Glimmer, Feldspat und Quarz. Dabei kann der Glimmer ganz oder teilweise fehlen, dann redet man von granulitischen Gneisen; oder der Feldspat tritt sehr zurück, dann nennt man die Gneise glimmerschieferähnlich, bei dichtem Korn cornubianitisch, bei starkem Ueberwiegen des Quarzes quarzitisch.

Als zusammenhängende Masse erstreckt sich das Gneisgebiet von der Rench bei Oppenau bis an den Klemmbach bei Müllheim. Hier tritt eine völlige Unterbrechung ein durch den Kulmzug von Badenweiler bis Lenzkirch. Daran schliesst sich dann das Gneisareal der südlichen Abdachung des Schwarzwaldes, das bei Laufenburg noch den Rhein überschreitet.

Eine kleinere isolierte Gneisscholle liegt zwischen Acher und Rench.

Ausser den oben angeführten Gneisvarietäten, deren Unterschiede mehr im Korn und Mineralbestand liegen, unterscheidet die Wissenschaft drei grosse Gruppen unter den Schwarzwälder Gneisen, die sich auch bei der praktischen Bewertung als durchgreifend erweisen, und die nach dem Namen dreier Hauptflüsse des Gebirges genannt sind, Renchgneise, Schapbachgneise und Kinzigitgneise. Den Rench- und Kinzigitgneisen schreibt man sedimentären Ursprung zu und denkt sie aus alten Tonschiefern und Grauwacken entstanden, die Schapbachgneise sind eruptiven Ursprungs, also veränderte alte Granite oder Diorite. Sedimentgneise heissen auch Paragneise, eruptive, Orthogneise. Der Kinzigitgneis tritt durch seinen auffallenden Gehalt an grossen roten Granaten und vielem Glimmer hervor. Er findet sich hauptsächlich in der Nähe der jüngeren Granite. Stellenweise ist er aus Renchgneis durch den granitischen Kontakt entstanden.

Rench- und Kinzigitgneis sind das minderwertigste Material des Grundgebirges. Die Schiefertextur ist meist vollendet ausgebildet. Die Gesteine spalten nach den Glimmerlagen leicht, blättern auf und zerfallen in anscheinend tadellos frischen Stücken nach wenigen Jahren selbst in trockener Luft. Es muss von jeder ernsthaften Verwendung als Baustein oder Schotter ganz entschieden abgeraten werden. Eine Ausnahme machen nur die granulitischen, weisslichen und die schwarzen bis bläulich-schwarzen quarzitischen Varietäten. Deren Ausdehnung ist aber überall gering, die Verwendungsmöglichkeit also nur lokal.

Wesentlich andere Eigenschaften besitzen die massiger textuierten Schapbachgneise. Im Kinzig- und Elztal werden grosse Brüche in Orthogneisen betrieben.

Die Brüche zwischen Steinach und Haslach (Artenberg) direkt neben der Schwarzwaldbahn liefern für grosse Teile der Hauptstrecke von Basel bis Offenburg zurzeit den Gleisschotter. In hausgrossen Blöcken lässt sich das Material herausbrechen und ähnelt mit dieser Eigenschaft seinem nächsten Verwandten, dem Granit. Das Kinzigtäler Gestein wird gern zu Flussbauten verwendet und hat beim Bau der Strassburger Festungswerke Verwendung gefunden. Das Material der Elztäler Brüche ist auf der ganzen Strecke der dortigen Talbahn zu Unter- und Ueberführungsbauten verwendet worden.

Oberwinden und Bleibach (Stollen) liefern auch gutes Strassenmaterial. Die Farbe aller Schapbachgneise ist grau bis blaugrau, das Korn mittel, die Druckfestigkeit von gutem, frischem Material 1000 bis 1200 kg/qcm. Quarzitische Varietäten gibt es unter den Schapbachgneisen nicht, die granulitischen führen meist stecknadelkopfgrosse rote Granaten und sind von untergeordneter Bedeutung. Sie sind aber ein recht begehrtes Material in Gneisgebieten und am ehesten mit den später zu nennenden Ganggraniten zu vergleichen. Im hinteren Wolfachtal sind mehrere derartige Brüche, auch in den tief eingeschnittenen Seitentälern der Wutach, im Merabachtal und Steinatal sind granulitische Schapbachgneise häufig. Ausser den Steinbrüchen im Kinzig- und Elztal wird aber die Gneisformation kaum je eine grosse Bedeutung für die Steinindustrie erlangen; daran ist wesentlich die stark ausgeprägte schiefrige Textur schuld.

Als Anhang möge hier die kulmische Schieferzone Erwähnung finden, die von Badenweiler über Lenzkirch bis Neustadt zieht. Sie besteht hauptsächlich aus Grauwacken, Tonschiefern und Konglomeraten. Das ganze Gebirge ist sehr stark zerklüftet, und ausser lokaler Verwendung ist nur ein grösserer Bruch bei Schönau in Betrieb, der Strassenschotter liefert. Konglomerate werden zurzeit in Schweighof oberhalb Badenweiler lebhaft gebrochen als Material für Rheinbauten.

Amphibolit.

Weit wertvoller und gesuchter als die Gneise selbst sind gewisse Einlagerungen in denselben, die Hornblenden oder Augit als bezeichnende Gemengteile führen, die Amphibolite und Kalksilikatfelse. Von ganz geringer Bedeutung und lediglich mineralogischem Interesse sind im badischen Schwarzwald Granulite und Serpentine.

Die Amphibolite sind das gesuchteste Strassenbaumaterial im Gneisgebiet. Sie gehen häufig noch unter dem alten Namen „Diorit". Die blaugrauen bis grünlich-grauen Gesteine bestehen oft bis zur Alleinherrschaft aus verfilzten Hornblendesäulen und -Nadeln. Daneben spielen in den helleren und gesprenkelten, dioritartigen Varietäten Kalknatronfeldspate und andere Mineralien, vor allem Granat und Glimmer, eine Rolle. Meist wird auch durch diese Vergesellschaftung das Korn gröber und kann ganz grobkörnig werden mit zentimetergrossen plumpen Hornblendekristallen. Diese Abarten gehen unter der Bezeichnung „gabbroid". Im allgemeinen geht eine Vergrösserung des Kornes Hand in Hand mit geringerer Druckfestigkeit und leichterer Verwitterung. Starkes Hervortreten der roten, recht auffälligen Granaten leitet über zu den Granatamphiboliten, den Eklogiten. Das Kandelmassiv birgt hierher gehörige Gesteine.

Die Kalksilikatfelse sind im allgemeinen helle, grünlich-weisse bis grünlich-graue oder blaugraue Gesteine, die durch die Mineralkombination eines Kalkfeldspates und diopsidartigen Augites charakterisiert sind. Hornblende, Granat und Epidot treten gern bei. Es sind sehr feste, zähe, schwer verwitternde Gesteine, die man leicht an der weissen, papierdünnen Verwitterungsrinde auf den Klüften erkennt.

Amphibolite und Kalksilikatfelse finden sich als linsenförmige oder lagerartige Einlagerungen in den Gneisen; die Amphibolite in allen drei Gneisabarten, die Kalksilikatfelse nur in den Renchgneisen. Diese sind neben den Graphitoidlagern geradezu leitend für Sedimentgneise.

Beide Gesteine sind beinahe unverwitterbar, sie ragen also in der Form von „Gängen" oder Kuppen aus den vergrusten oder verlehmten Gneisen heraus und sind deshalb leicht aufzufinden. Mit ganz wenigen Ausnahmen ist jedoch die Ausdehnung der Massen gering, lohnt also meist nur einen lokalen Gelegenheitsbetrieb. Abgebaute Amphibolitmassen lassen ihr stockartiges

oder linsenförmiges Auftreten gut erkennen. Man darf sie als metamorphe Diabase (Gänge und Lager) auffassen, die durch die Gneisfaltung stellenweise auseinander gerissen und gequetscht sind. Meist ist in ihnen die gewöhnliche Klüftung aufs höchste gesteigert, so dass selten grössere Werkstücke gewonnen werden können, trotzdem sich manche Vorkommnisse recht wohl als Zierstein eignen würden.

Als Strassenmaterial steht der Amphibolit an erster Stelle und ist jedem Basalt oder Porphyr überlegen, vor allem durch bessere Bindung, die das Material seinem rauhen, faserigen Bruch verdankt.

Das Hartsteinwerk „Vulkan", Gebrüder Leferenz, zwischen Haslach und Mühlenbach ist das einzige grosse Schotterwerk im Land. Doch sind noch mehrere ausgedehnte Amphibolitvorkommen bekannt, die einen grösseren Betrieb rentieren könnten, so vor allem auch in der Nähe von Freiburg.

Die Kalksilikatfelse verlocken ebenfalls in der Regel nur zu kleinen Lokalbetrieben. Ihre Hauptheimat sind die Simonswälder Berge, der Kandel und die Gegend von Furtwangen und Neustadt.

Schürfversuche an einem der grössten Vorkommen, dem von den „Fehren" bei Neustadt, scheinen keine rechte Lust erweckt zu haben zur Gründung eines städtischen Werkes. Auch die Brüche im Bellenwald am Ausgang des Kinzigtales sind aufgegeben. Die Kalksilikatfelse sieht man als alte Kalk- oder Mergellager in den Schiefer- und Grauwackenmassen an, welche zu Renchgneisen geworden sind. Eigentliche Marmorlager im Renchgneis sind nur an wenigen Stellen (Zell am Harmersbach, Bellenwald) bekannt in Verbindung mit Kalksilikatfelsen und von minimalster Ausdehnung.

II. Granite und Porphyre.

Die Unterlage der Gneisformation bilden im Schwarzwald Granite, das sind körnige Massen der Mineralkombination Feldspat, Quarz und Glimmer. Wo natürliche oder künstliche Aufschlüsse den Zusammenhang der beiden Bildungen aufdecken, erweist sich der Granit als jüngeres Gestein. Er ist vielfach mit dem Gneis verzahnt oder trägt ihn als Decke. Beide Male hat der aus Schmelzfluss erstarrte Granit den Gneis deutlich verändert. Ein Teil der Kinzigitgneise hat von diesem Kontakt seinen eigenartigen Habitus erhalten. Ja im tiefsten und zugleich höchsten Schwarzwald, in der Feldberg- und Schauinslandgegend ist eine Einwirkung des glühend flüssigen Granitbades derart zu beobachten, dass abgesprengte Renchgneisbrocken und Schollen von granitischen Massen aufgeschmolzen und aufgelöst sind. wodurch eigenartige schlierige Mischgesteine resultieren, die oft weithin noch die beiden Komponenten erkennen und angeben lassen. Die Mischung und ihr Ausgleich kann so weit gehen, dass Massen entstehen, die von den typischen Schapbachgneisen des mittleren Schwarzwaldes kaum unterschieden werden können. Die Mischung vereinigt die guten und schlechten Eigenschaften der Komponenten. Die Technik wird sie den Schapbachgneisen an die Seite stellen müssen.

Im Gegensatz zu den Porphyren sind die Granite unter einem mächtigen Gneis- und Schiefermantel langsam erstarrt. Es sind Tiefengesteine, während die Porphyre, die denselben Mineralbestand und ähnliche Zusammensetzung besitzen und aus demselben Schmelzfluss stammen, die Schieferhülle durchbrochen haben, vielfach an die Oberfläche gekommen und ausgeflossen sind, als Ergussgesteine.

Während beim Granit die drei Bestandteile dicht nebeneinander liegen und als verschieden aussehende Körner oder Blättchen zu erkennen sind, liegen in den Porphyren die drei Mineralien Feldspat, Quarz und stellenweise

auch der Glimmer in einer sehr feinkörnigen bis dichten, gleichmässigen harten Masse = Grundmasse. Das Vorhandensein der Grundmasse oder Porphyrbasis ist wesentlich für die Porphyre; und da Porphyr und Granit beides geschätzte aber nach Verwendung ungleich anders zu bewertende Materialien darstellen, ist die Erkennung der Grundmasse für den Praktiker äusserst wichtig. Nicht zu verwechseln mit den Porphyren sind porphyrartige Granite, bei denen grössere, meist rötliche aber auch graue Feldspatkristalle aus dem gleichmässigen Korn der übrigen Gemengteile Kalknatronfeldspat, Quarz und Glimmer herausschauen. Eine Basis fehlt aber hier völlig.

In dem heute bis zu 1500 m hoch ragenden Schwarzwald mit seinen bis 1200 m tief eingeschnittenen Tälern ist verständlicherweise die Gneis- und Schieferdecke weithin abgetragen, ja schon in früheren Epochen der Erdgeschichte entfernt gewesen, so dass der Granit vielfach zutage kommt. Man kann im Schwarzwald fünf grosse Granitmassive unterscheiden, die alle auch im Gestein etwas verschieden sind und von Kennern leicht auseinander gehalten werden. Dazu kommt dann noch der Odenwaldgranit von Heidelberg und Weinheim. Im badischen Anteil am kristallinen Odenwald kommen auch Diorite vor (Schriesheim), die gelegentlich gewonnen werden, aber bedeutungslos sind gegenüber den ausgezeichneten hessischen Steinen.

Die eigentliche, grosse Granitindustrie ist im Nordschwarzwälder Massiv im Mittellauf der Murg und Acher zu Haus. Hier ist die Industrie alt. Später aufgekommen und vielversprechende Blüten zeigt der Betrieb im Blauen Massiv (Kandern, Malsburg) und im Schluchsee-Albtalgranit. Geringer, aber stellenweise ein prächtiges Material liefernd, sind die Betriebe im Gebiet des Triberger Granits und des Eisenbacher Granits zwischen Villingen und Neustadt.

Die Grossindustrie ist nämlich an den Steinbruchbetrieb gebunden und dieser verlangt ein gleichmässig abgesondertes Material mit geringer Zerklüftung und vor allem mit geringer Neigung zu rundlicher Absonderung, die zur Bildung der „Granitfindlinge" führt. Wo der Findling sich an der Oberfläche zeigt, ist vom Steinbruchbetrieb abzuraten, das zeigen alle Erfahrungen am Triberger Massiv, am Eisenbacher Granit und Schluchseegranit. Und mancher unternehmende Mann hat da schweres Lehrgeld bezahlt. Das Material der Findlinge ist gut, es ist ja selbst schon Auslese; und mancher Bau und manches Denkmal prunkt und wuchtet in den klaren grauen Farben von Triberg oder vom Schluchsee (Siegesdenkmal in Freiburg).

Aber den eigentlichen Grossbetrieb gestattet doch nur das Nordschwarzwälder Massiv. Hier ist die Gewinnung grösster Monolithe möglich, die den Vergleich mit den ausgezeichnetsten und bekanntesten Vorkommen (Assuan) gern aushalten. Die Druckfestigkeit schwankt etwas mit dem Korn, feinkörnige Granite zeigen bis 2600 kg/qcm, grobkörnige halten 1800 kg/qcm noch aus.

Die Firma J. Müller & E. Thiele, Granitwerke Seebach in Ottenhöfen, besitzt Brüche in Seebach, Neusatz und Kappelwindeck. Die grosse Druckfestigkeit und das feine Korn des weissgrauen Granits eignen ihn besonders zu Pflastersteinen. Die Jahresproduktion beläuft sich auf etwa 40 000 qm. Bei Sasbachwalden und Seebach werden grobkörnige Werksteine gewonnen (Hoftheater in Stuttgart, Bunsendenkmal in Heidelberg).

Aus den Granitbrüchen von Kappelrodeck stammt das Material für die grossen Rheinbrücken von Strassburg, Altbreisach und Neuenburg. Den ersten Granit hat die Gemeinde Kappelrodeck selbst gebrochen, jetzt entfaltet sich die Industrie immer mehr. Firmen sind Joseph Kohler, Jakob Huber, Jos. Froscoia, G. A. Burger.

Im Achertal ist die Firma C. Riederle (Bühl) ansässig. In den Brüchen zu Waldulm (Achertal), Raumünzach (Murgtal) wird ein bläulich-grauer und rötlicher Granit gewonnen. Die Jahresproduktion beläuft sich auf zirka 2000 cbm. Ausser zu Werkbauten (die neuen badischen Bahnhöfe, Brücken in Cöln, Düsseldorf, Ruhrort, Mülheim) ist der Stein vielfach an ersten Stellen zu Monumentalbauten (Elbtunnelportal Hamburg) und Denkmälern verwendet worden (Kaiser-Wilhelm-Denkmal Coblenz, Bismarckdenkmal in Hamburg). Hier wurden schon gewaltige Blöcke gewonnen, bis 7 m Länge und 5 m im Geviert.

Auch im Gebiet des Triberger Granits sind einige grössere Steinbrüche in Betrieb, im Schonacher Tal bei Schonach und Schönwald, im Simonswald (Griesbach) und von etwas grösserer Ausdehnung im hinteren Yacher Tal, einem Seitenstrang der Elz.

Der Triberger Granit zeigt aber fast durchweg typische „Wollsackverwitterung" und so klammert sich denn die Steinindustrie an die herumliegenden grossen Blöcke. Dasselbe ist im Gebiet des oberen Schluchsees der Fall. Da die Blöcke aber über eine bestimmte Grösse nicht hinausgehen und durch das Spalten nur ein geringer Teil des Blocks verwertbar ist, so ist die Verwendung hier auf bestimmte kleinere Werkstücke beschränkt, Treppenstufen, Werksteine, Grabdenkmäler. Die grobkörnigen grauen und rötlichen Steine wetteifern aber geschliffen mit den schwedischen.

Eine Ansatzstelle für eine neue Industrie hat das Blauenmassiv geboten. Im hinteren Kandertal bei Malsburg verarbeiten die Süddeutschen Granitwerke den grauen, feinkörnigen Granit hauptsächlich zu Pflastersteinen. Die Jahresproduktion beträgt zirka 1500 Eisenbahnwaggons.

Das Blauenmassiv erstreckt sich bis ins Wehratal und birgt noch manches gute Vorkommnis. Zurzeit ist jedoch für das Gebiet der kleinen Wiese (Tegernau, Wies) schwieriger Transportverhältnisse halber ein grösserer Betrieb unrentabel. Dasselbe gilt für die höheren Teile des Albtales Schwarza- und Schlüchttales.

Geringer Anwendung fähig scheinen die glimmerreichen Syenite zu sein, die stockartig in dem Gebiete zwischen Kinzig und Elz auftreten. Die Gesteinsfarbe ist dunkel-graugrün, der Glimmer tritt in scharf entwickelten grossen Kristallen auf. Einzelne grosse, recht widerstandsfähige Klippenzüge möchten schon einmal zu einem Versuch verlocken.

In innigem Zusammenhang mit den grobkörnigen Massivgraniten stehen feinere, meist rote, aber auch graue gang- und stockartige Abzweigungen, die Ganggranite der badischen geologischen Spezialkarten.

Manche Gebiete werden von den oft viele Kilometer langen, meist nur einige Meter breiten, häufig parallele und charakteristische Richtungen einhaltenden Gängen ganz durchsetzt; die Gneise in solchen Gegenden sind unter ihrem Einfluss verändert, oft kinzigitisch geworden, im südlichen und zentralen Schwarzwald oft lagenartig mit Granitsubstanz durchtränkt, injiziert.

Diese glimmerarmen, also nur aus Feldspat und Quarz bestehenden Gesteine (Aplite) bilden vermöge ihrer hohen Druckfestigkeit ein ausgezeichnetes Strassenmaterial. Die geringe Ausdehnung (Schmalheit) der Vorkommen verhindert eine industrielle Ausbeutung; die sehr weitgehende Zerstückelung durch Klüfte macht sie aber für den kleineren Materialbruch ganz besonders geeignet. Dunkle, schwarze und tiefbraune, schokoladefarbig verwitternde Ganggesteine, Minetten und Kersantite treten ähnlich und in denselben geologischen Gebieten auf, wie die Ganggranite. Ihre Aus-

dehnung ist aber noch bedeutend geringer. Nur der südliche Schwarzwald, vom Wehra- bis zum Wutachtal, birgt grössere Massen.

Granitporphyre — Granophyre.

Den Ganggraniten ähneln im Auftreten und Farbe sehr die Gangporphyre. Weniger zahlreich wie die ersteren, sind sie ebenfalls an die grösseren Granitmassive geknüpft und im allgemeinen schmale aber lange Gesteinskörper. Zu den roten und grauen Farben kommen stellenweise blaue und grünliche Varietäten. Herrscht die dichte und farbengebende Grundmasse vor, liegen also die Feldspat- und Quarzeinsprenglinge einzeln, spärlich und zerstreut in dem Teig, so redet man von Granophyren, rücken die zahlreichen Einsprenglinge aber dicht zusammen, so dass die Grundmasse für das ungeübte Auge oft zu fehlen scheint, so nennt man das Gestein Granitporphyr. Oft sind beide Ausbildungsformen im selben Gang vorhanden, die granophyrische meist als schmale Platte, Salband, an der scharfen Grenze gegen das „durchbrochene" Gestein, den Massivgranit oder Gneis. Aber auch sonst sind die Granitporphyre weiter verbreitet und bilden die mächtigeren Gänge. Granitporphyr und Granophyr sind ein gesuchtes Schottermaterial, besonders im Granitgebiet. Nur an wenigen Stellen hat sich auf den Gängen eine Industrie angesiedelt.

Im südlichen Schwarzwald, im Gebiet der Schlücht und Steina brechen kleinkörnige, rote Granitporphyre, die in vollendeter Weise alle Eigenschaften eines erstklassigen Pflastersteines vereinigen. So wird im Steinatal bei Krenkingen von Nikolaus Miener (Schaffhausen) ein grösseres Vorkommen abgebaut, das eine Druckfestigkeit von über 2400 kg/qcm am bossierten Würfel nachweist und eine ausserordentlich geringe Abnutzung ergeben hat. Die schwierig und mit ebenen, rechtwinklig aufeinander stehenden Flächen absplitternden Feldspäte erhalten den Kopf des Pflastersteines rauh, im Gegensatz zu manch anderem Pflasterstein, der rasch glatt gescheuert wird. Zu Bauzwecken oder als Schmuckstein eignen sich die Gangporphyre weniger, hauptsächlich wegen der mit der schmalen Gangform zusammenhängenden starken Zerklüftung. Ausserordentlich reich an Gangporphyren ist das Gebiet des Belchen (Münstertal). Diese ziehen über den Schauinsland hinüber bis ins Dreisamtal; haben aber bis jetzt ausser zur lokalen Schotter- und Pflastersteingewinnung kein grösseres Interesse erregt.

Quarzfreie Gangporphyre mit Kalknatronfeldspaten und Glimmer als Einsprenglingen und von dunklen Farben (Dioritporphyrite) treten in der Furtwanger Gegend und im Simonswald auf. Die Vorkommen sind durchweg gering.

Quarzporphyre, Quarzporphyrtuffe.

Während die eben besprochenen Gangporphyre zum grössten Teil innerhalb der Erdrinde, also innerhalb der Granitmassive oder der Gneisdecken erstarrten, sind andere porphyrische Massen an die Oberflächen gelangt, herausgequollen und haben sich als weite dicke Kuchen, Decken, ausgebreitet, meist mit annähernd horizontaler Unterlage. Bei einzelnen Vorkommen hat man die zugehörigen Schlote, aus denen das Material heraufgekommen ist, gefunden. Der ganze eruptive Vorgang fällt in die Zeit des Rotliegenden, also vor die Bildung des Buntsandsteins. Es sind in Baden zwei grosse getrennte Gebiete vorhanden, die Deckenporphyre liefern, der badische Anteil am Odenwald und der nördliche und mittlere Schwarzwald. Von Heidelberg an nordwärts bis zur hessischen Grenze bei Weinheim entlang der Bergstrasse blüht die grösste badische Schotterindustrie. Während der Wachenberg bei Weinheim als Ausfüllung eines Schlotes be-

trachtet wird, sind die Vorkommen nördlich von Heidelberg, bei Schriesheim und Dossenheim als Porphyrdecken aufzufassen*).

Die Schwarzwälder Porphyrdecken liegen zwischen Murg und Elz. Das staatliche Werk Vormberg bei Sinzheim baut verkieselte Breccien des Oberen Rotliegenden ab, die hauptsächlich aus Granit und Porphyrbrocken bestehen, also eine Art verkieselter Arkose darstellen. Die Druckfestigkeit des Gesteins schwankt zwischen 1507 kg/qcm für die bläuliche und 1665 kg/qcm für die rötliche Varietät. Der Jahresabsatz beträgt 20 000 bis 22 000 cbm Schotter und 6000 cbm Kleinschlag. Das Material ist auf allen badischen Strassen verbreitet, lange Strecken der Bergstrasse Basel—Heidelberg sind damit eingedeckt.

Die nächsten, südlicher liegenden Deckenporphyre sind die vom Lierbachtal bei Oppenau und von der Brandeck. Im Lierbachtal werden vor allem die grossen Schuttfelder auf der Ostseite des Hauskopfes ausgebeutet. Steinbrüche im anstehenden Fels fehlen. Alle Schwarzwälder Deckenporphyre, soweit sie wenigstens aufgeschlossen sind, sind verhältnismässig weiche Gesteine, die den überall gebräuchlichen, meist auch bequem und schon in den Talsohlen erhältlichen Ganggranit nur schwer Konkurrenz machen können. Das gilt auch von den recht ausgedehnten Decken in der Gegend des Hühnersedels, am hinteren Geisberg bei Schweighausen und bei den Höhenhäusern. Diese Porphyre liefern aber eine rasch abbindende Schotterdecke und trockene Strasse, so daß die Aufmerksamkeit wiederholt auf diese sehr ausgiebigen Vorkommen gelenkt sein möge.

Manche Porphyrdecken sind schwach verkieselt, die Druckfestigkeit und der Widerstand gegen die Verwitterung wächst dadurch rasch. Auch Porphyrtuffe, ja selbst die bröckeligen Feldspatsandsteine des Rotliegenden, die Arkosen, können durch Verkieselung ein recht brauchbares Schottermaterial abgeben, wie oben ja auch Vormberg zeigt. So liefern der Hirzwald und der Kesselberg bei Triberg ein sehr geschätztes Schottermaterial, das aus verkieseltem Porphyrtuff besteht. Verkieselte Arkosen finden sich an mehreren Stellen im obersten Prechttal am Briglirain und auch am Käppeleberg bei Schiltach. Hier tritt zu der Verkieselung noch eine intensive Durchtrümerung mit Schwerspat, so dass aus der Arkose äusserst feste Gesteine werden, die vielfach als Strassenmaterial Verwendung finden.

Das südlichste Vorkommen von Deckenporphyr liegt im Kandelmassiv, an der Ohmenkapelle bei St. Märgen. Das frisch grünlich-schokoladenbraune Gestein liegt dort als 4 m mächtige Decke auf unterrotliegenden Sandsteinen und gibt durch den hohen Kaligehalt und die Phosphorsäure einen in der ärmlichen Gegend sehr gesuchten Boden ab; zudem verhindert die Kapelle einen Abbau. Die liegenden Sandsteine sind aber doch von den Mönchen in einem grossen Bruch zum Bau der Klosterkirche ausgehoben worden.

III. Tertiäre Eruptivgesteine.

Baden beherbergt zwei grosse Vulkangebiete, den Kaiserstuhl und den Hegau. Im Hegau sind es die Basalte, im Kaiserstuhl die Phonolithe, die beide erst in neuerer Zeit Veranlassung zu grossen Industrien gegeben haben. Am Kaiserstuhl liegen die ältesten Brüche bei Oberschaffhausen (Phonolith) und am nördlichsten Ende des Gebirges, wo bei Sasbach der Limburgit, ein basaltähnliches Gestein gebrochen wird. Die Oberschaff-

*) Um den Odenwald einheitlich darzustellen, und weil dieses Gebirge mit dem Hauptteil in Hessen liegt, sind die Porphyre auch des badischen, südlichen Anteils von Prof. Klemm behandelt (s. S 191 ff.).

hausener Steine, kenntlich an den feinen, weissen Wollastonitnadeln, die das ganze Gestein durchspicken, finden zu Uferbefestigungen am Rhein und den grösseren Schwarzwaldflüssen Verwendung. Im Innern des Kaiserstuhls hat bei Oberrotweil die Firma Treiber & Steub ein Schotterwerk auf Phonolith erbaut, das jährlich 50 000 cbm Material gewinnt und zirka 70 Arbeiter beschäftigt.

Von derselben Stelle (Büchsenberg) werden in der neueren Zeit auch die Agglomerate in den Handel gebracht, die schon mehrfach in Freiburg recht beachtenswerte, apart wirkende Fassaden bilden. Die jüngste Zeit denkt sogar an die Verwendung des kontaktmetamorphen Kalkes (Marmors) im Innern des Kaiserstuhls (Badberg). Die gesprenkelten, nicht gestreiften oder gemaserten, Wandplatten wirken sehr gut. (Architekt Emil Schmid, Freiburg; Bauunternehmer Grab, Oberrotweil.)

Das grösste Basaltwerk im Hegau ist das fürstlich Fürstenbergische von Höwenegg. Das Material wird in einer 2½ km langen Drahtseilbahn nach den Brechwerken am Bahnhof Immendingen geschafft. Die jährliche Produktion betrug in der letzten Zeit ca. 100 000 cbm. Das Höwenegg-Vorkommen geht aber seiner Erschöpfung entgegen, so dass die Industrie auf die wenigen noch vorhandenen übrigen Basaltberge übergreift. Es kommen nur der Neuhöwen, das Stettener Schlösschen, und der Hohenstoffeln in Betracht. Hier hat der Abbau in jüngster Zeit begonnen. Die übrigen Hegauer Basaltvorkommen vom Wartenberg bei Geisingen, von Riedöschingen, von Weil bei Watterdingen und die zahlreichen Basaltgänge sind verhältnismässig winzige Massen. Versuche auf Pflastersteine haben nicht nur bei dem Stoffeler Basalt befriedigt, sondern auch bei einzelnen grösseren Basalttuffdecken z. B. dem von Leipferdingen zu ernsthaften Versuchen geführt. Der Hohenhöwen bei Engen ist eine mit lockeren Tuffen erfüllte gewaltige Vulkanmasse, die nur einige ganz geringe Basaltgänge birgt.

An die Berge der Phonolithreihe, also den Mägdeberg, den Hohentwiel und den Hohenkrähen hat sich bis jetzt die Unternehmungslust noch nicht gewagt. Die weitverbreiteten Phonolithtuffe des Hegaus, vom Mägdeberg bis zum Twiel und das Rosenegg liefern ein mittelmässiges Material. Die nördlichen Steinbrüche sind alle aufgegeben, die am Rosenegg werden noch schwach betrieben.

In jüngster Zeit ist eine Bewegung aufgekommen, die jene Tuffe und auch die Phonolithe wegen ihres hohen Kaligehaltes in der Form von Steinmehl als Kali-Kunstdünger verwerten will. Auch im Kaiserstuhl scheint ähnliches beabsichtigt zu sein.

Basaltgänge durchtrümern den ganzen Schwarzwald zwischen dem Kaiserstuhl und dem Hegau. Sie bieten aber alle nur mineralogisches Interesse. Neben Basaltgängen sind im Norden Badens zwei grössere vulkanische Massen vorhanden, der Steinberg bei Sinsheim und der Katzenbuckel. Ein kleiner Steinbruch gewinnt am letzteren Berg den wissenschaftlich interessanten und bekannten Shonkinit und Shonkinitporphyr.

IV. Sedimentgesteine.

Sandsteine.

Das mesozoische Flözgebirge und die tertiären Ablagerungen liefern Sandsteine entweder mit kieseligem oder tonig-eisenhaltigem oder karbonatischem Bindemittel. Die klastischen Bestandteile können Silikate, vor allem Quarz und Feldspat oder Karbonate sein. Besteht das Zement wie ein grösserer Anteil der Körner aus Kalk, so spricht man von Kalksandstein. Dieser wird hauptsächlich von der Tertiärformation geliefert.

Von den feldspatführenden Sandsteinen, den Arkosen, ist schon oben bei den Verkieselungserscheinungen der Porphyre die Rede gewesen. Arkosen werden wegen ihrer Weichheit nur an wenigen Stellen gebrochen. Sie geben aber an trockener Luft ein recht brauchbares Material ab. Mit Arkosen vom hinteren Katzensteig (Briglirain) ist das neue grosse Schulhaus in Furtwangen erbaut. Und manches alte Bauernhaus in jener Gegend ist fest auf diesen Stein fundamentiert. Mit dem eigentlichen Buntsandstein, dem die Arkose in manchen Abarten ähnlich sieht, kann sie aber keinen Vergleich aushalten. Dieser ist der Hauptbaustein in Baden, und die Buntsandsteinindustrie ist die grösste Steinindustrie im Lande.

Man kann vier grosse Sandsteingebiete unterscheiden: 1. das des Mainsandsteins, in den Tälern des Mains, der Tauber und der Erfa; 2. den Neckarsandstein von Heidelberg bis Mosbach; 3. den Pfinz- und Albtalstein von Durlach und Ettlingen bis Rastatt und die Täler aufwärts bis an die württembergische Grenze; 4. das Emmendingen-Lahrer Gebiet. Eine geringere Rolle spielen die Sandsteine des Schwarzwaldes auf den Höhen zwischen Rench und Kinzig und am Süd- und Ostrande des Gebirges.

Die Mächtigkeit der Buntsandsteinformation nimmt von Norden nach Süden rapid ab, von 500 m am Main auf wenige 20 m im südlichen Schwarzwald. Diese Abnahme erfolgt an der Westflanke des Gebirges, also am Rheintalrand langsamer als auf den parallelen Höhen des Gebirges, so kommt es, dass im Emmendinger Gebiet noch über 100 m Buntsandstein vorhanden sind, dagegen auf gleicher Höhe bei Villingen nur noch 50 m. Mit der Reduzierung der Gesamtmächtigkeit geht parallel die Abnahme der bauwürdigen Lagen. Diese liegen hauptsächlich im mittleren Teil (Pseudomorphosensandstein) und oben (Zwischenschichten, Chirotheriensandstein). Nur stellenweise, und dann mangels besserer Lagen, wird auch das Hauptkonglomerat mitgenommen, am südlichen und östlichen Schwarzwald und in der Rheinebene bei Freiburg.

Der Mainsandstein ist das bekannteste Material. Er wird nicht nur in Süddeutschland verwendet, sondern gelangt nach Mittel- und Westdeutschland, nach Russland und in die Schweiz. Die ausserordentlich bequeme und billige Wasserfracht ermöglicht neben den geschätzten Eigenschaften des feinen Korns und der warmen roten Farbe diese Verbreitung. Tauberbischofsheim, Königshofen, die Gegend von Gamburg, Niklashausen und Wertheim sind die Hauptplätze, wo der Stein gewonnen wird. Er ist namentlich für ornamentale und figurale Arbeiten gesucht. Aber auch die oberen Teile der Mudau und der Erfa, Tauberbischofsheim, Walldürn, Buchen, Hettingen liefern vorzügliches Material, welches meistens dem Oberen Plattensandstein entstammt.

Abb. 1 Pseudomorphosensandstein, Neckartal.

Das Material des Neckargebiets stammt meist aus dem Pseudomorphosensandstein. Das Korn ist grob, die Farben eher gelb als rot, das Zement

kieselig und tonig. Material für Bildhauerarbeiten ist das keines. Dagegen gibt der Neckarsandstein einen vorzüglichen Baustein ab; Türen, Fenstergewände, Stufen, Brunnentröge werden daraus gehauen. Die Wetter- und Säurebeständigkeit macht ihn geeignet zur Auskleidung von Säuretürmen, zur Auswölbung von Tunnels, zu Flussbauten. In ununterbrochener Folge reiht sich Bruch an Bruch von Heidelberg bis Eberbach und Mosbach.

Auch der untere Buntsandstein liefert in manchen Lagen einen brauchbaren Stein. Aus den Steinbrüchen zwischen Wolfsbrunnen und Schloss stammen die Fassaden des Otto-Heinrichbaues und Friedrichbaues am Heidelberger Schloss.

In den Seitentälern des Neckars wird hauptsächlich der Plattensandstein der oberen Abteilung gewonnen. Hierher gehören die Brüche von Mosbach das Elztal aufwärts, dann südlich des Hauptflusses Neckarbischofsheim, Waibstadt, Epfenbach, Aglasterhausen. Die hier häufigen verkieselten Lagen werden zu Pflastersteinen geschlagen.

An Bedeutung dem Neckartal gleich steht die Industrie des Pfinz und Albtals. An beiden Flussläufen liegen Steinbrüche bis in die Quellgebiete am Nordabhang des Schwarzwaldes. An der Alb und zwischen Ettlingen und Rastatt ist es der Pseudomorphosensandstein, im Pfinztal ausschliesslich der Obere Buntsandstein. Grötzingen, Söllingen, Kleinsteinbach, Wilferdingen, Nöttingen, Ellmendingen, Auerbach und Ittersbach im Pfinztal, Ettlingen, Busenbach, Reichenbach, Marxzell im Albtal sind die Hauptorte. Aus diesem Gebiete und vor allem aus dem Pfinztal stammt das Material zum Strassburger Münster.

In der Nähe des Schwarzwaldrandes ist der Buntsandstein häufig entfärbt, gelblichweiss bis weiss. Er wird dann besonders geschätzt und zu Fassaden und Bildhauerarbeiten verwendet. Karlsruhe birgt mehrere vornehme Fassaden aus diesem Stein. Sie stammen aus den Abhängen des Mahlberges am Ausgang des Murgtales und aus Sulzbach.

Für den ausgedehnten Lahr-Emmendinger Bezirk fehlt es an bequemer, billiger Transportgelegenheit. Vielfach wird auch über zunehmende Schwierigkeit mit dem Abraum geklagt. Die Hauptorte Mundingen, Freiamt, Ottoschwanden liegen weit ab von der Bahn. Aus diesem Sandsteingebiet und der kleinen Scholle am Lorettoberg bei Freiburg stammt der Wunderbau des dortigen Münsters.

Abb. 2 Lettenkohlensandstein, Elsenztal. (Villingen, St. Georgen).

Entsprechend der abnehmenden Dicke der Sandsteinschichten ist der Betrieb auf den Schwarzwälder Vorkommen beschränkt. Die hochliegenden Lager im Rench-, Murg- und Kinzigtal können die Konkurrenz mit den näher liegenden Graniten und Gneisen nicht aushalten. Dasselbe gilt von den übrigen Schwarzwälder Vorkommnissen von Waldshut, vom Hotzenwald, von Bonndorf und der Villinger Gegend. Brauchbare Mühlsteine stammen von hier; und bei Oberbränd werden auch die grobkörnigen Quader des hellfarbigen Pseudomorphosensandsteins gewonnen. Vielfach muss man sich hier beim allgemeinen Mangel besserer Bausteine auch mit dem sehr festen aber etwas bunten Material des Hauptkonglomerates begnügen.

Auch die Keuperformation liefert in drei Horizonten wertvolle Sandsteine. Die Sandsteine des Lettenkohlenkeupers sind meist von ge-

ringer Mächtigkeit, vielfach tonig und gehen oft nach wenigen Schritten in unbrauchbare sandige Schiefer über. Doch sind stellenweise die Bänke recht gut und ermöglichen in sandsteinarmen Gegenden einen dauernden Betrieb. Der gute Stein ist im mittleren und östlichen Kraichgau zu Haus, Meckesheim, Sinsheim, Eppingen, Grombach, Rappenau, Untergimpern und Siegelsbach liefern die Hauptmasse des zu Gesimsen, Schleifsteinen, Trögen und auch zu Bildhauerarbeiten verwendeten Materials. Im mittleren Kraichgau liegen kleine Brüche bei Bauerbach und in der Umgebung von Bretten. In der Baar sind Sandsteinlagen unbedeutend.

Von recht grosser Bedeutung ist der Betrieb auf den Schilfsandsteinbrüchen. Der Kraichgau und die Baar liefern dieses Material. Im nördlichen Kraichgau ist es vor allem das Katzenbachtal, dann die Odenheimer Gegend (Stifterhof), im mittleren, Elsenz und Hilsbach, im südlichen, der Nordabhang des Heuchelberges (Eppingen, Mühlbach, Sulzfeld, Kürnbach), im westlichen, Oberacker, Gochsheim, Oberöwisheim. In der Baar ist es Ewattingen, das den dunkelroten, plattigen, feinen Sandstein vor allem zu Ofenplatten liefert. Die Platte des grossen Schwarzwälder Stubenofen der „Kunst" stammt oft von hier.

Abb. 3 Schilfsandstein, Kraichgau.

Neben Odenheim kommt aber die überragende Bedeutung den Brüchen am Heuchelberg zu. Die Mühlbacher, Sulzfelder und Kürnbacher Steine sind in ganz Süddeutschland verbreitet und geschätzt. Das helle, gelbliche Gestein mit den warmen Farben liefert vornehme Fassaden öffentlicher und privater Gebäude und ist in jeder grösseren Stadt Badens zu finden. Die drei genannten Orte und vor allem Mühlbach sind hauptsächlich auf den Steinbruchbetrieb und die direkt angeschlossene Steinhauerarbeit angewiesen. Der Mühlbacher „Kossack", das beste Lager mit feinem dolomitischen Bindemittel, wird auch vom Kürnbacher Steinbrecher nur mit Ehrfurcht genannt.

Der Stubensandstein vom Eichelberg und Kreuberg und der Rhätsandstein von Oestringen, Mülhausen und Malschenberg besitzen nur geologisches Interesse.

Kalksandsteine liefert das Land im Rheintal und im Hegau. An mehreren Stellen von Lahr bis Basel liegen in den oligocänen Konglomeraten feinkörnige Sandsteine, von denen vor allem die von Pfaffenweiler (Station Schallstadt) eine grössere Bedeutung besitzen. Hier wird das recht brauchbare, bräunliche Material in mehreren grösseren Brüchen zu Gesimsen, Brunnentrögen und behauenen Gemarkungssteinen verarbeitet. Die letzteren sind über den ganzen südlichen Schwarzwald verbreitet.

Ein ganz ähnlich aussehendes Gestein steckt in bis 2 m dicken Lagen in den jungtertiären Konglomeraten der Juranagelfluh besonders der Gegend von Engen. Ausgesuchte Platten sind zum Bau der alten Stadtkirche in Engen verwendet worden. Trotz der spärlichen Quantität und dem vielen Abfall sind diese Sandsteinlagen doch von Bedeutung für die Gegend, die arm ist an

brauchbarem Material zu Gesimsen, Türen oder Platten. Dieser der „Bergstein“ ist nicht zu verwechseln mit dem tertiären marinen Sandkalk, der unter dem Namen „der Tengener Stein“ oder weil er fast nur aus Muschelschalen und Quarzkörnern besteht, auch „Muschelkalk“, im Hegau der geschätzteste Baustein ist. Da seine Verwendung die des Sandsteines ist, möge er hier Erwähnung finden. Er findet sich in ähnlicher geologischer Lage wie der Kalksandstein, aber meist an der Basis der Juranagelfluh direkt der Juraformation aufliegend in bis 8 m dicken und oft Quadratkilometer grossen Lagern in der Gegend zwischen Zollhaus, Engen und der Grenze gegen den Kanton Schaffhausen. An Festigkeit und Wetterbeständigkeit wird der frisch weiche, leicht bearbeitbare, an der Luft rasch erhärtende Stein nur von wenigen Materialien übertroffen. Dammbauten am Bodensee, die Eisenbahnbrücke über den Rheinfall bei Schaffhausen, die grossen Tunnels der Ueberführungsdämme der Schwarzwaldbahn zwischen Immendingen und Engen sind aus diesem Material gebaut. Der grösste Teil der Förderung geht jetzt in die Schweiz. Thengen, Uttenhofen und Zimmerholz sind die Hauptlokalitäten für dieses Material, das aber auch bei Mauenheim und auf der Höhe des Schopfelerhofes gebrochen wurde (Stadtkirche in Engen). Sehr mässiges Material liefert die Molasse auf badischem Gebiet, während der grünliche oder graugrüne Sandstein des gleichen Horizontes auf Schweizer Seite, der „Rohrschacher“ Stein, vorzüglich ist. In neuerer Zeit wird der Molassesandstein durch Behandlung mit Kesslerschen Fluaten wetterständig gemacht.

Kalksteine.

Kalksteine liefern der Muschelkalk, der Jura und die Tertiärformation. Die grösste Ausdehnung besitzt das Gebiet des Muschelkalkes vor allem im Norden des Landes im Bauland, zwischen Main- und Neckarsandstein und im Kraichgau. Das zweite Hauptverbreitungsgebiet ist die Baar und der südöstliche Schwarzwald. Nur in wenigen Schollen liegt die Formation auch an den Westabhängen des Schwarzwaldes und in der Vorbergszone zwischen der Rheinebene und dem Gebirge.

Von den drei Abteilungen der Formation liefert nur die obere, der Hauptmuschelkalk, Bausteine in beliebiger Menge und Qualität. Der Wellenkalk birgt nur im oberen Teil, in den sogenannten Schaumkalkbänken Werksteine, und von den frisch recht massiv und fest aussehenden, nach kurzer Zeit aber völlig zerfallenden gelben bis braunen, frisch schwarzgrauen Dolomiten der Anhydritgruppe kann nicht dringend genug abgeraten werden.

Die verwendbaren Schaumkalkbänke bleiben auf das Bauland beschränkt (Hardheim). Sie finden sich zwar bis Durlach, sind hier aber auf wenige dcm Stärke reduziert. In der Verwendung gleicht das Material den festeren Bänken des Trochitenkalkes oder den Muschelbänken (Lumachellen) des Nodosuskalkes, den Unterabteilungen des Hauptmuschelkalkes. Im nördlichen Kraichgau (Sinsheim), am mittleren Neckar (Mosbach) und im Bauland findet der Hauptmuschelkalk bossiert immer grössere Verwendung zum Bau von Fassaden. Die gleichbleibenden, festen Bänke mit ihren frisch, bläulich-grauen, nach längerer Zeit etwas ins fahle ausbleichenden Farben machen einen anheimelnden, soliden Eindruck besonders in Verbindung mit roten Sandsteingesimsen und -Türen.

Während der liegende Trochitenkalk im Kraichgau in seiner ganzen über 30 m betragenden Mächtigkeit brauchbares Material liefert — was nicht als Bau- oder Pflasterstein geht, gibt Schotter — werden vom Nodosuskalk meist nur die hangenden 20 bis 30 m abgebaut, und hier sind es vor allem die

sogenannten Terebratelbänke, die im Kraichgau 1 bis 2 m dick, im Taubertal (Grünsfeld, Krensheim) aber bis 10 m mächtig werden und dort ein ganz hervorragendes Material für Bildhauerarbeit liefern. (Reichstagsgebäude, Bismarckdenkmal in Nürnberg.) Tiefer herrschen im Kraichgau Schiefertone. Die mächtige Ueberdeckung mit Löss vereint mit horizontaler Lagerung führen in vielen Betrieben rasch zu mächtigem Abraum, zu dem sich an vielen Stellen im oberen Nodosuskalk noch die Dolomite und schwarzen Schiefer der unteren Lettenkohle gesellen. Zwar geben die ersteren einen brauchbaren Schwarzkalk, aber die Kosten des Abräumens sind doch meist so bedeutend, dass für viele Werke wohl Schwierigkeiten entstehen. Der Trochitenkalk mit seiner grösseren nutzbaren Mächtigkeit hat weniger darunter zu leiden. So befinden sich denn vielerorts recht lebhaft betriebene Brüche gerade in dieser Abteilung, Rohrbach bei Sinsheim (Firma Rösch in Mauer), bei Wössingen (Stöckle). Der ganze Rheintalrand von Bruchsal bis Weingarten trägt eine grössere Reihe von Brüchen. Zum Gebiet des Hauptmuschelkalkes gehört ferner die ganze Gegend zwischen Mosbach und Neckarbischofsheim. Mangels billiger Verbindung und wegen der Konkurrenz des ganz in der Nähe befindlichen Neckar- und Mainsandsteines hat das Steinbruchgewerbe gerade auf Kalk hier bisher erst geringe Bedeutung erlangt. Ueberall aber ist der Hauptmuschelkalk ein geschätztes Material zum Kalkbrennen und als Schotter. Für die gewöhnliche Verkehrsstrasse ist er ein wenig weich, bindet aber gut; nur sind die Strassen im Sommer staubig, zur Regenzeit und im Winter klebrig-tonig. Ueberall aber findet der Hauptmuschelkalk Verwendung als Schotterunterlage für die Bahngleise. Mittelstarke Platten, die keine Bau- oder Pflastersteine abgeben, lassen sich leicht und rentabel noch mit der Hand klopfen, obwohl auch schon an mehreren Stellen Schotterwerke das Material verwerten.

Abb. 4 Hauptmuschelkalk, Kraichgau.

Entsprechend dem etwas kompendiöseren Aufbau des Hauptmuschelkalkes am Dinkelberg, in der Baar und im mittleren Wutachtal werden hier fast alle Lagen verwendet. Oben wird der Trigonodusdolomit, der in ungeschlachten, festen Bänken vorkommt, vor allem zu Wasserbauten benutzt. Die tiefer liegenden Oolithbänke, die Elbensteine, liefern treffliches Mauerwerk, Pflastersteine und Marksteine, desgleichen die Lumachellen und Trochitenbänke des unteren Niveaus. (Seppenhofen, Löffingen, Stühlingen, Marbach.)

Eine ganz andere Verwendung finden die Kalke und dolomitischen Kalke des Unteren Muschelkalkes, des Wellengebirges. Festere Bänke, besonders die der Trochitenregion (Ittersbach) geben schliesslich noch brauchbare Schottersteine ab; der übrige meist mergelige Teil findet aber eine ausgedehnte Verwendung in der Fabrikation des Portlandzements, und zwar sind es vor allem die oberen Partien, die Region der Schaumkalkbänke und die Orbicularismergel. Mosbach und Neckarelz, Leimen bei Heidelberg und Berghausen bei Durlach haben den badischen Zement berühmt gemacht. An

anderen Stellen und besonders an der Wutach werden auch tiefere Teile des Wellenkalkes zu Zement verarbeitet (Weizen, Stühlingen).

Von den Dolomiten des Mittleren Muschelkalkes ist schon oben die Rede gewesen. Sie liefern stellenweise einen brauchbaren Schwarzkalk (Mönchzell bei Meckesheim). Dasselbe gilt von den dolomitischen Kalken der oberen und unteren Lettenkohle. Geringe Bedeutung für ähnliche Zwecke besitzt der Hauptsteinmergel des mittleren Keupers. Brüche befinden sich am Schönberg bei Freiburg und Schallsingen südlich Müllheim, während sein stratigraphisches Aequivalent im Wutachtal, „der Durröhrlesstein" bei geologischem Interesse auch ein recht festes Material für Wasserbauten liefert. Auch manche Rauchwacken der Anhydritgruppe geben lokal ein prächtiges, wetterbeständiges und als Baustein nicht ungefällig aussehendes Material.

Abb. 5 Wellenkalk, Kraichgau

In allen drei Abteilungen der Juraformation finden sich brauchbare Kalksteine. Während aber die Arietenkalke des Lias nur in der Baar (Pfohren bis Ewattingen) und stellenweise im Markgräflerland gebrochen werden, und in denselben Gegenden auch die Kalke des unteren Doggers, besonders die blauen Kalke, werden in der Rheinebene der Hauptrogenstein und der Oxfordkalk, im badischen Anteil am schwäbischen Jura und am Randen die Kalke des weissen Jura von grösster Bedeutung. Der Hauptrogenstein mit seiner 80 m betragenden Mächtigkeit, sowie dicken festen Bänken liefert im Breisgau und Markgräflerland bis ins Wiesental einen vorzüglichen Baustein, der in den letzten Jahren auch vielfach zu Flussbauten am Rhein verwendet worden ist (Reichssteinbruch bei Niedereggenen). Sein hoher Kalkgehalt und seine Reinheit eignen ihn besonders zu Weisskalk. Dieselbe Verwendung findet der ungewöhnlich reine (bis 98 % $CaCO_3$) Kalk der Oxfordformation, der von Kleinkembs bis Efringen den Rhein und die Hauptbahnlinie begleitet und auf derselben Höhe bis tief in die Vorberge hineinreicht. Grosse Mengen gehen in die chemischen Fabriken nach Rheinfelden und Wyhlen. Das Zementwerk in Kleinkembs verarbeitet das Material mit einem Zuschlag von Septarienton (Lörrach) zu Portlandzement. Weitere Zementwerke scheinen in Kandern auf ähnlicher Grundlage (Oxfordkalk und Oxfordton) im Entstehen begriffen zu sein. Grosse Brüche liegen oberhalb Tannenkirch.

Abb. 6 Weisser Jura, Aach.

Im Malm des schwäbischen Jurazuges liegen mächtige Kalklager im unteren Teil (β) 80 bis 100 m, im mittleren (δ), die sogenanten Quaderkalke und oberen (ε und ζ) stellenweise auch über 100 m. Mit den Plattenkalken des (β) macht man meist schlechte Erfahrungen. Sie sind tonig und zerfallen leicht durch Frost. Das gleiche gilt von den fetten Kalken des ε und den oberen

Partieen des ζ, mit denen das gewaltige Stützmauerwerk der Schwarzwaldbahn von Immendingen bis Engen erbaut ist. Nur einzelne oft kaum meterdicke Bänke machen eine rühmliche Ausnahme. Brauchbare Steine liefern die Quaderkalke des δ (Steinbrüche bei Immendingen) und der untere kalkig-sandige Teil der weissen Jura ζ, die sog. Hattinger Oolithe, die besonders in den Facies des Riffkalkes einen ungemein festen, zähen, aber schwer bearbeitbaren Haustein liefern und zu Kreuzstöcken, Treppen, Pflastersteinen und Marksteinen verarbeitet werden (Steinbrüche in der Umgebung von Hattingen).

Versuche, die feinen gleichmäßigen Kalksteine vor allem des (β) zu Lithographiesteinen zu verwenden, sind an der starken Zerklüftung gescheitert, die nur die Gewinnung kleiner Platten gestattet hat.

Abb. 7 Hauptrogenstein, Breisgau.

Ganz lokalen Bedürfnissen kommen wenig mächtige und geringe Kalksteinlagen entgegen, die sich in der Tertiärformation finden. Aus Hydrobienkalken von Bruchsal haben schon die Römer Kalk gebrannt, der Melanienkalk der Tertiärvorberge und ihm statigraphisch naheliegende travertinöse Süsswasserkalke im Markgräflerland haben auch schon zu ähnlichen Zwecken gedient. Süsswasserkalke im Hegau werden stellenweise zu Schwarzkalk gebrannt (Wetterkalk), da und dort auch mal bei grösserer Mächtigkeit als recht fester Baustein verwendet, so der rote Süsswasserkalk aus der Gegend von Riedöschingen, die oberen Süsswasserkalke von Wannenberg bei Thengeu, vom Hohenhöwen und der Erbsenkalk von Hilzingen.

In Baden nur von geringer Bedeutung und auf das Gebiet des oberen und mittleren Muschelkalkes beschränkt sind Vorkommen von Süsswassertuffen, Tauchsteine oder Duckmark, die sich frisch und feucht bequem sägen und schneiden lassen, an der Luft rasch erhärten. Die Brettener Gegend besitzt einige Lager, vor allem aber sind sie im Wutachtal zuhaus (Dillendorf, Schwaningen).

Gips.

In drei Formationen findet sich Gips, im mittleren Muschelkalk, der Anhydritgruppe, im mittleren oder Gipskeuper und in der Tertiärformation. Den feinsten, rein weissen, sehr reinen Gips liefert die Anhydritgruppe und das Tertiär. Muschelkalkgips wird in Tag- und Grubenbauten gewonnen im Gebiet des mittleren Neckars (Neckarelz, Seckach) und der mittleren Wutach (Weizen, Tiengen). Der Keupergips ist nur selten in weissen, reinen Lagen vorhanden, meist ist das Material bunt gefärbt und durch Mergelzwischenlagen verunreinigt. Die grössten Keupergipslager finden sich im Kraichgau, vor allem an den Abhängen des Heuchelberges (Eppingen, Sulzfeld, Kürnbach). In steiler Lagerung, und dann meist in Grubenbauten gewonnen, tritt der Keupergips hart neben der Rheintalverwerfung auf, so in Au bei Freiburg, wo ein 400 m langer Stollen durch Gneis das Lager erreicht, in Laufen und in Badenweiler. Kleinere Gipsstöcke stehen auch in der Umgebung von Kandern zutage an. In ähnlichen grossen Tagebauen, wie im Unterland wird der Gips auch in der Baar und im Wutachtal gewonnen (Ewattingen).

Die Gruben in der Tertiärformation, im Oligocän von Wasenweiler, am Südostrand des Kaiserstuhls, und im Miocän am Süd- und Nordrand des Hohenhöwen sind auflässig. Sie haben aber ein sehr brauchbares Material geliefert. In Baden sind es vor allem die Fruchtmühlen, die Gips als Nebenprodukt herstellen, doch sind auch mehrere Gipsfabriken vorhanden, so die in Tiengen, die 80 Arbeiter beschäftigt und eine jährliche Produktion von 18 000 bis 20 000 Tonnen aufweist, und das Mannheimer Gipswerk mit ähnlicher Leistung. Da Gips als Düngemittel in Abgang gekommen ist, steht ein grosser Teil der alten Gipsmühlen still. Die grossen Werke dagegen fabrizieren Baugips, Stuckgips und alle gebräuchlichen Gipsfabrikate, vor allem Gipsdielen.

Schon an mehreren Stellen ist auf den Abraum hingewiesen worden, der gar viele Steinbruchsunternehmungen hemmt und schliesslich eingehen lässt. Zwar lassen sich im Hartsteinbetrieb, Granit, Porphyr, meist auch die überlagernden stärker verwitterten und zersprengten Massen verwenden, in Granitgebieten oft in der Glasfabrikation (Furschenbach und Achern). Meist enthält der Schutt recht wetterbeständiges, wenn auch kleinstückiges Material auch über Kalksteinbrüchen, die dann noch Schotter liefern für Vicinal- und Feldwege. Das sind die Schroppenschichten am Tuniberg und im Markgräflerland über dem Rogenstein. Gar nicht so selten werden mächtige Schuttmassen, die für die Abfuhr günstig gelagert sind, auch als solche ausgebeutet. Vom Oppenauer Quarzporphyr ist schon oben berichtet worden. Aber auch die mächtigen Schuttmassen von Hauptmuschelkalk am Rheintalrand (Bruchsal, Weingarten) oder solche von Hauptrogenstein im Markgräflerland werden abgebaut.

Sonst ist nur der Löss und Lösslehm von Bedeutung, der oft zu einer Verbindung von Kalkbrennerei und Ziegelei führt, und das besonders da, wo die Decke mächtig ist wie im Kraichgau und im Rheintal.

Die vorstehenden Aufzählungen haben für ein Land von so geringer Ausdehnung, vor allem in der Breite — in der Höhe von Rastatt nur 20 km — eine grosse Menge von Felsarten ergeben, die in der weitaus grössten Zahl so hervorragende Eigenschaften besitzen, dass eine technische Nutzbarmachung lohnt. So geht denn auch das Steinbruchgewerbe in Baden deutlich in die Höhe, immer neue Gebiete werden angeschnitten, und Unternehmer wie Arbeiter erhalten für ihr schweres Werk einen gebührenden Anteil am allgemeinen wirtschaftlichen Aufstieg.

Benutzte Literatur: Deecke, W., Geologische Skizze von Baden. Karlsruhe 1911. — Rahlson, H., Die badische Industrie der Steine und Erden und ihre Arbeiter. Diss. Heidelberg 1903. — Wurm, Ad., Die technisch nutzbaren Steine Badens. „Der Steinbruch", VII. Jahrg. 1912, S. 514 ff. — Zahn, H., Baumaterialienlehre, mit besonderer Berücksichtigung der badischen Baustoffe. Karlsruhe 1898.

Elsass-Lothringen.

Von Prof. Dr. H. Bücking, Dr. W. Klüpfel und Dr. W. Wagner
in Strassburg i. Els.

An dem geologischen Aufbau von Elsass-Lothringen beteiligen sich mannigfache Gesteine, teils Sedimente mit deutlicher Bankung und Schichtung, teils ungeschichtete Eruptivmassen (Durchbruchsgesteine) mit unregelmässiger Absonderung und Zerklüftung. Ihrem Alter nach gehören sie verschiedenen Formationen zu.

Während die Vogesen in ihrem südlichen Teil wesentlich aus kristallinischen Gesteinen und aus Schiefern und Grauwacken der älteren Formationen (Kambrium, Devon, Unterkarbon oder Kulm und Oberkarbon) bestehen, setzen sich die Vorhügel am Ostrand der Vogesen und das Gebirge nördlich vom Breuschtal, ebenso wie das Lothringische Tafelland hauptsächlich aus Sedimenten der Trias- und der Juraformation zusammen. Gesteine der Juraformation bilden auch das Juragebirge, welches mit seinen nordöstlichen Ausläufern im südlichen Teil des Oberelsasses, bei Pfirt, in das Reichsland eintritt. Von mächtigen, tertiären und quartären Bildungen ist die den Vogesen vorgelagerte Rheinebene erfüllt.

Nutzbare Gesteinsvorkommen kennt man aus allen Teilen Elsass-Lothringens. Die kristallinischen Schiefer und die Eruptivgesteine (Granit, Porphyr usw.) liefern vorzugsweise ein Material, das sich vermöge seiner Härte und Widerstandsfähigkeit zur Herstellung von Pflastersteinen und zur Strassenbeschotterung, zum Teil auch zu Quadern und Werksteinen für Monumentalbauten eignet, und in den jüngeren Formationen der Trias und des Jura sind es namentlich die Sandsteine und Kalksteine, welche, zumal bei günstiger Lage an Hauptverkehrswegen (Kanälen, Eisenbahnen und Strassen) und in der Nähe grösserer Städte, in ausgedehnten Steinbrüchen gewonnen werden, um hauptsächlich zum Bauen zu dienen.

Wie in den Nachbarländern, so hat auch in Elsass-Lothringen die Steinbruchindustrie in der neueren Zeit einen grossen Aufschwung genommen, aber weniger in der Zahl als in dem Umfang der einzelnen Betriebe. Während nämlich im Jahre 1861 die Zahl der meist kleinen Steinbrüche im Oberelsass 96, im Jahre 1881 im Unterelsass 356 (darunter 118 Sandsteinbrüche und 133 Kalksteinbrüche) und in Lothringen 1894 455 betrug, war sie im Jahre 1911 im Oberelsass 188, im Unterelsass 425 und in Lothringen 283, wobei zu berücksichtigen ist, dass in die letzten Zahlen kleinere Brüche mit weniger als 5 Arbeitern nicht mit einbezogen sind.

Die Statistik vor 1910 behandelt die Steinbrüche noch nicht als Industriezweig für sich, sondern führt sie mit den Kies- und Sandgruben zusammen unter der Abteilung Industrie der Steine und Erden auf; ja vor 1900 sind sogar die Ziegeleien diesem Industriezweig zugezählt worden. Es ist deshalb eine genaue Statistik über das Anwachsen der eigentlichen Steinbruchbetriebe nicht durchführbar. Dasselbe gilt für die in diesen Betrieben beschäftigten Personen. Die Zahl derselben belief sich 1911 im Unterelsass auf 2128, im Oberelsass auf 866, in Lothringen auf 2618. Indessen sind diese Zahlen für den wirklichen Umfang der Steinbruchindustrie nicht bezeichnend. Viele

kleinere Unternehmungen sind eingegangen und durch grössere mit maschinellem Betrieb ersetzt worden, wodurch sowohl die Zahl der Betriebe als auch die Arbeiterzahl abgenommen hat. Als ausschlaggebend für eine Statistik über das Anwachsen der Steinbruchindustrie kann nur die Menge des gewonnenen Materials gelten. Darüber liegen aber in Ermangelung einer Produktionsstatistik in Elsass-Lothringen keine näheren Angaben vor.

Im folgenden sollen zunächst die technisch verwertbaren Gesteine aus der Reihe der kristallinischen Schiefer und der Eruptivgesteine und sodann die besonders zu Bauzwecken geeigneten Gesteine der Sedimentärformation betrachtet werden*). Einen Anspruch auf Vollständigkeit können aber die hier gemachten Angaben nicht machen; es war dazu die Zeit, welche für die Abfassung dieses Kapitels zur Verfügung stand und die noch dazu in die Wintermonate fiel, wo örtliche Kontrollen unmöglich waren, viel zu kurz bemessen. Diesem Umstande ist es auch zuzuschreiben, dass nur so wenige Illustrationen beigegeben werden konnten, die einen Einblick in die Ausdehnung einzelner umfangreicher Steinbruchbetriebe gestatten.

I. Kristallinische Schiefer.

Unter den paläozoischen Schichten der mittleren Vogesen treten zwischen Urbeis im Weilertal und Walbach im Münstertal, besonders bei Markirch und Rappoltsweiler sowie in der Umgebung von Kaysersberg im Tal der Weiss, die kristallinischen Schiefer hauptsächlich als Gneis (Glimmergneis und Hornblendegneis) zutage. Sie kommen vielfach in Verbindung mit Granit und Granitporphyr vor, die, offenbar von jüngerem Alter, jene bald in Gängen, bald in ausgedehnteren mächtigeren Lagern und Stöcken durchsetzen und zuweilen durch grosse Einsprenglinge von Feldspat porphyrartig entwickelt und durch Gebirgsdruck schiefrig geworden sind (sogenannter Augengneis).

Von den genannten Gesteinen wurden vorzugsweise die härteren Varietäten, wie sie in den glimmerarmen und quarzreichen Gneisen, in den Hornblendegneisen und in manchen Augengneisen, auch in gewissen Granat und Augit führenden Gneisen vorliegen, in mehreren meist kleinen Steinbrüchen als Bau- und Pflastersteine und, sofern sie nicht plattig brechen, besonders als Strassenbeschotterungsmaterial für den Lokalbedarf gewonnen.

Steinbrüche im Gneis finden sich namentlich auf der Kleinhöhe (Distrikt Brunnengraben) an der Strasse von Markirch nach Rappoltsweiler — hier werden hauptsächlich Hornblendegneise gebrochen —, zwischen Markirch und Eckkirch und im Rauental oberhalb Eckkirch. Auch bei Rappoltsweiler und bei Urbeis im Weilertal sind Steinbrüche zur Gewinnung von Strassenschotter zeitweilig im Betrieb.

Ueber die Kalksteine (Marmor) sowie über den Serpentin, die beide als Einlagerung im Gneis auftreten (siehe unten Seite 388 und 373).

II. Eruptivgesteine.

a) Granit.

Unter den älteren Eruptivgesteinen steht an erster Stelle der Granit. Er besitzt in den Vogesen südlich vom Breuschtal eine sehr grosse Ver-

*) Die Verfasser dieses Abschnittes haben sich derart in die Bearbeitung geteilt, dass der erstgenannte (B.) die kristallinischen Schiefer und die Eruptivgesteine, der 2. (K.) die Sandsteine und die Kalksteine der Sedimentärformationen und der dritte (W.) das Uebrige behandelte.

breitung. Man kann hier mehrere, durch ältere Sedimentgesteine von einander getrennte, grosse Granitmassive oder -stöcke unterscheiden, die zusammen fast die Hälfte des ganzen Gebirges ausmachen.

Das mittelste und grösste Massiv wird von dem Kammgranit gebildet. Der Name soll andeuten, dass der Granit auf eine weite Erstreckung den Kamm der Vogesen zusammensetzt. Er erstreckt sich nämlich von der Grenze zwischen Ober- und Unterelsass bei Urbeis-Markirch bis zum Col de Bussang bei Wesserling im Süden und an seiner breitesten Stelle — im Münstertal — von der Landesgrenze ostwärts bis zur Rheinebene bei Winzenheim.

Der Kammgranit hat eine ausgesprochen porphyrartige Struktur: In einem durch reichlichen Gehalt an Blättchen von braunem Glimmer (Biotit) und Säulchen von dunkelgrüner Hornblende etwas dunklem feinkörnigen Gesteinsgewebe liegen grössere Kristalle von weissem Feldspat (Orthoklas), und daneben erscheinen noch kleine hellgrüne, in dem schon etwas verwitterten Gestein aber ziegelrot gefärbte, kleine, matte, unregelmässig begrenzte Bestandteile, die einem Kalknatronfeldspat zugehören.

Abb. 1 Steinbruch in einem Block von Kammgranit, Bürgerwald bei St. Pilt

Früher wurden von diesem Granit nur die grossen Blöcke gewonnen, welche die Bergabhänge zumal an der Strasse von Markirch nach St. Dié und in den Tälern der Weiss und der Fecht (Münstertal), auch bei St. Pilt (vgl. Abb. 1), sehr zahlreich bedeckten und in geringerer Verbreitung auch im Thurtal als erratische Findlinge vorkamen; später ist man dann an verschiedenen Stellen zur Anlage von Steinbrüchen übergegangen. Am längsten im Betrieb ist ein Steinbruch am Château de faîte an der St. Didler Höhe bei Markirch; hier liefert der unregelmässig gross-polyedrisch zerklüftete Granit ein schönes Material zu Säulen und Quadern für Monumentalbauten, zu Grabdenkmälern, Brunnentrögen, Trottoirrandsteinen, Grenzsteinen usw. Leider besitzt das Absatzgebiet nur eine geringe Ausdehnung.

Andere Steinbrüche von meist kleinen Dimensionen, und nur ab und zu im Betrieb, finden sich südlich vom Bahnhof Wanzel im Lebertal, ferner bei Winzenheim und in der Umgebung von Münster sowie im Thurtal bei St. Amarin und in den Gemarkungen von Felleringen und Krüt. Am letztgenannten Orte werden im Steinbruch von Ed. Stoerr in Andlau von durchschnittlich 16 Arbeitern jährlich 1200 cbm Haustein gewonnen. Der Stein, dessen Druckfestigkeit 2320 kg/qcm beträgt, geht grösstenteils roh nach Mülhausen, wo er zu Trottoirrandsteinen und Bausteinen für Hoch-, Tief- und Wasserbauten verarbeitet wird.

Ein anderes, grösseres Granitmassiv ist das des Hochfeldes. Es erstreckt sich von Saales an der französischen Grenze nach Osten hin bis Barr und von Steige im Weilertal nordwärts bis Grendelbruch und bis Russ im Breuschtal. Auf seiner Ostseite, bei Barr und Andlau, auch in der Nähe des Struthofes bei Schirmeck, herrschen rötliche, durch grosse, blassrote Feldspate porphyrartig ausgebildete Granite, die als dunklen Gemengteil in dem körnigen Gesteinsgewebe Glimmer (Biotit) und in manchen Abarten recht viel Quarz, zuweilen von granatroter Farbe, enthalten. Bei

Hohwald und weiter im Westen trifft man vorwiegend hellfarbige, etwas Hornblende neben Glimmer enthaltende, gleichmässig körnige Varietäten (ohne grössere, porphyrisch hervortretende Feldspäte) an und in gewissen Randzonen des Massivs, so bei Solbach und Fouday im Breuschtal, aber auch zwischen Barr und Truttenhausen, sehr feste, glimmerarme, dem Diorit nahestehende Gesteine von wechselndem, meist mittlerem Korn. Auch das durch seine Hornblendeführung ausgezeichnete, etwas dunklere Gestein vom Neuntestein bei Hohwald ist eine solche dioritähnliche Varietät.

Von dem Hochfeld-Granit wurden früher meist nur Findlinge bearbeitet, so besonders in der Gegend von Hohwald, bei Natzweiler und im Steintal; später gelangten dann bei dem Bau der Eisenbahn Rothau-Saales die dichten glimmerarmen, dioritischen Varietäten hauptsächlich bei Fouday und in der Nähe von Solbach als Baustein und Pflasterstein sowie zur Herstellung von Trockenmauern an den Eisenbahndämmen zur Verwendung. Grössere Steinbrüche entstanden erst in neuester Zeit bei Fouday und bei Andlau. Bei Fouday wird der helle dioritische Granit („Syenit" Daubrées) durch die G. m. b. H. Süddeutsche Granitwerke, Kandern in Baden, in einem Steinbruch oberhalb der Eisenbahnstation zu Bau- und Pflastersteinen gewonnen. Seine Druckfestigkeit wird zu 2611 kg/qcm angegeben, geht aber in einzelnen Abarten bis 1911 herunter. Bei Andlau ist am oberen Ausgang des Städtchens ein hellgrauer, etwas gelblichbraun gefleckter, porphyrartiger Granit durch einen regen Steinbruchsbetrieb erschlossen. In dem Bruch von E. Stoerr, der mit neuen maschinellen Einrichtungen ausgestattet ist, werden von einem Granit, der die Druckfestigkeit von 2354 besitzt, durch 100 bis 110 Arbeiter im Jahre durchschnittlich 7100 bis 8000 cbm gewonnen. Daraus werden hauptsächlich Werksteine für Hoch-, Tief- und Wasserbauten, Mauersteine, Trottoirrandsteine und Pflastersteine gefertigt, die namentlich in Elsass-Lothringen zur Verwendung gelangen, aber auch nach dem Auslande verfrachtet werden; ein kleiner Teil dient als Beschotterungsmaterial. Kleinere Steinbrüche finden sich noch bei Rothau und bei Russ.

Ganz ähnliche Gesteine wie im Granitstock des Hochfeldes treten auch in dem an der Südostgrenze des Elsasses gelegenen Granitmassiv des Elsässer Belchens, besonders in der Nähe von Sewen im Dollertal, zu Tage. Ein schönes porphyrartiges Gestein mit grossen etwas rötlichen Feldspäten herrscht westlich von Sewen; aus ihm ist unter anderem die grosse Mauer, welche den Alfeldsee talabwärts absperrt, gebaut. Feinere und gleichkörnige Abarten, die sich durch einen Gehalt an kleinen Augiten auszeichnen und als Biotitaugit-Granit (oder auch wohl als Syenit — so auf der älteren geologischen Karte von Delbos und Köchlin-Schlumberger —) bezeichnet werden, sind mehr auf den Rand des Massivs beschränkt und werden in der Nähe des Bahnhofs unterhalb Sewen und bei Oberbruck in Steinbrüchen ausgebeutet. In dem letztgenannten Steinbruch werden, nach Angabe des Besitzers A. Goepfert & Cie. in Sennheim im Elsass, jährlich etwa 4 bis 5000 cbm mit 3 bis 4 Arbeitern gewonnen und als Bau- und Pflastersteine sowie zur Strassenbeschotterung benutzt.

Im ganzen noch wenig erschlossen, weil abseits von bessern Verkehrswegen gelegen, ist der gleichmässig grob- bis mittelkörnige Granit des Bressoirs bei Markirch. Er enthält neben wasserhellem, rötlichem Feldspat und Quarz sowohl dunkeln als hellen Glimmer und ist besonders am Bressoir, sowie zwischen dem Rauental, Altweier und der Dusenbachkapelle bei Rappoltsweiler verbreitet.

Wieder andere Arten von Granit finden sich am Bilstein bei Rappoltsweiler, hier ausgezeichnet durch eine porphyrartige Struktur, dann an den Scherweiler Schlössern und bei Dambach, wo er ein gleichmässig gröberes

Korn besitzt, und schliesslich im Jägertal bei Niederbronn im Unter-Elsass; an letzterem Ort tritt er nur in geringer Verbreitung unter dem Rotliegenden und Buntsandstein hervor. Der Dambacher Granit (Druckfestigkeit annähernd 2000) wird in mehreren Steinbrüchen bei Nothalten nördlich von Dambach und der Jägertaler Hornblende-Biotit-Granit bei Windstein (Druckfestigkeit 1860) gewonnen.

Gangförmige Vorkommen von feinkörnigen bis dichten glimmerarmen Graniten von heller (grauer bis rötlicher) Farbe (sog. Aplit), die sich im Bereich der vorher genannten Granitmassive und der kristallinischen Schiefer vielfach vorfinden, eignen sich recht gut zur Herstellung von Beschotterungsmaterial und gelegentlich auch wohl von Pflastersteinen; sie werden aber, weil im allgemeinen zu wenig mächtig, nur an wenigen Orten gewonnen. Ausser am Château de faîte bei Markirch, wo sie zusammen mit einem Schriftgranit den Kammgranit durchsetzen, wird das Gestein besonders am Eingang in das Weilertal an der Eisenbahn zwischen den Stationen Kestenholz und Weilertal gebrochen.

An vielen Orten, zumal im oberen Breuschtal, sodann am Mönkalb bei Barr und an der Strasse von Markirch nach St. Dié, ist der Granit oft ganz in Kies und Sand aufgelöst und frischeres Gestein findet sich nur im Innern der grossen Kugeln, die der Kies umschliesst. Der Kies und Sand wird vielfach beim Bauen verwendet.

b) Granitporphyr, Dioritporphyrit, Minette und Kersantit.

In dem Bereich der Granitmassive und der älteren geschichteten Ablagerungen finden sich in den Vogesen häufig auch gangförmig auftretende Eruptivgesteine von verschiedenartiger Zusammensetzung, die bei gleichmässigem Korn oder dichter Beschaffenheit und bei grosser Härte sich hauptsächlich zu Pflastersteinen und, wenn sie, wie das oft der Fall ist, weitgehend und unregelmässig zerklüftet sind, besonders zu Beschotterungszwecken eignen. Sie sind teils hellgefärbt und werden, je nachdem der Feldspat-Gemengteil in ihnen ein Kali- oder Kalknatronfeldspat ist, als Granitporphyr (und Granophyr) oder Dioritporphyrit bezeichnet; teils sind sie dunkel oder rotbraun und durch einen beträchtlichen Gehalt an braunem Glimmer oder Augit und Hornblende ausgezeichnet und werden dann als granitische (Kalifeldspat enthaltende) und dioritische (Kalknatronfeldspat führende) Lamprophyre oder als Minetten und Kersantite unterschieden.

Granitporphyr wird besonders zwischen Andlau und Hohwald und im oberen Breuschtal, Minette bei St. Nabor, Barr, Schirmeck und Wackenbach, Kersantit bei Markirch an der Strasse nach St. Dié in mehreren Steinbrüchen gewonnen und als Pflasterstein in den benachbarten Städten und zu Strassenschotter verarbeitet. Ausgedehnte Steinbrüche in Weiler bei Weissenburg hatten früher eine grössere Zahl solcher gangartig vorkommender Eruptivgesteine (Minette, Kersantit und Dioritporphyrit) aufgeschlossen. Die Gänge, zum Teil bis 5 m mächtig, aber öfter sich auskeilend, durchsetzen steil gestellte dunkelgraue Schiefer und Grauwacken-ähnliche Gesteine, die wahrscheinlich der Devonformation zugehören und wegen ihrer Härte ebenso wie die Ganggesteine zur Beschotterung der Strassen verwendet werden können. Früher versorgte Weiler fast das ganze Unterelsass mit Strassendeckmaterial, bis ihm dann durch das Gestein (Porphyrit) vom Remigiusberg bei Kusel und später durch die (Keratophyr-) Gesteine des Breuschtals und von St. Nabor eine sehr empfindliche Konkurrenz entstand. Jetzt wird nur noch verhältnismässig wenig in Weiler gearbeitet. In

regelmässigem Betrieb sind nur noch die alten grossen Steinbrüche am Vogelsberg und an der Kapelle, in denen die Gesteine ohne Unterschied als „Melaphyr“ bezeichnet und zu Strassenschotter verarbeitet werden. In dem dem Herrn M. Wendel gehörigen Bruch beim Pfarrhaus haben einzelne Varietäten von dem spezifischen Gewicht 2,70 bis 2,71 nach einer im Jahre 1887 in München ausgeführten Bestimmung eine Druckfestigkeit von 3370 bis 3870. Es werden hier durch 3 Mann täglich 5 bis 6 cbm gewonnen, und in dem der Firma Jean Wendel Ww. gehörigen Bruch bei der Kapelle täglich 10 bis 15 cbm durch 3 bis 4 Mann.

c) Quarzporphyr und Felsitporphyr.

Gegenüber dem Granit und den zugehörigen Ganggesteinen treten die übrigen Eruptivgesteine in den Vogesen sowohl an Masse, wie auch an Bedeutung zurück. Nur der Quarzporphyr oder Felsitporphyr, welcher in seiner chemischen und zuweilen auch in seiner mineralogischen Zusammensetzung dem Granit entspricht, aber durch eine zwischen den Einsprenglingen von Feldspat und Quarz gelegene vollkommen dichte Grundmasse von bräunlicher oder grauer Farbe sich von ihm unterscheidet, kommt im Rotliegenden nördlich von der Breusch (bei Urmatt, Lützelhausen und Wisch) und im Tal der Weissen Saar in ansehnlichen, lagerähnlichen Massen vor. Er ist häufig von Konglomeraten und von Tuffen (Porphyrtuffen, Tonsteinen) begleitet, d. i. von Gesteinen, welche wesentlich aus zerriebenem und zerstäubtem Porphyr selbst bestehen, aber nicht selten nachträglich verkieselt sind und dadurch eine recht beträchtliche Härte erhalten haben. Auch der Quarzporphyr von Hury bei Markirch und von Gebweiler, wo er am Rauhfels bei Wünheim eine deutlich kugelige Struktur zeigt (sog. Kugelporphyr), gehört, ebenso wie der Porphyr vom Rosskopf bei Barr und im Robinottal bei Markirch, hinsichtlich der Zeit seiner Entstehung dem Rotliegenden an. Dagegen besitzen die Quarzporphyre, welche im oberen Breuschtal bei Rothau in devonischen Ablagerungen eingeschaltet vorkommen, und der Quarzporphyr, welcher im Kulm des Oberelsasses (z. B. am Molkenrain und am Hartmannsweiler Kopf, sowie an vielen Stellen bei Thann und im Masmünstertal) eine bis zu 2000 m mächtige Einlagerung bildet und zuweilen mit Konglomeraten und Tuffen in Verbindung steht, ein höheres Alter.

Steinbrüche in diesen Porphyrgesteinen sind im Tal der weissen Saar, bei Bitschweiler im Amariner Tal und bei Aue unterhalb Masmünster im Betrieb und liefern fast ausschliesslich Strassenbeschotterungsmaterial. Einen umfangreichen maschinellen Betrieb (mit mehreren Steinbrechern, Siebtrommeln, elektrischer Bohranlage, Drahtseilbahnen) haben die Gebrüder Goepfert, Sennheim, bei Bitschweiler-Thann eingerichtet. Hier wird der meist braune Quarzporphyr von einem quarzfreien, vorherrschend grauen bis bläulichen Labradorporphyr (s. unten S. 372) begleitet. Von dem herrschenden Gestein, dessen Druckfestigkeit zu 3320 bestimmt wurde, werden durch 80 bis 100 Arbeiter im Jahr durchschnittlich 40 bis 50 000 cbm gefördert, die in dem Bezirk Oberelsass als Strassen- und Geleisschotter, zum Teil auch als Baustein, Verwendung finden.

d) Keratophyr.

Dem Quarzporphyr sehr ähnlich und wie dieser durch eine hell- bis dunkelgraue, häufig aber auch schwarze und seltener rötlichbraune dichte Grundmasse ausgezeichnet, ist der Keratophyr, der in den devonischen Ablagerungen des Breuschtals und bei St. Nabor am Odilienberg in zum Teil sehr mächtigen Lagern auftritt. Von dem Quarzporphyr ist er durch einen höheren Gehalt an Natron als an Kali ausgezeichnet und dementsprechend

sind die kleinen Einsprenglinge von Feldspat nicht Kalifeldspat, sondern vorwiegend Natronfeldspat. Der Stein zeichnet sich durch grosse Festigkeit aus und wird infolgedessen gern als Schotter für die Unterhaltung der Strassen verwendet.

Ein grosser Steinbruch im Keratophyr war an der Strasse zwischen Schirmeck und Wackenbach viele Jahre hindurch in regem Betrieb und durch Drahtseilbahn mit dem Bahnhof Schirmeck verbunden. Er lieferte vorzugsweise Schotter für die Unterhaltung der Strassen, daneben auch Splitter für Makadam und Beton; ein an 5 bis 8 m breiter Gang von rotbrauner Minette ergab ein gutes Material für Pflastersteine.

Als eine sehr fest verkittete Breccie von Keratophyr ist das Gestein zu bezeichnen, welches, von einer dunkelgrauen, etwas ins bläuliche und grünliche neigenden Farbe, bei St. Nabor am Fuss des Odilienberges in einem umfangreichen Betriebe durch die Firma Vering & Wächter ausgebeutet wird. Die Druckfestigkeit schwankt nach den Bestimmungen des Mechanisch-technischen Laboratoriums der Technischen Hochschule in München zwischen 3030 und 3350, das spezifische Gewicht zwischen 2,70 und 2,74. Mittelst maschinellen Betriebs werden von 180 bis 240 Arbeitern täglich 40 bis 80, und im Jahr etwa 15 000 Waggons Schotter erzeugt, die hauptsächlich an die reichsländische Wegebauverwaltung geliefert werden. In einem zweiten kleinen Bruch südlich von St. Nabor werden ähnliche Breccien, daneben aber auch andere, durch später eingedrungenen Granit veränderte und in harte, splittrig brechende Massen (sog. Hornfelse) umgewandelte Gesteine gebrochen und zu Schotter und Pflastersteinen verarbeitet. Nach den Angaben des Besitzers werden hier mit 25 bis 35 Arbeitern täglich 30 bis 40 und im Jahr etwa 5 bis 6000 cbm geliefert.

e) Quarzfreie Porphyre.

Die quarzfreien Porphyre (Syenitporphyr, Orthoporphyr, Porphyre brun), wie sie von schön ziegelroter Farbe lagerartig im Kulm am Rothhütel bei Thann auftreten und von mehr brauner Farbe an vielen Orten im Kammgranit des Hochfeldes und des Elsässer Belchens gangartig vorkommen, werden zurzeit noch nirgends ausgebeutet.

f) Labradorporphyr.

Dahingegen werden andere, graue bis grünlichgraue Eruptivgesteine (sog. Labradorporphyre), welche in der dichten Grundmasse kleinere oder grössere, besonders auf angewitterten Flächen deutlich hervortretende Kalknatronfeldspate (Labrador) enthalten, sowohl im Oberelsass, wo sie im Kulm (Unterkarbon) zwischen Gebweiler und der südlichen Landesgrenze mehrere an 30 bis 2000 m mächtige Lager bilden, als auch im Breuschtal, wo sie im Devon lager- und gangartig vorkommen, mehrfach gewonnen. Neuerdings sind im Rimbachtal zwischen Rimbachzell und Rimbach, Kreis Gebweiler, mehrere Brüche durch das Porphyrwerk Rimbachzell (im Besitz des Dipl.-Ing. Albert Wolff) eröffnet worden; der Stein ist grünlich, blau und grau, teilweise rötlich gefleckt, hat das spezifische Gewicht 2,77 und die Druckfestigkeit 2121 bis 2344. Vorläufig werden täglich mit 30 bis 40 Arbeitern an 120 cbm gebrochen und im mechanischen Schotterwerk zu Strassenschotter und Betonmaterial verarbeitet, das zum grössten Teil in der Nachbarschaft abgesetzt, aber auch nach der Schweiz und Baden exportiert wird. Auch in dem grossen Steinbruch bei Bitschweiler-Thann (vgl. oben S. 371) kommt Labradorporphyr neben dem Quarzporphyr vor und wird zusammen mit diesem als Beschotterungsmaterial gewonnen.

Im Breuschtal wird ein Labradorporphyr am Falkenstein bei Grendelbruch gebrochen. Die schönen Varietäten des Gesteins, welche, dem Porfido verde antico ähnlich, in der Gegend von Oberburbach auftreten, sind bisher noch nicht Gegenstand der Gewinnung und Verarbeitung gewesen; man weiss deshalb nicht, ob sie in grösseren zusammenhängenden Werkstücken oder nur in kleineren Stücken vorkommen.

g) Porphyrit.

In ihrer chemischen und mineralogischen Zusammensetzung sind den Labradorporphyren die Porphyrite und die Diabase verwandt. Die Porphyrite sind helle oder dunkle Gesteine mit einer dichten Grundmasse und mit in dieser eingestreuten kleineren Kristallen von Kalknatronfeldspat und zuweilen auch von Hornblende. Sie kommen im Kulm des Oberelsasses (z. B. bei Thann) und im Devon des Breuschtals mehrfach vor und treten hier (im Gegensatz zu den oben erwähnten gangförmigen und weniger dicht ausgebildeten Dioritporphyriten) hauptsächlich lagerartig auf. Ein nennenswerter Steinbruchsbetrieb findet auf sie nicht statt.

h) Diabas, Gabbro, Serpentin.

Die Diabase sind dunkelgrüne bis schwarze, meist fein-, seltener mittel- und grobkörnige Gesteine, ohne porphyrische Struktur. Sie finden sich in Form oft recht mächtiger Decken im Devon des Breuschtals, hier auch in Gesellschaft tuffartiger Gesteine (sog. Schalsteine), ferner in einigen unbedeutenden Lagern (sog. Proterobas, Leukophyr) in den Steiger Schiefern bei Breitenbach im Weilertal, sowie im Kulm bei Weiler im Amarinertal und in der Umgegend von Masmünster. Das in seinen feinkörnigen Varietäten besonders zähe Gestein, das sich zur Wegebeschotterung recht wohl eignet, wird hier und da in kleinen Steinbrüchen, so bei Breitenbach, im Dononsattel und auf der Westseite des Donon in der Nähe des Forsthauses Petersberg gewonnen, auch in einem grösseren, mit maschinellem Betrieb eingerichteten Steinbruch bei Schwarzbach im Breuschtal. Das Gestein von Schwarzbach ist dunkelgrün, mittel- bis grobkörnig und hat nach den Angaben des Besitzers Franz Vogt ein spezif. Gewicht von 2,95 und eine Druckfestigkeit von 3460. Die Tagesproduktion bei etwa 300 Arbeitern ist 300 Tonnen. Das Schotterwerk ist durch Drahtseilbahn mit dem Bahnhof Wisch verbunden. Abnehmer des Schotters und der Splitter sind die Wegebauverwaltung des Bezirks Unterelsass, die Stadt Strassburg und verschiedene Kreisbauämter in Lothringen.

Die gröberen Abarten von Diabas, welche, von graugrüner und rötlichbrauner Farbe, zwischen Salm und Fréconrupt bei Schirmeck im Devon und, hellfarbig und grobstruiert, in dioritähnlicher Ausbildung im Kulm oberhalb Ermensbach im Dollertal vorkommen, haben bisher noch keine Verwendung gefunden.

Das Gleiche gilt von den grobkörnigen Gesteinen, welche sich im Kulmgebiet des Oberelsasses teils in selbständigen Massen (so am Uhufels bei Odern), teils als Einschlüsse in grobkörnigen Konglomeraten, so am Thalhorn bei Wesserling, vorfinden. Diese als Gabbro bezeichneten Felsarten bestehen aus Kalknatronfeldspat und Diallag. Mit ihnen zusammen kommen auch Olivin-Enstatitgesteine vor, in der Regel in dunkelgrünen, äusserlich gelbbraun verwitternden Serpentin umgewandelt. Man kennt solchen Serpentin ausser vom Thalhorn auch vom Drehkopf und Drumont (Trimont) bei Wesserling, wo er in Kulmablagerungen auftritt, auch aus dem Gneis im Rauental bei Markirch und von Diedolshausen. Eine Verwendung

hat das Gestein bisher noch nicht erfahren, vermutlich weil es zu weich und zu kurzklüftig ist.

i) Basalt.

Als jüngstes Eruptivgestein in Elsass-Lothringen, erst in der Tertiärzeit gebildet, erscheint der Basalt. Das dichte, schwarze Gestein ist schon seit längerer Zeit von Reichshofen und von Reichenweier bekannt; aber an beiden Orten ist es als gutes Strassenbeschotterungsmaterial schon vor langer Zeit vollständig ausgebrochen worden.

III. Sedimentärgesteine.

a) Schiefer.

In den Südvogesen, zwischen der Doller und dem oberen Lauf der Fecht, und in den mittleren Vogesen in der Umgebung des Weiler- und Breuschtales treten in grösserer Ausdehnung Tonglimmerschiefer und Tonschiefer auf, die dem Cambrium, Devon und Unter-Carbon (Kulm) angehören. Die licht-, dunkel- und rötlich-grauen, bisweilen auch fast schwarzen, feinkörnigen bis dichten Gesteine finden bei Strassenbauten in jenen Gebieten vielfach als Beschotterungsmaterial Verwendung. Sie sind nämlich oft verkieselt (und dann geradezu als Quarzitschiefer ausgebildet) oder sie führen, wie die kambrischen Weiler Schiefer, Quarz in Knauern und linsenförmigen Lagen. Es kommt hinzu, dass sie für gewöhnlich keiner wesentlichen Zerkleinerungsarbeit bedürfen, da sie meist stark zerklüftet und unregelmässig abgesondert, zuweilen auch griffelartig zerfallen auftreten.

Tonschiefer, welche sich als Dachschiefer benutzen lassen, kommen nur in geringer Ausdehnung vor. Meist sind sie nicht ebenflächig und dünnschiefrig genug oder sie sind transversal geschiefert, so dass sie zu kleinen Stücken zerfallen, und endlich schalten sich stellenweise quarzitische Lagen ein, wodurch die Anwendbarkeit des Materials sehr beeinträchtigt wird. Ein alter Dachschieferbruch liegt in devonischen Schichten an dem Wege, der von Minières über die ehemalige Ferme La Crache nach dem französischen Dorf Raon-les-Leau führt, südwestlich vom Donon, hart an der Landesgrenze. Ein lohnender Abbau jener rötlich bis dunkelgrauen, ebenflächigen Schiefer könnte — wegen seiner für das eigene Land ungünstigen Lage — nur bei einem Absatz nach Frankreich hin stattfinden.

Ebenfalls nicht mehr im Betrieb ist ein Dachschieferbruch im sogenannten Schiefertal, einem Seitentälchen des Haselbachtales zwischen Oberhaslach und Nideck, wo devonische Tonschiefer auf kurze Erstreckung unter dem Rotliegenden hervortreten.

b) Hornfels.

Ein gutes Schottermaterial geben gewisse im Kontakt mit Granit veränderte Gesteine ab. Es sind die Schiefer-, Grauwacken- und Konglomerathornfelse. Sie sind aus Tonschiefern, Grauwacken und Konglomeraten dadurch entstanden, dass mächtige Granitmassen in der Zeit zwischen der Bildung des Kulms (Unterkarbons) und des Oberkarbons in jene alten Schichtgesteine in glutflüssigem Zustande eindrangen, und dass durch die Hitze und die bei der Erstarrung des Granits freiwerdenden Gase und Dämpfe eine Veränderung ihrer Struktur und eine teilweise Umkristallisierung ihrer Gesteinsgemengteile stattfand. Die so gebildeten Hornfelse sind durch grosse Festigkeit und Zähigkeit ausgezeichnet. Sie lassen in der Regel keine Schichtung mehr erkennen, und besitzen den Charakter eines massigen Gesteines. Die Farbe der frischen Hornfelse ist graublau, rötlichgrau, dunkel-

grau und blauschwarz, das Korn ist sehr fein; oft sind die Gemengteile selbst mit einer Lupe nicht mehr erkennbar.

Grauwackenhornfels neben Schieferhornfels treffen wir im Oberelsass als Kappe auf dem Granit. Sie setzen den Gipfel des Grossen Belchen, des höchsten Berges der Vogesen zusammen. Je nachdem Feldspat oder Glimmer als auffallende und charakteristische Neubildungsprodukte auftreten, kann man Feldspathornfelse oder Glimmerhornfelse unterscheiden. Die Grauwackenhornfelse verraten ihren Ursprung aus Grauwacke durch die zahlreich eingeschlossenen Quarzkörner.

Im Unterelsass treten Schieferhornfelse besonders am Rand des Hochfeld-Granites auf. So bestand im Andlautal unterhalb der Ruine Spesburg zwischen Andlau und Hohwald bis Ende des vorigen Jahrhunderts ein kleiner Steinbruch, der Material für die Beschotterung der benachbarten Strassen lieferte. Es wurde hier ein durch Neubildung von Andalusit und Turmalin ausgezeichneter Andalusithornfels gebrochen.

Ferner befindet sich etwa 80 m höher als das Forsthaus Donon, an dem Pfade, der zum Gipfel führt, ein Steinbruch in einem dunkelblaugrauen Hornfels, der nur noch sehr undeutlich seine Entstehung aus Tonschiefern und devonischen Konglomeraten verrät.

Gleiche Gesteine werden zeitweise für den Lokalbedarf in kleinen Brüchen an der Strasse von Framont nach dem Donon und nach Salm, sowie bei Pont-des-Bas zwischen Rothau und Fouday, gewonnen. In diesen Konglomerathornfelsen treten mitunter auch Quarzitbänke auf, wie z. B. auf der Nordseite des Mathiskopfes bei Grandfontaine, wo sie zur Strassenbeschotterung der Waldstrassen Verwendung finden.

c) Konglomerate und Grauwacken.

Deutlicher als bei den zuletzt erwähnten Hornfelsen zeigt sich die konglomeratische Natur bei den Gesteinen zwischen Barenbach und Russ auf dem rechten Breuschufer, welche zumeist keine Veränderung durch den Granit erfahren haben. Sie werden oberhalb der letzten Häuser von Russ in einem kleinen Steinbruch als Beschotterungsmaterial gewonnen, enthalten als Gerölle neben mitteldevonischem Kalk zahlreiche Eruptivgesteine und dürften ein mitteldevonisches Alter haben.

Die groben Konglomerate gehen im Gebiet der Breusch in kleinkörnige bis dichte Gesteine über, die als Grauwacke bezeichnet werden. Sie besitzen eine grosse Ausdehnung zwischen dem Tälchen, das von Hersbach nach NW zieht, und zwischen dem Nordabhang des Wischer Tales, eines linken Seitentales der Breusch. Die Grauwacken sind in frischem Zustand dunkelgrünlichblau, meist sehr gleichmässig feinkörnig bis dicht, enthalten viel Quarz und führen mehr oder weniger häufig Bruchstücke von kieseligem Tonschiefer; nur selten finden sich konglomeratisch ausgebildete Zwischenlagen. Ab und zu schliessen die Grauwacken schlecht erhaltene Steinkerne von Crinoiden ein. Die Breuschtalgrauwacke liegt in steiler Stellung im Wechsel mit grauen und dunkelblaugrauen Tonschiefern, Kieselschiefern und Grauwackenschiefern, das sind feinkörnige bis dichte, durch zahlreiche kleine, parallel gelagerte Glimmerschüppchen schiefrige Gesteine.

In der Grauwacke sind zahlreiche Brüche angelegt. Der südlichste liegt an dem Bergabhang südlich von Hersbach und soll in kommender Zeit eine bedeutende Vergrösserung erfahren. Am oberen Ende des Tälchens nordwestlich von Hersbach, an der Strasse von Wisch nach dem Donon, finden sich einige ältere, kleinere Steinbruchsversuche, die zwar ein sehr gutes, dichtes Gestein antrafen, aber für den Transport ungünstig gelegen sind. Eine in dieser Hinsicht bedeutend vorteilhaftere Lage besitzen die Stein-

brüche im Wischer Tal, die aber jetzt bis auf einen nicht mehr in Betrieb sind. Die letzten talaufwärts befinden sich bei der Sägemühle Klein-Wisch II. Sie haben, ebenso wie der Bruch nahe der Einmündung des Kleinwischer-Baches in den Netzen-Bach des Wischertales, keine grosse Ausdehnung und lieferten hauptsächlich Material für den Bau der grossen Talstrassen. Umfangreichere, noch bis in die jüngste Zeit betriebene Brüche liegen auf der rechten Talseite am Waldrand, schräg gegenüber der Sägemühle Klein-Wisch I und am Eingang eines kleinen, NS verlaufenden Seitentälchens, eine halbe Stunde oberhalb von Wisch-Netzenbach. In diesem zuletzt genannten Bruche wechseln mehrere unter 40 bis 50 Grad nach SO fallende mächtige Grauwackenbänke mit dünnen dunkelgraublauen Bandschiefern. Die Grauwacke wird vorzugsweise als Pflasterstein und als Strassenbeschotterungsmaterial verwandt und dient in den benachbarten Ortschaften bisweilen zum Häuserbau.

Ebenfalls mit dem Namen „Grauwacke" werden im Breuschtal hellgraue, bisweilen etwas rötlich gefärbte quarzitische Arkosen oder Kieselarkosen bezeichnet. Sie liegen im häufigem Wechsel mit roten, zum Teil sehr intensiv gefärbten Tonschiefern. Das Gestein besteht vorwiegend aus grösseren und kleineren Quarzkörnern und enthält mehr untergeordnet Körner von Feldspat und Blättchen von Glimmer. Bisweilen führt es auch Bruchstücke von dunklem Kieselschiefer und erscheint dann brecciös oder es treten helle Quarzkiesel bis zu Haselnussgrösse auf, wodurch ein konglomeratischer Habitus entsteht. Nordwestlich von Schirmeck führt die Arkose eckige oder wenig abgerollte Kalkbruchstücke, die in der Hauptsache aus Korallen und Stromatoporen bestehen und auf ein devonisches Alter hindeuten. Die Arkose findet sich in grosser Ausdehnung zwischen dem Tommelsbach, einem linken Seitenbach der Breusch nördlich von Schirmeck, und zwischen dem Tälchen, das sich von Hersbach nach NW hin erstreckt, ferner im obersten Teil des Wischer Tales, wo sie eine Reihe von Dolomitklippen einschliesst, und endlich auf dem rechten Breuschufer zwischen Mühlbach und Urmatt, wo sie sich wesentlich am Aufbau des Hahnenberges beteiligt.

In der Kieselarkose befindet sich ein grosser Steinbruch an der Eisenbahn zwischen Schirmeck und Hersbach. Dieser gehört der Reichseisenbahn, die hier das Beschotterungsmaterial für nahezu sämtliche Bahnkörper der Reichseisenbahn in Elsass-Lothringen gewinnt. Durch das Vorherrschen des Quarzes und die innige Verbindung der Mineralien durch überwiegend kieseliges Bindemittel, ist das Gestein recht zäh und gegen Druck sehr widerstandsfähig. Die Druckfestigkeit beträgt 2365 kg pro qcm. Auch die Abnützung ist eine äusserst geringe und beträgt bei 200 Umdrehungen der Gusseisenscheibe von 49 cm Normalradius dem Gewicht nach nur 6,4 g, dem Volumen nach nur 2,4 cbcm. Bis 1912 bestand Handbetrieb, von 1913 an wird Maschinenbetrieb und eine Brechanlage eingerichtet. Es soll dadurch die Jahresproduktion auf 50 000 cbm erhöht werden. 1912 waren 80 bis 100 Arbeiter beschäftigt.

Die Grauwacken des Oberelsasses gehören zwei Stufen an.

In der unteren, welche zwischen der Doller und dem Oberlauf der Fecht in einer Mächtigkeit von annähernd 2000 m zutage tritt, wechsellagert die Grauwacke mit braunen und schwarzen Tonschiefern und mehreren mächtigen Einlagerungen von Diabas und grauem Labradorporphyr. Das unverändert frische Gestein besitzt eine hellgraue oder grünlichgraue Farbe; in Hornfelsausbildung, wie zwischen Moosch und dem Grossen Belchen (siehe oben S. 375), hat es eine dunklere Färbung.

Unveränderte Grauwacke der unteren Stufe wird in einem Steinbruch 500 m südöstlich von Moosch im Thurtal gebrochen und zu Pflastersteinen und Strassenschotter benutzt. Ihre Bänke liegen hier horizontal und bilden den Kern eines von SO nach NW streichenden Gewölbes. Leider sind die Pflanzenreste, welche in dieser Grauwacke auftreten, nicht charakteristisch genug, um zu entscheiden, ob sie und die ganze untere Stufe dem ältesten Unterkarbon oder dem Devon angehört.

Die Grauwacken der viel mächtigeren oberen Stufe sind unzweifelhaft dem Unterkarbon oder Kulm zuzurechnen; denn in ihnen (und zwar in Kalkbänken, die ihnen eingeschaltet sind), finden sich tierische Versteinerungen des Unterkarbon. Die obere Stufe ist am Ost- und Südrand der Vogesen südlich vom Lauchtal verbreitet und umfasst in einem weiten, nach Norden offenen Bogen die ältere Stufe. Neben schwarzen Tonschiefern und Sandsteinen finden sich im tieferen Teil der oberen Stufe konglomeratische und feinkörnige Grauwacken und ferner solche von dichter Beschaffenheit und meist muscheligem Bruch. Eingelagert sind ihnen mächtige Lager von braunem Labradorporphyr und Quarzporphyr, ferner Konglomerate und tuffartige Breccien von Porphyrit und Quarzporphyr.

Mehrfach wurden in der Grauwacke der oberen Abteilung Steinbrüche angelegt. Im oberen Thurtal, kurz vor St. Amarin, liegt ein grosser Steinbruch für Beschotterungsmaterial in einer dichten blauen, mit Schiefer wechselnden Grauwacke. Dieselbe Ausbildung zeigt das Gestein im Bruch Löffelbach bei Weiler (A. Goepfert & Cie., Sennheim). Bei einer Arbeiterzahl von 8 bis 10 Mann wurden hier 8 bis 10 000 cbm im Jahr gewonnen. Das Material findet zu Geleis- und Strassenbeschotterung Verwendung.

Ferner befindet sich noch ein grosser Bruch auf der rechten Thurseite zwischen Thann und Bitschweiler in einer an Pflanzenresten reichen, dichten, blauen Grauwacke. Durch seine Pflanzenreste besonders bekannt geworden ist der sogenannte „Versteinerte Wald“ von Thann, ein Steinbruch in einer normal ausgebildeten Grauwacke, deren Bänke ziemlich steil (unter 40 bis 70 Grad) aufgerichtet sind. Gegenwärtig ist der Betrieb infolge einer vor mehreren Jahren erfolgten starken Rutschung eingestellt. Es ist dies sehr zu bedauern, da die Grauwacke sich durch besondere Härte auszeichnete und auf grössere Entfernung, selbst nach Frankreich hin, als Pflasterstein verfrachtet wurde.

d) Quarzit.

In Lothringen treten Gesteine der paläozoischen Zeit nur in der Nähe von Sierck, besonders am Ausgang des Montenacher Tales, in sattelförmigen Erhebungen an zwölf oberflächlich von einander getrennten Stellen zutage. Es sind rotbraune, seltener weisse, deutlich geschichtete Quarzite, welche in steilen, bis 60 m hohen kahlen Wänden entblösst sind und von nahezu horizontal gelagerten Bildungen der Trias, besonders von Voltziensandstein und Muschelsandstein überdeckt werden.

Der Quarzit bildet, zusammen mit untergeordneten Einlagerungen von Serizitschiefern, die westlichen Ausläufer des unterdevonischen Hunsrück- oder Taunusquarzits. Er ist durch grosse Widerstandsfähigkeit ausgezeichnet. Das mechanisch-technische Laboratorium der technischen Hochschule München gibt für den Quarzit von Sierck die hohe Druckfestigkeit von 2850 kg pro qcm und für die Abnützung den Betrag von 8,2 g an. Der Quarzit wird bei Sierck in einem grossen Steinbruch gewonnen und zu Pflastersteinen und Beschotterungsmaterial verwendet; auch eignet er sich hervorragend zur Betonbereitung.

e) Sandstein.

Sandsteine, die sich zu Bauzwecken eignen, finden sich in Elsass-Lothringen nicht nur in der als Buntsandstein bezeichneten Abteilung der Triasformation, sondern auch in der älteren Formation des Rotliegenden sowie in dem jüngeren Keuper und Tertiär.

Das Rotliegende liefert im Tal des Champenay-Baches, eines linken Seitenbaches der oberen Breusch, einen rötlichgrauen Plattensandstein, der besonders schön in dem grossen Steinbruch der Gebr. Marchal in Champenay, im Walde links von der Strasse von Champenay nach dem Hantz, aufgeschlossen ist. Der Sandstein ist feinkörnig, reich an Kaolin, gewöhnlich weiss und rot gestreift und schliesst in einzelnen etwas gröberen Bänken ab und zu Porphyrbrocken ein. Da das Gestein recht gleichmässig und frostbeständig ist, die hohe Druckfestigkeit von 957 kg pro qcm besitzt und sich leicht bearbeiten lässt, so wird der Champenaysandstein im Breuschtal und in der nächsten Umgebung bei dem Hausbau als Fenster- und Treppenstein viel verwendet. Aus ihm wurde auch die Rabenbrücke in Strassburg und die Brücke von Breitenbach bei Weiler erbaut. Die Jahresproduktion betrug 1912 bei einer Arbeiterzahl von 20 bis 25 Mann etwa 600 cbm.

Ein zweiter Bruch in demselben Sandstein, ganz in der Nähe des vorher erwähnten, ist Staatseigentum. Sein Material findet als Sockel- und Treppenstein besonders bei staatlichen Gebäuden in Elsass-Lothringen Verwendung. Im Jahre 1912 wurden annähernd 1000 cbm gewonnen.

Besonders reich an Sandstein ist die Schichtenfolge des Buntsandsteins.

Der reichsländische Buntsandstein entspricht dem Vorkommen im östlichen und nördlichen Schwarzwald. Er setzt mit geringem Einfallen nach Westen Nordvogesen und Hardt zusammen. Im Rheintal ist er an mächtigen Spalten zur Tiefe gesunken und vielfach von jungen Ablagerungen bedeckt. Nördlich der Linie Saarbrücken-Grünstadt (Pfalz) ist er durch Erosion entfernt; auch südlich vom Breuschtal hat er sich nur noch in Lappen und Streifen von geringerer Ausdehnung erhalten, namentlich aber in den Senkungsgebieten zwischen den Rheintalspalten. Im Westen taucht er unter den lothringischen Muschelkalk unter.

Wie in anderen Gebieten lässt sich der Buntsandstein in drei Hauptabteilungen gliedern, deren Unterscheidung auch technisch von Bedeutung ist, weil die Verwendung der einzelnen Lagen oft eine verschiedene ist. Statt der allgemeinen Bezeichnung Vogesensandstein sollte man sich deshalb besser der geologischen Schichtbezeichnungen bedienen.

Man unterscheidet im Buntsandstein folgende Unterabteilungen:

Oberer Buntsandstein (Voltziensandstein, Zwischenschichten, Hauptkonglomerat).

Mittlerer Buntsandstein oder eigentlicher Vogesensandstein.

Unterer Buntsandstein; nur im nördlichen Unterelsass entwickelt.

In der Gegend von Weissenburg und Niederbronn kommt der Untere Buntsandstein in einer Mächtigkeit von 40 bis 50 m vor. Er besteht aus tiefroten, feinkörnigen, tonigen, glimmerigen, leicht schiefernden Sandsteinen, die nur selten in dickeren Bänken brechen und zwischen denen Schiefertonlagen eingeschaltet sind. In einigen Brüchen westlich von Weiler und bei Niederbronn wurde dieser Sandstein früher ausgebeutet, ist aber jetzt vollständig von dem viel besseren Material der nahen Pfalz verdrängt worden, wo er in geschlossenen Bänken auftritt und Anlass zu einem ausgedehnten Steinbruchbetrieb gegeben hat. In Weissenburg usw. findet dieses Material mit Vorliebe Verwendung.

Von weitaus grösserer Bedeutung ist der Vogesensandstein. Er zeichnet sich durch eine mittlere bis grobe Körnung, Glimmerarmut, dicke Bankung sowie durch das Fehlen von Pflanzenresten aus und wird besonders in seiner unteren Hälfte vielfach von Konglomeraten begleitet. Häufig ist diskordante Schichtung zu beobachten. Die Zusammensetzung und Festigkeit des Vogesensandsteins unterliegt in den verschiedenen Gegenden geringen Schwankungen.

In der Gegend von Weissenburg ist die untere Abteilung des Vogesensandsteins technisch von Wichtigkeit. In den ersten Steinbrüchen nördlich der Hauptstrasse Weissenburg-Klimbach wechseln gleichmässige feste, geschlossene Sandsteinbänke mit andern durch häufige Tongallen unbrauchbaren Lagen ab. Die Sandsteine bestehen hauptsächlich aus kleinen, durch vorherrschend kieseliges Bindemittel fest verkitteten Quarzkörnern und sind deshalb bedeutend härter, als die des Unteren Buntsandsteins; sie eignen sich zum Teil ganz gut zu Pflastersteinen. Da der Sandstein aber nur selten in grösseren Quadern bricht, ist er nur in einzelnen Lagen zur Herstellung von Trögen, Pfeilern usw. brauchbar.

In der Gegend westlich von Buchsweiler ist der Untere Vogesensandstein vorherrschend aus farblosen, bis 2 mm grossen Quarzkörnern und untergeordnet aus weissen Körnchen von kaolinisiertem Feldspat zusammengesetzt. Die Farbe ist wein- bis ziegelrot, weiss oder gelb. Steinbrüche zur Gewinnung von Bau- und Schleifsteinen finden sich westlich Weinburg, bei Dossenheim, Neuweiler, Weitersweiler und Forsthaus Rauschenburg, ferner im Modertal nordnordwestlich von Ingweiler. Der Obere Vogesensandstein ist in der Gegend westlich von Buchsweiler gleichmässig feinkörnig (Korngrösse: ½ bis ⅓ mm), rot, glitzernd, teils lockerer, teils fester. Eine 4 bis 5 m mächtige Bank wird in einem Steinbruch am Südwesthange des Bruderberges als Baustein gebrochen. Geröllführende Sandsteine werden am Katzenberg gewonnen.

In der Gegend von Saareinsberg, Saarbrücken und St. Avold ist der Vogesensandstein stellenweise über 300 m mächtig. Er ist hier ziemlich grobkörnig, ziegelrot oder gelb. Seine Festigkeit ist auch hier sehr verschieden. Bauwürdige Sandsteine finden sich hier sowohl in den unteren geröllführenden als auch in den oberen geröllfreien Schichten. Die oberen gesimsartig hervortretenden Gesteinsbänke sind aber zu wenig fest, um für Bauzwecke verwendet zu werden. Dagegen eignen sich die dünnschichtigen, mürben Sandsteine, welche besonders an der Grenze gegen den Oberen Buntsandstein vorherrschen, sehr gut zur Sandgewinnung. Sandgruben befinden sich besonders bei Völklingen, Püttlingen, Burbach, Hargarten, Lubeln, St. Avold und Forweiler (bei Ludweiler).

Die meisten Steinbrüche des Vogesensandsteins liegen am Abfall der Hardt gegen die Vorberge hin und bei Zabern. Der Untere Vogesensandstein (Pseudomorphosensandstein) reicht infolge des westlichen Einfallens im Zorntal etwa bis zum Tunnel nordwestlich Stambach und der Obere Vogesensandstein bis zur Zornmündung.

Die Brüche bei Zabern liefern einen hellroten grobkörnigen Sandstein, der dem Unteren Vogesensandstein angehört. Grosse Steinbrüche liegen im Zorntal bei Lützelburg und zu beiden Seiten des Rhein-Marnekanals. Dieselben Lagen werden auch bei Stambach ausgebeutet. Ueberall ist hier bequeme Gelegenheit zu Wasser- und Bahntransport.

Im Breuschtal steht bei dem Bahnhof Heiligenberg, mit diesem durch Gleisanschluss verbunden, ein grosser, von der Firma Vogt & Armbruster betriebener Bruch in den Schichten des Oberen Vogesensandsteins nahe unter dem Hauptkonglomerat. Der Stein ist von roter Färbung (fleisch-

farben) und zeigt feine Körnung. Er eignet sich zu allen Arten von Bausteinen, wird aber besonders zu Quader-, Bord- und Grenzsteinen verarbeitet. Die Jahresproduktion beträgt annähernd 600 cbm Werksteine, 900 cbm Mantelsteine und 12 bis 15 000 cbm Bruchsteine. Der Steinbruch lieferte das Material für verschiedene Neubaustrecken der Eisenbahn (Dammerkirch-Pfetterhausen, Colmar, Schlettstadt), ferner für die Moselbrücke bei Metz-Longeville, für Stations- und Wohngebäude usw. Nach den Untersuchungen des Mechan.-techn. Laboratoriums der Technischen Hochschule in München (1910) schwankt die Druckfestigkeit dieses Sandsteins zwischen 823 und 1250 kg/qcm. Das spezifische Gewicht beträgt 2,32 bis 2,37 und in nassem Zustande 2,32 bis 2,40. Die Wasseraufnahme in Prozenten des Gewichts beträgt 2,94 bis 3,12; in Prozenten des Volumens 6,97 bis 7,29. Die Druckfestigkeit ist in nassem Zustande 757 bis 826.

Steinbrüche im Vogesensandstein waren oder sind noch im Betrieb am Kohler-Berg, nordwestlich Niederburbach bei Sentheim, ferner bei Sulz und am Oberlinger zwischen Bühl und Gebweiler, am Schimberg nördlich Bühl, am Hohnack und bei Ingersheim.

Aus den grossen Steinbrüchen zwischen Pfaffenheim und Sulzmatt stammt das Material, welches seinerzeit zum Bau der Festung Neu-Breisach verwendet wurde.

Ueber dem Vogesensandstein stellt sich in der Regel das Hauptkonglomerat ein, eine bis 20 m mächtige Folge geröllreicher Sandsteine, die auch landschaftlich eine grosse Rolle spielen, indem sie als Felszonen in mächtigen Gesimsen und in Plateaus hervortreten, so z. B. im Zorntal, am Odilienberg, auf Hohbarr und an zahlreichen anderen Punkten. Die Mächtigkeit des Hauptkonglomerats ist im Süden am grössten und nimmt gegen Norden ab. In der Umrandung der Kreuzwalder Ebene setzt es vielfach ganz aus. Technisch ist es von geringerer Bedeutung.

Auf das Hauptkonglomerat folgen die sogenannten Zwischenschichten, die vorwiegend aus einem raschen Wechsel von grob- und feinkörnigen Sandsteinen bestehen. Die braun- bis schmutzig-violettroten Sandsteine enthalten besonders auf den Schichtflächen reichlich kleine Glimmerschüppchen. Ihre Mächtigkeit steigt bis zu 65 m. Abbauwürdige Bänke finden sich an verschiedenen Stellen, so in der Gegend von Saareinsberg, im Steinbruch nördlich von Münzthal am Wege nach Enchenberg und südlich Sucht; ferner bei Pfalzburg, wo sie in einem grösseren Bruch zwischen Dreihäuser und Dannelburg gewonnen werden. Eine besonders rege Steinbruchstätigkeit hat sich am Rhein-Marnekanal in dem Sandstein der Zwischenschichten entwickelt, der unterhalb des Bahnhofs Arzweiler auf eine grössere Erstreckung die Gehänge zusammensetzt und gegen Westen unter dem Voltziensandstein verschwindet. Er eignet sich besonders gut zu Mühl- und Schleifsteinen. Erwähnt seien die Brüche nordwestlich von Lützelburg, nördlich Schleuse 10, und besonders die in der Gegend von Garburg, ferner die Brüche nördlich und südwestlich von Ottersthal bei Zabern und südlich Forsthaus Elmersforst, westlich von Balbronn (Blatt Molsheim). An vielen anderen Orten werden die Zwischenschichten zusammen mit dem Unteren Voltziensandstein abgebaut.

Der Voltziensandstein ist, obwohl nur 15 bis 20 m mächtig, als Baustein von höchster Wichtigkeit. Die Bezeichnung rührt von dem Vorkommen der Reste eines Nadelholzes her, das nach dem um die Geologie des Elsass hochverdienten Bergingenieur Voltz von Brogniart Voltzia benannt wurde. Der Name Voltziensandstein hat bei den Technikern bisher keinen Eingang gefunden, obgleich im ganzen Reichsland kaum eine andere Ge-

steinsart in so vielen Brüchen gewonnen wird, als gerade dieser Sandstein, und eine bestimmte Benennung sehr am Platze wäre.

Der Voltziensandstein besteht aus feinkörnigen, tonigen und glimmerführenden, roten, grauen oder hellgelben und auch gefleckten, vielfach ziemlich dickbankigen Sandsteinen, welche sich teilweise zu Werksteinen und feineren Skulpturarbeiten eignen. Pflanzenreste, die häufig in Nestern angesammelt vorkommen, sind für den Voltziensandstein eine charakteristische Erscheinung. Weisse glänzende Glimmerblättchen bedecken in einzelnen Lagen die Schichtflächen oft vollständig. Sie bedingen leicht ein Aufblättern des Sandsteins, besonders wenn dieser bei Bauten auf den Kopf gestellt, nicht auf das Lager gelegt wird. Am zweckmässigsten wäre es deshalb, glimmerreiche Sandsteine gar nicht zu verwenden. Die Bänke des Voltziensandsteins keilen ebenso wie die Zwischenlagen von Schieferton oft rasch aus; infolgedessen bieten benachbarte Teile eines und desselben Steinbruchs zuweilen ganz verschiedene Schichtenfolgen.

Weitaus die grössten Betriebe im Voltziensandstein befinden sich in der Gegend von Arzweiler (Lothringen). Mehrere Brüche (Bopp & Dintzner) liefern weisse, rote, graue, gelbliche sowie gefleckte und geflammte Sandsteine, besonders für Monumente, zu Tief- und Hochbauten und für Schleifsteine. Bei durchschnittlich 250 Arbeitern, Bremsbergen und Gleisanschlüssen und mittels zwei mit Dampf betriebenen, amerikanischen Schrot- und Bohrmaschinen beläuft sich die Tagesleistung auf 300 cbm, die Jahresproduktion auf 80 bis 100 000 cbm. Die Brüche, die nahe am Rhein-Marnekanal liegen und deshalb billig verfrachten können, übernehmen grössere Lieferungen fürs In- und Ausland.

Ueber die Eigenschaften des weissgrauen Voltziensandsteins von Arzweiler liegen sichere Angaben aus der Königlichen Prüfungsstation für Baumaterialien in Berlin vor.

In lufttrockenem Zustande hatte das Gestein in der Spaltrichtung die Druckfestigkeit im Mittel 542 kg/qcm, senkrecht zur Spaltrichtung 640 kg, in wassersattem Zustande 553 kg, ausgefroren an der Luft 505 kg, ausgefroren unter Wasser 525 kg. Die Wasseraufnahme betrug pro 1 kg Probegewicht 0,056; in Prozenten des Gewichts 5,1 bis 5,6; das spezifische Gewicht 2,122; die Abnutzung 18,6 ccm.

Der Bruch „Paradies“ (Gertiser) bei Arzweiler liefert ebenfalls schöne Sandsteine für Bildhauerarbeiten und zu Haus- und Wasserbauten. Bei 20 Arbeitern, Handförderung, Transportbahn vom Bruch zum Kanalhafen, Verladekran usw. beläuft sich die Tagesleistung auf 8 cbm Hausteine und 20 bis 30 Tonnen Bruchsteine. Von hier stammt zum Teil das Material für die beiden Ministerialgebäude in Strassburg (hellgelber Voltziensandstein); für die Magdalenen- und Kronenburger Kirche und andere grössere Gebäude in Strassburg.

Ein anderer grosser Steinbruch (G. Siebert) beschäftigt an 200 bis 250 Arbeiter. Bei Hand- und Maschinenförderung, Bremsbergen und Motorbetrieb, Schottermaschinen, elektrischen Kranen usw. beläuft sich die Jahresproduktion auf 150 000 Tonnen. Weisser Baustein wurde für die Christuskirche, roter und gelber Sandstein für das Dombauamt in Mainz geliefert. Auch für die Rheinregulierung findet der Stein Verwendung.

Im Steinbruch Niederweiler in Lothringen (E. Léveque) wird ebenfalls ein fein- und mittelkörniger Voltziensandstein von ähnlicher Färbung und gleicher Druckfestigkeit abgebaut. Bei durchschnittlich 85 Arbeitern, Hand- und Maschinenförderung, Derrick-Kran mit Dampflokomobile werden jährlich an 45 000 Tonnen gefördert. Der Postneubau und das Gewerbehaus in

Metz sind mit insgesamt 3800 cbm Hausteinen aus diesem Material aufgeführt worden.

In der Gegend von Pfalzburg ist der Voltziensandstein unter dem Namen „Pfalzburger Sandstein" bekannt. Aus den grossen Brüchen bei Wilsdorf in Lothringen (Carl Ackermann, Lützelburg), die mit durchschnittlich 40 Arbeitern betrieben werden (Jahresproduktion zirka 2000 cbm) und Gleisanschluss nach dem Rhein-Marnekanal und Station Lützelburg besitzen, stammt das Material für das Hauptpostgebäude, für das Landesausschuss- und Bahnhofsgebäude, zum Teil auch für die Bibliothek in Strassburg. Auch findet von dort Versand nach der Schweiz (Basel, Lausanne) und nach Frankreich statt.

Sandstein aus der Zone des Voltziensandsteins wird ferner im Reichslande noch in folgenden Betrieben gewonnen:

1. In der Gegend von Lützelstein und Drulingen, z. B. bei Hinterwald zwischen Hangweiler und Graufthal. Brüche von Büst (Carl Brua). Druckfestigkeit des Sandsteins 500 bis 600 kg/qcm, spezifisches Gewicht 2,20. Arbeiterzahl 35 bis 100, Hand- und Maschinenförderung, Jahresproduktion 1000 bis 3000 cbm. Lieferungen: Gedächtniskirche in Speyer, Johanneskirche in Darmstadt usw. Brüche von Büst, Gemarkung Hinterwald (Gebr. Schneider). Druckfestigkeit des Steins 408 bis 525 kg/qcm, Arbeiterzahl 30 bis 40, Jahresproduktion zirka 1500 cbm Hausteine. Lieferungen: Universität Strassburg, Christuskirche in Mainz, Kasernen in Saarburg, Karlsruhe, Neubreisach.

2. In der Gegend von Diemeringen (Saar-Union). Brüche nordöstlich von Bütten. Bruch von Mackweiler (Steinindustrie Schachenmühl G. m. b. H.). Druckfestigkeit zirka 600 kg/qcm, Arbeiterzahl 50, Jahresproduktion zirka 1500 cbm.

3. In der Gegend von Wolmünster und Saareinsberg. Brüche bei Weisskirchen, Wolmünster, Schweyen, Ohrenthal, Olsberg usw.

4. In der Gegend nördlich und nordwestlich von Saargemünd und Forbach. Brüche bei Fechingen. Bruch von Zinzingen bei Grossblittersdorf (Gebr. Fink). Mittlere Druckfestigkeit 404 kg/qcm, Jahresproduktion 300 cbm Haustein, 900 cbm Mauerstein. Lieferungen: Grössere Geschäfts- und Waren-Häuser in Saarbrücken und Saargemünd. Brüche östlich von Forbach am Kreuzberg bei Etzlingen. Bruch Kochern (Steinbruch-Aktien-Gesellschaft Cöln). Arbeiterzahl zirka 30 Mann, Jahresproduktion zirka 2000 bis 3000 cbm. Bruch Rossbrücken (Peter Ehl, Morsbach). Arbeiterzahl 6 bis 7, Jahresproduktion zirka 3000 bis 4000 cbm Bruchsteine und 200 bis 400 cbm Hausteine. Bruch Beningen (Keller-Mungenast, Cöln). Druckfestigkeit 490 kg/qcm, Arbeiterzahl 30 bis 40, Handförderung, Erdwinden, Jahresproduktion 1500 bis 2000 cbm Werksteine. Lieferungen: Stadthaus, Regierungsgebäude und Oberzoll-Direktion zu Münster i. W., Kasernenbauten in Forbach, Saarbrücken, Cöln, Wesel.

5. In der Gegend von St. Avold. Brüche am Halsberg bei Ham, bei Varsberg, Bisten, Porcelette, Buschborn und Lubeln.

6. In der Gegend von Sierk. Kleine Brüche im Moseltal bei Sierk und bei Apach.

In den Vorhügeln der Vogesen wird der Voltziensandstein an vielen Stellen ausgebeutet, z. B. in der Gegend von Wörth nördlich und südwestlich von Nehweiler und bei Zabern zwischen Thal und Gottenhausen; ferner im Mossigtal an der Eisenbahn zwischen Wasselnheim und Marlenheim, westlich Wasselnheim und südwestlich Brechlingen. Früher waren auch Stein-

brüche bei Sulzbad (vgl. Abb. 2), östlich von Niederhaslach und östlich vom Bahnhof Urmatt im Betrieb. Aus dem Oberelsass sind die Brüche zwischen Bühl und Gebweiler am Oberlinger und westlich von Bergholz zu erwähnen, in welchen teils Vogesen- teils Voltziensandstein gewonnen wird.

Aus all diesen Angaben geht deutlich hervor, von welch grosser Bedeutung der Voltziensandstein für das Reichsland ist. Ist doch fast ganz Strassburg aus diesem Baustein errichtet. Die warmen Farben des Voltziensandsteins treten besonders am Stadttheater und an der neuen evangelischen Garnisonkirche deutlich hervor. Die gelblichweisse Farbe verleiht dem alten Schloss ein vornehmes Aussehen und ähnlich wirken die hellgrauen Varietäten an den neueren Monumentalbauten (Universität und Regierungsgebäude) in Strassburg.

Rote Töne herrschen am Münster und bedingen nicht zum geringsten Teil die grossartige Wirkung, welche dieses ehrwürdige Bauwerk auf den Beschauer ausübt. Leider lässt das Gestein am Münster teilweise an Wetterbeständigkeit zu wünschen übrig. Zum Bau sind Vogesensandstein, Zwischenschichten, hauptsächlich aber Voltziensandstein verwendet worden. Um die Herkunft des alten Baugesteins, soweit als angängig, feststellen zu können, hat Hirschwald das Material einiger gegenwärtig in Betrieb stehenden Brüche näher untersucht, besonders folgende Proben: 1. Sandstein von Arzweiler, Geisenberg und Schwangenwald;

Abb. 2 Muschelsandstein und Voltziensandstein bei Sulzbad.

2. Sandstein von Lembach; 3. Sandstein von Wasselnheim; 4. Sandstein von Niederhaslach bei Urmatt. Jedoch konnte die Herkunft der beim Münsterbau angewandten Steinsorten *) nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Der Befund ergab, dass die Steine in bezug auf Haltbarkeit ausserordentlich verschieden sind.

„Die besten Abänderungen des Vogesensandsteins (grösstenteils Voltziensandstein) haben sich an dem Münsterbau in einem Zeitraum von mehr als 600 Jahren so vortrefflich erhalten, dass kaum Spuren einer Verwitterungsrinde zu erkennen sind und das Gestein an der Oberfläche noch nahezu dieselbe Härte und Festigkeit wie im Innern besitzt. Daneben findet sich allerdings auch bei weitem weniger wetterbeständiges Material und zum Teil sogar solches von mittelmässiger Qualität. Namentlich sind es die nicht

*) Sehr viele Bausteine sollen aus dem Krontal bei Wasselnheim stammen.

lagerhaft versetzten Werkstücke und unter ihnen besonders diejenigen aus geschichteten, glimmerreichen Abänderungen, welche eine beträchtliche Zerstörung durch schichtige Aufblätterung oder Zerklüftung zeigen. Ueberdies findet sich aber auch an vielen lagerhaft versetzten, glimmerhaltigen und schwach geschichteten Gesteinen, namentlich an der Südseite des Lang- und Querschiffes, insbesondere am Fussgesims eine auffällige schalenförmige Abwitterung, die zum Teil äusserst dünn ist, zum Teil eine Stärke bis zu 8 mm erreicht. Dieselbe Erscheinung, wenngleich seltener, ist am Sockel der Nordseite zu beobachten. Ungleich stärkere Verwitterungen treten an fast allen feingegliederten Architekturteilen auf, wie an den Fialen, Strebebögen, Galerien, Pfeilern, Baldachinen, Kreuzblumen, dem Masswerk der Fensterrosen, sowie an dem figürlichen Schmuck des Bauwerkes, und es macht sich an diesen Architekturteilen in erhöhtem Masse die ungünstige Wirkung der Parallelstruktur des Gesteins geltend, welche zu schichtenförmigen Ausnagungen und Zerspaltungen der Werkstücke namentlich dann Veranlassung gibt, wenn das Gestein nicht regelrecht bearbeitet worden ist."

Für die Renovationsarbeiten werden vorzugsweise die Gesteinsvorkommen des Breusch- und Mossigtals (sowie Material von Arzweiler) verwendet, welche in ihren einzelnen Lagen selbst bei äusserlich gleicher Beschaffenheit Gesteine von erheblich verschiedener Qualität liefern.

Hirschwalds Untersuchungen lieferten folgende Resultate, welche sowohl bei den Renovationsarbeiten als bei der Errichtung neuer Monumentalbauten sehr beachtenswert sind.

1. „Die glimmerreichen und deutlich geschichteten oder sich schiefrig schlagenden Abänderungen des Voltziensandsteins sollten nur zu glatten Werkstücken im aufgehenden Mauerwerk, nicht aber zu Gesimsen und feineren Architekturteilen verwendet werden."

2. Infolge der kieseligen Kornbindung zeigt das Gestein eine geringe Erweichung in Wasser, während das tonige Bindemittel schlechter Lagen die Erweichung begünstigt. Zur Untersuchung des Gesteins werden wassergelagerte Probestücke und trockenes Gestein durch Zerschlagen sowie durch Zerbrechen dünner Scherben auf eine Festigkeitsverminderung geprüft.

3. Die Bearbeitung und das Versetzen aller Werkstücke und insbesondere derjenigen aus geschichtetem Material hat stets „lagerhaft" zu erfolgen.

4. Zu feineren Architekturgliederungen und namentlich solchen von beträchtlicher Länge und geringer Dicke (Fialen, Masswerk, Strebepfeiler, Galerien, Pfeiler usw.) dürfen deutlich geschichtete Sandsteine auf keinen Fall verwendet werden.

Die einzelnen Bänke der in Frage kommenden Brüche haben gewöhnlich nur eine Mächtigkeit von 0,7 m und höchstens 1 m. Die längeren Werkstücke müssen daher nach der „Schicht" herausgearbeitet werden, und die Folge davon ist, dass sehr bald Schichtrisse in den auf den Spalt gestellten Werkstücken entstehen und in weiterem Verlauf eine vollkommene Zermürbung des Materials durch stetig vermehrte Wasseraufsaugung und durch den Frost eintritt.

5. Eine ähnliche Wirkung tritt an solchen Sandsteinen auf, welche ohne äusserlich erkennbare Schichtung eine ausgesprochene Parallelstruktur der Kornlagen besitzen, was sich nur durch mikroskopische Untersuchung feststellen lässt.

Das Hangende in den Voltziensandsteinbrüchen, der Abraum, wird von dem „Unteren Muschelkalk" gebildet. Er beginnt im ganzen Verbreitungsgebiet mit Tonen und Sandsteinen, die teilweise reich an Versteinerungen sind (Muschelsandstein). Im nordöstlichen Lothringen wird der Muschelsandstein an verschiedenen Orten als Baustein verwendet. Die hier

etwa 20 m mächtige Abteilung besteht aus feinkörnigen, tonigen und glimmerführenden Sandsteinen, die dem Voltziensandstein sehr ähnlich sind. Sie brechen, wie dieser, in dicken (½ bis 1 m mächtigen) Bänken, haben aber meistens eine hellgelbe Farbe; nur zuweilen kommen auch graue und rote Töne vor. Eingelagert sind gelbe, dichte, fossilführende Dolomite („Buchsteine") und dünne Mergelzwischenlagen.

Auf preussischem Gebiet wird der Muschelsandstein am südlichen Rande des Schwarzbruchs, z. B. nördlich Obertünsdorf gewonnen; in Lothringen besonders bei Busendorf, am Wege von Dalem nach Teterchen und auf der Nordseite des Langenbergs. Die Bausteine aus diesen Brüchen haben sich am Bahnhof Hargarten gut bewährt, während sie im benachbarten Tunnel, offenbar infolge der Feuchtigkeit und schwefligen Säure aus Lokomotivgasen, stark zersetzt wurden. Sehr brauchbare Steine liefern auch die Brüche südöstlich von Baumbiedersdorf (nördlich Falkenberg). Im allgemeinen sind aber die Sandsteine dieser Zone wegen ihrer mürben Beschaffenheit von einer geringeren Qualität als der Voltziensandstein.

Im Keuper finden sich bauwürdige Sandsteine besonders in der mittleren und oberen Abteilung; in ersterer ist der sogenannte Schilfsandstein, in der oberen Abteilung, dem Rät, der sogenannte Rätsandstein ausgebildet. Beide kommen nur für Lothringen in Betracht.

Der Lothringer Schilfsandstein tritt im Vergleich mit dem Vorkommen in Schwaben sehr an Bedeutung zurück. In einer auf 20 m anschwellenden Mächtigkeit ist er besonders nördlich und westlich des Niedtals verbreitet. Er bricht in Bänken von sehr verschiedener Dicke, ist mittel- bis feinkörnig, tonig, reich an Glimmer und nicht sehr widerstandsfähig. Die Farbe ist gräulichgrün, auch rötlich gescheckt. Im Handstück lässt er sich oft von dem bekannten Schilfsandstein von Maulbronn in Württemberg trotz der grossen Entfernung der Fundpunkte nicht unterscheiden. Die hier wie in Baden und Württemberg in den oberen Lagen herrschende rote Färbung ist jedenfalls durch Infiltration von den darüber liegenden roten Mergeln bedingt. Dem Sandstein sind schwarze Tone und graue Mergel zwischengelagert, die stellenweise den Sandstein fast vollständig verdrängen.

Der Schilfsandstein ist gewöhnlich weich (z. B. in der Gegend von Baudrecourt bei Delme), selten wie bei Gehnkirchen, Hessdorf, Remelfingen und Dalstein fest genug, um als Baustein Verwendung zu finden. Bei diesen Orten sind mehrere kleine Steinbrüche in Schilfsandstein angesetzt. Im Steinbruch bei Dalstein liegen unten drei, zusammen ungefähr 12 m mächtige Bänke, welche durch 0,15 m dicke, schwarze, steinmergelartige Bänke getrennt sind.

Ein isoliertes grösseres Vorkommen von Schilfsandstein liegt südlich Kedingen im Kannertal.

Der Rätsandstein erscheint in Lothringen am Rande des Liasplateaus. Er wird etwa 20 bis 40 m mächtig; untergeordnet kommen mit ihm Konglomerate und schwarze Tone vor, die unregelmässig miteinander wechseln. Der Sandstein ist weiss bis gelb, fein- bis mittelkörnig und bei zurücktretendem Bindemittel fast durchweg wenig fest, oft sandartig locker. Glimmer ist, wenn auch nicht reichlich, so doch durch das ganze Gestein zerstreut. Am häufigsten stellt er sich auf den Schichtflächen ein.

Stellenweise kommen auch feste Sandsteine mit kalkigem oder dolomitischem Zement vor; letzteres kann so vorwalten, dass Kalksandstein und sandige Dolomite entstehen. Ein sandiger Dolomit von 2 m Mächtigkeit wird im Walde von Villers-Bettnach zur Strassenbeschotterung gewonnen. Auch bei Kedingen (Lothringen) finden sich stellenweise festere Gesteine, die vom Luxemburger Sandstein schwer zu unterscheiden sind und als Bausteine

Verwendung finden. Zu demselben Zwecke wird der feste Rätsandstein lokal in der Gegend von Vic und Delme gebrochen. Meist aber wird der Stein, da er durch Schlag leicht zu Sand zerfällt, als Bausand, das Konglomerat als Baukies gewonnen, so besonders im Kahlenbusch bei Brittendorf, bei Kurzel, Charleville, Mont, Pange und bei Aulnois a. d. Seille.

Der Luxemburger Kalksandstein. In der Nähe des Ardennenrandes ist der Untere Lias in einer sandigen Fazies entwickelt, die auch in den Nachbarländern unter den Namen Angulatensandstein oder Liassandstein bekannt ist.

Das Verbreitungsgebiet dieses Sandsteins ist in Lothringen ein sehr beschränktes. Von seinem südlichsten Aufschlusspunkte, Gross-Hettingen, aus zieht sich in nahezu nördlicher Richtung ein schmaler, gegen Osten durch eine Verwerfung abgeschnittener Streifen von 20 bis 30 m Mächtigkeit nach Luxemburg hinein, wo der Sandstein (Luxemburger Sandstein genannt) bis zu 100 m anschwillt. Nach dem Vorkommen bei Gross-Hettingen, im Norden von Diedenhofen, wo man den Sandstein schon seit langer Zeit gewinnt, hat sich auch die Bezeichnung Grès d'Hettange oder Hettinger Sandstein für den Luxemburger Sandstein, eingebürgert. Die Steinbrüche von Dodenhofen, Burg Rüttgen, zwischen Bust und Oberparth, südlich Niederrentgen und westlich Püttlingen sind in diesem Sandstein angelegt. Die Hettinger Sandsteinbrüche liegen, für den Transport sehr günstig, an der Bahn Metz-Luxemburg (vgl. Abb. 3).

Abb. 3 Luxemburger Sandstein bei Gross-Hettingen

Die kleinen Quarzkörnchen, aus denen der Sandstein besteht, sind durch ein kalkiges Bindemittel miteinander verbunden; er ist somit ein echter Kalksandstein. Hin und wieder sind kleine Gerölle eingestreut. Er ist bei Gross-Hettingen in 8 bis 10 m hohen Wänden aufgeschlossen und lässt feste und weiche Abarten erkennen. Die festeren Sandsteine bilden meist grosse Linsen innerhalb der weicheren Sandsteine und nur im oberen Teil findet eine auf grössere Erstreckung verfolgbare Wechsellagerung von festeren und weicheren Bänken statt. Die verschiedene Härte der Sandsteine ist abhängig von dem Grad ihrer Zersetzung, der Auslaugung des kalkigen Bindemittels, und die durch fein verteilten Eisenkies blaugrau gefärbten harten Partien stellen die der Auslaugung entgangenen Kerne dar.

Die Steinbrüche von Gross-Hettingen (Joh. P. Risse) zeigen etwa folgendes Profil:

2 m Abraum;

1 m dünnplattiger, sehr harter Plattensandstein, liefert Einfassungsplatten und Kleinschlag;

zirka 1 m Oberer „Mousseline", d. i. ein weicher gelber Sandstein, wird zum Teil als Formsand in Eisengiessereien, zum Teil mit Schlackensand vermischt als Bausand benutzt; die festeren Lagen dienen als Mauerbelag (Tabletten) und früher als feuerfester Stein beim Bau von Hochöfen und Glashütten;

zirka 5 m harter, blaugrauer Kalksandstein und hellgelber Sandstein („Bastard") in Linsen wechselnd; der Bastard dient als Baustein, seine Druckfestigkeit ist gering;

unten 0,20 bis 0,40 m harter, blauer Kalksandstein („Pierre vive");

0,50 bis 0,80 m Unterer „Mousseline", d. i. weicher, brauner Sandstein; liefert weiche Hausteine.

Der harte blaue Kalksandstein liefert gute Pflastersteine, Packlager und Kleinschlag, ferner Grenzsteine bis 1 m Länge, Fassadensteine, Brunnen- und Böschungssteine. Der Abfall wird bei der Betonbereitung verwendet. In dem Bruch sind zirka 14 Arbeiter beschäftigt. Die Tagesproduktion beträgt 1 bis 2 Waggons Bruchsteine, Pflastersteine und Sand.

Die Brüche von Püttlingen, Kreis Diedenhofen (Püttlinger Steinindustrie G. Bergmeier & Cie.), bauen ebenfalls den gelblichgrauen Luxemburger Kalksandstein ab. Die weichen ausgelaugten Partien liefern feinen Formsand für Hüttenwerke. Bei zirka 30 bis 40 Arbeitern und Handbetrieb beträgt die Tagesleistung 50 Waggons, die Jahresproduktion 2 Millionen Pflastersteine, 2000 Waggons Sand (à 10 Tonnen) und Bruchsteine nach Bedarf.

Ueber die Eigenschaften des Luxemburger Kalksandsteins von Püttlingen geben die Versuche des Königlichen Materialprüfungsamtes der Technischen Hochschule Berlin (1909) Auskunft:

Die mittlere Druckfestigkeit: trocken 1354 kg/qcm, wassersatt 1231 kg/qcm, gefroren 1144 kg/qcm.

1. Gefüge: gleichförmig feinkörnig; 2. Bruch: unregelmässig; 3. Farbe: gelblich-grau.

1. Raumgewicht $r = 2{,}521$; 2. spezifisches Gewicht s am Pulver bestimmt $= 2{,}705$; 3. Dichtigkeitsgrad $d = \frac{r}{s} = 0{,}933$; 4. Undichtigkeitsgrad $1 - d = 0{,}067$. Proben, mit Wasser getränkt, zeigten nach 25 maligem Gefrieren bei -14° C. keine sichtbare Veränderung.

Auch im Tertiär (Oligocän) des Rheintals treten an verschiedenen Orten bauwürdige Kalksandsteine auf. Technisch von Wichtigkeit ist der etwa 6 m mächtige, oligocäne Kalksandstein (Haustein) in der Umgebung von Altkirch und Mülhausen im Oberelsass. Er wird in zahlreichen Gruben bei Altkirch, Wittersdorf, Wahlheim, Lümschweiler und Emlingen gewonnen. Ein Steinbruch bei Altkirch (E. Mochunger) baut einen weissgrauen, feinkörnigen Haustein ab, der das spezifische Gewicht 2,2 besitzt. Bei 35 Arbeitern und Handförderung beläuft sich die Jahresproduktion auf etwa 10 000 cbm.

Ein mitteloligocäner Blättersandstein wurde früher bei Habsheim als Baustein gebrochen.

Gelbe mitteloligocäne Sandsteine treten an manchen Orten in den Vorhügeln der Vogesen zutage. Der berühmteste Steinbruch des Mittelalters war derjenige von Rufach (Strangenberg), welcher die gelben Sandsteine geliefert hat, mit denen die drei schönsten gotischen Kirchen des Oberelsasses erbaut worden sind: in Thann, Rufach und Colmar.

Der Kieselsandstein.

Im Anschluss an den Sandstein sei der Kieselsandstein besprochen, der aus Vogesensandstein hervorgegangen ist. Das Auftreten verkieselter Gesteine ist an die Nähe der grossen Rheintalspalten geknüpft; auf ihnen drangen kohlensäurehaltige Thermalwässer empor, welche die Gesteine in der Nachbarschaft der Spalten verkieselt und in Hartstein umgewandelt haben. Zuweilen geht auch Entfärbung und Bleichung des Sandsteins mit der Verkieselung Hand in Hand, so in der Gegend von Weissenburg, wo man den weissgebleichten Vogesensandstein, der auch am Rande der Hardt in zahlreichen Brüchen in die Rheinebene hinausleuchtet, früher den Namen „Hardter Sandstein" gegeben hat. Die verkieselten Sandsteine werden hier mit Vorliebe zu Pflastersteinen verarbeitet.

Im Oberelsass wird bei Egisheim, Hattstadt, Vöklinshofen und Geberschweier, südwestlich von Colmar, seit alters her der Kieselsandstein (ebenfalls verkieselter Vogesensandstein) in grossen Brüchen abgebaut und weit über die Landesgrenzen hinaus verfrachtet.

Der Steinbruch Ostburg bei Geberschweier i. Els. (J. Hartmeyer, Colmar) liefert feinkörnigen, roten Kieselsandstein von 2550 kg/qcm Druckfestigkeit und dem spezifischen Gewicht 2,579. Bei einer Arbeiterzahl von 150 Mann stellt sich die Jahresproduktion auf etwa 1200 Waggons Pflastersteine.

Besonders in Strassburg, Colmar, Freiburg i. Br. und Schaffhausen finden die Pflastersteine reichlich Verwendung. Der Bruch „Haberlehn" bei Vöklinshofen i. Els. (P. Rummeny, Colmar) liefert ebenfalls roten Kieselsandstein (verkieselter Vogesensandstein). Bei 110 Arbeitern, Luftbohrhämmerbetrieb und Drahtseilbahn beläuft sich die Tagesleistung auf 3 bis 4 Waggons, die Jahresproduktion auf 1000 Waggons. Nach den Versuchen der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule Stuttgart (1902) schwankt die Abnutzung zwischen 2,9 und 3,4; das spezifische Gewicht zwischen 2,49 und 2,52; die Druckfestigkeit zwischen 2346 und 2971 kg/qcm (Mittel: 2545 kg/qcm).

f) Kalkstein und Marmor.

Kalksteine finden sich im Reichslande in verschiedenen Formationen. Der älteste Kalkstein ist der körnige Kalk oder Marmor von Markirch. Er bildet in der Gegend von Markirch, besonders oberhalb St. Philipp und im Rauental, mehrfach linsenförmige Einlagerungen von meist nur geringer Ausdehnung (bis 200 m lang und an 20 m dick) in dem Gneis. Schon seit längerer Zeit sind zwei Lager bei St. Philipp durch einen allerdings oft aussetzenden Steinbruchbetrieb erschlossen. Der Marmor in dem grösseren Bruch besitzt bei einer rein weissen Farbe ein mittleres Korn; einzelne Lagen sind reich an braunem Glimmer (Phlogopit) und dichtem grünen Chlorit (Pseudophit). Da das Gestein ziemlich stark zerklüftet ist, liefert es keine grösseren Werksteine. Immerhin wird es in Markirch ab und zu als Baustein, hauptsächlich aber zum Kalkbrennen benutzt.

Ansehnlicher sind die Kalkvorkommen in dem Mitteldevon des Breuschtals. Sie treten hier an verschiedenen Stellen in der Umgebung von Schirmeck in Konglomeraten oder Schalsteinen der Devonformation in Form von grossen, rasch auskeilenden Linsen auf, deren Länge zwischen 200 und 600 m und deren Breite zwischen 50 und 300 m schwankt. Es sind Stromatoporen- und Korallenkalke teils von grauer und bunter Farbe, wie zwischen Barenbach und Russ am rechten Breuschufer, teils weiss und in einen zuckerkörnigen, oft zellig ausgebildeten dolomitischen Marmor umgewandelt. Letztere Gesteine trifft man besonders in dem alten Kalkbruch auf dem linken Breuschufer bei Schirmeck und oberhalb von Minières westlich von Schirmeck, wo sie zum Kalkbrennen gebrochen werden.

Die grauen und bunten Riffkalke sind in früherer Zeit mehrfach untersucht und gewonnen worden. Ein unbedeutender Steinbruchbetrieb hatte sich bereits in französischer Zeit in dem grössten der Vorkommen südöstlich von Russ entwickelt. Er lieferte unter anderem die Altarstufen der Kirche von Russ. Später kam der Bruch fast ganz zum Erliegen, und erst in den letzten Jahren hat wieder ein regerer Abbau eingesetzt.

Der Russer Marmor ist teils braunrot, teils graugrün und weiss, geadert und gefleckt. Die feingestreiften weissen Partien rühren von Stromatoporenkolonien, die runden roten Flecken von den Stielgliedern von Seelilien (Crinoiden) her. Es lassen sich zusammenhängende Blöcke von mehreren Kubikmeter Grösse herausbrechen, aus denen nicht nur Tischplatten, sondern auch grössere Gegenstände hergestellt werden können. Aus Russer Marmor bestehen die vier grossen Säulen im Aufgang des neueren Ministerialgebäudes in Strassburg. Das Herausheben der Blöcke aus dem Bruch erfolgt durch einen Drehkran, das Formen der Blöcke zum Transport mittels einer Drahtseilsäge mit Motorbetrieb. Da der Russer Bruch, im Besitz von E. Scheyen & Cie., Oberehnheim i. Els., sich noch im Anfangsstadium befindet, so ist die Zahl der Arbeiter nur gering (10 Personen). Die Jahresproduktion belief sich 1912 auf 150 cbm.

Das produktive Kohlengebirge (Oberkarbon) enthält in der Gegend von Weiler bei Schlettstadt und bei dem benachbarten Erlenbach mehrere Kalkbänke, die bis jetzt aber noch keinen Anlass zur Ausbeutung in grösserem Massstabe gegeben haben. Der Kalk wird stellenweise dolomitisch und kieselig und schliesst ab und zu auch Hornsteinknollen ein.

Im Rotliegenden findet sich nahe an seiner oberen Grenze an verschiedenen Stellen im Unterelsass dolomitischer Kalkstein teils in Form von unregelmässig gestalteten Knollen teils in schmalen, nicht weit aushaltenden Bänken. Letztere erreichen nur am Climont sowie am Voyemont und l'Abatteux, auch bei La Fraise in der Nähe von Saales, eine derartige Mächtigkeit (2 bis 2½ m), dass sie Anlass zu meist nur kleinen Steingruben gegeben haben, in denen früher Material weniger zur Verwendung als Baustein als vielmehr zum Brennen und zur Mörtelbereitung gewonnen wurde.

Einen hervorragenden Anteil nehmen Kalksteine am Aufbau des Muschelkalks.

Seine untere Abteilung ist in der Gegend östlich der Saar (Saargemünd, Wolmünster, Rohrbach) vorwiegend kalkig ausgebildet, nämlich als sogenannter Wellenkalk. Dieser setzt sich unten aus mergeligen Schichten zusammen und enthält gegen oben die etwa 6 m mächtigen Schaumkalk- und Orbicularisschichten.

In der Gegend von Rohrbach ist dieser Kalkstein bei den Kalkbrennern unter dem Namen „schwarzer Kalk" bekannt, weil er sich schwärzlich brennt. Er eignet sich besonders zur Bereitung von Wassermörtel. Bei Wolmünster erscheinen neben Wellenkalken mit körnigem Bruch dichte bis sehr feinkörnige, tonige und poröse Kalke und kompakte Dolomite von blaugrauer oder hellgelbgrauer Farbe. Sie werden zum Kalkbrennen und zu Bausteinen in mehreren Brüchen gewonnen, z. B. am „Zengel", östlich Schweyen, in welchem man bis 3 m Tiefe typische Schaumkalke mit eingeschalteten dichten Kalken anstehen sieht. Ferner finden sich Brüche im Norden von Ohrental.

Im Gegensatz zum mittleren Muschelkalk, der vorwiegend aus Mergeln besteht, ist der Obere Muschelkalk in Lothringen ziemlich reich an Kalk- und Dolomitgesteinen. Er findet sich in zweierlei Art. Nördlich der Nied besteht er aus dicken gelben Dolomitbänken, welche dicht oder feinkristallinisch, zum Teil auch oolithisch sind und Glaukonit führen. Der

untere Teil derselben enthält hie und da Trochiten und entspricht dem Trochitenkalk anderer Gegenden. Bei Apach, am Stromberg bei Sierck und am Hammelsberg bei Perl werden sie in grossen Brüchen abgebaut, um im Eisenindustriebezirk bei dem Thomasverfahren als Zuschlag zu dienen. Der Steinbruch von Apach bei Sierck (Lothringer Hüttenverein Aumetz-Friede) liefert einen hellen, gelblichen Dolomit mit dem spezifischen Gewicht 2,2. Bei 19 Arbeitern beträgt die Jahresproduktion 9000 Tonnen.

Im übrigen Verbreitungsgebiet wird der Trochitenkalk fast ausschliesslich von harten Kalkbänken gebildet, die meist fest aufeinander gepackt sind; nur gegen die obere Grenze stellen sich einzelne Mergelzwischenlagen ein. Die Kalke besitzen nur einen geringen Magnesiumgehalt, sind grau, dicht, auch feinkörnig oder oolithisch und enthalten zum Teil reichlich Trochiten. Die einzelnen Bänke sind 10 bis 50 cm dick. Ihre Gesamtmächtigkeit schwankt zwischen 8 und 12 m.

Die Verwendung ist eine mannigfache. Ueberall, wo am Rande des Plateaus, das der Obere Muschelkalk bildet, der Trochitenkalk zutage geht, ist er in kleinen Gruben aufgeschlossen und dient zur Strassenbeschotterung, hin und wieder auch zum Brennen.

Eine grössere Verbreitung erlangt der Trochitenkalk im Sattel von Buschborn, in der Gegend östlich von Busendorf und Bolchen und nördlich von Falkenberg, aber von grösserer Wichtigkeit ist sein Vorkommen in der Saargegend, wo er in vielen Brüchen gewonnen wird. Er dient hier hauptsächlich zur Kalkbrennerei, zur Zement- und Sodafabrikation, und auch als Bau-, Treppen- und Gemarkungsstein. Ein grosser Teil wird auf den Kanälen auch den preussischen Hüttenwerken der Saargegend als Zuschlag (für die Entphosphorung) zugeführt. Viele Brüche finden sich längs des Rhein-Marnekanals von Gondrexange bis Hessen und an der Saar zwischen Gross-Blittersdorf und Wittringen.

Abb. 4 Trochitenkalk bei Niederbronn.

An mehreren Stellen der Saar wird auch unterirdischer Abbau getrieben, z. B. bei Guglingen, nördlich von Wölferdingen, seit Herbst 1892. Ein Bruch zwischen Settingen und Diedingen (Andreas Hüller, Saargemünd) baut hellen und bläulichen Trochitenkalk zu Kalk- und Mauersteinen ab. Bei 20 bis 25 Arbeitern stellt sich die Jahresproduktion auf 16 100 Tonnen.

Viele kleinere Brüche befinden sich in den Vorhügeln der Vogesen, so bei Weissenburg, Wörth, Nieder- und Oberbronn (vgl. Abb. 4) und in der Zaberner Bucht bei Willgottheim und Küttolsheim, bei Ottersthal, Offweiler und Ingweiler und bei Molsheim, Dangolsheim, Sulzbad und Avolsheim, ferner in der Gegend von Reinhardsmünster, Wasselnheim und Westhofen, wo hauptsächlich Material für die Strassenbeschotterung

gewonnen wird. Aber überall hier ist der Trochitenkalk nur von lokaler Bedeutung, der Betrieb nur zeitweise im Gange und die Produktion richtet sich nach dem jeweiligen Bedarf.

Der Nodosuskalk, welcher über dem Trochitenkalk lagert, zeigt im Gegensatz zu diesem einen vielfachen Wechsel von vorzugsweise dichtem Kalk und Mergel. Die Bänke erreichen nur selten 20 bis 40 cm Dicke. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach schliesst sich der Nodosuskalk an den Trochitenkalk an. Gegen oben folgen die sogenannten Terebratelbänke, die besonders in der Gegend von Saargemünd als Bau-, Mauer- und Schottersteine sowie zum Kalkbrennen gebrochen werden, ohne dass jedoch ein beständiger Betrieb in Steingruben stattfindet. Besonders die untere Bank, deren Mächtigkeit zwischen 2 und 3 m schwankt, wird gewonnen. Die Gruben werden meist nach dem Ausbrechen der verwertbaren Schichten wieder eingeackert.

In der Gegend von Busendorf findet der Nodosuskalk nur geringe technische Verwendung. Der Steinbruchbetrieb bewegt sich gelegentlich in den oberen Schichten, in denen einzelne Bänke, die sich fast ausschliesslich aus den Schalen einer flachen Auster zusammensetzen, auftreten. Erwähnt seien noch die Austernblöcke des oberen Muschelkalks, bis kubikmetergrosse Massen von bedeutender Zähigkeit, welche in vielen lothringischen Dörfern als Prellsteine benutzt werden.

Im Elsass wird Nodosuskalk in den Vorhügeln bei Niederbronn und Zabern, besonders aber bei Molsheim und Sulzbad, wo eine rein kalkige, nach Süden hin anhaltende Entwicklung herrscht, in vielen kleinen Brüchen gewonnen. Bemerkenswert ist auch ein Steinbruch bei Aue, östlich von Masmünster, wo Nodosuskalk zusammen mit Trochitenkalk gebrochen wird.

Im Gebiet der Messtischblätter Lubeln, Bolchen und Rémilly treten über dem Nodosuskalk in der sogenannten dolomitischen Region eigentümliche graue, von zahlreichen, schneeweissen Kalkspatadern durchzogene Kalke auf, welche beim Zerschlagen einen starken Geruch nach Bitumen entwickeln (Stinkkalk). Unter diesem Stinkkalk liegt ein gelber oolithischer, poröser, kalkhaltiger Dolomit mit zahlreichen Steinkernen einer Muschel (Myophoria Goldfussi), der bei Bruchen und zwischen Dentingen und Momersdorf in mehreren Steinbrüchen aufgeschlossen ist und als Bruch und Haustein Verwendung findet. Er ist bis 2 m mächtig. Sein Kalkgehalt beträgt 13 bis 35 % und ist an die Ooolithe und Muschelreste gebunden.

Eine weitere eigentümliche, auf die Gegend von Silbernachen (Servigny) beschränkte, ebenfalls nur 1 bis 2 m mächtige Gesteinsart ist der sogenannte Kalk von Servigny. Er liegt, darin dem vorher erwähnten oolithischen Dolomit gleich, 2,80 m unter der Grenze gegen die bunten Mergel der Lettenkohle. Der Kalkgehalt beträgt 95 bis 97 %, dazu treten 0,5 bis 2 % Dolomit und 1 bis 4 % in Säure unlösliche Bestandteile. Die grössten Brüche finden sich nordwestlich vom Ort. Das Gestein wurde früher wesentlich zu Türschwellen und Bodenplatten gebrochen, gegenwärtig wird es auch viel zu Gemarkungssteinen benutzt. Als Türschwelle sieht man es an fast allen alten Häusern in Metz und die Stufen, welche nach dem Dom von Metz hinaufführen, bestehen aus Servignykalk. Früher wurde er sogar bis nach Paris verfrachtet. Er ist auf dem Bruch durch runde, durchschnittlich 2 cm messende, grosskristallinische, dunkelgraue Flecken in einer hellgrauen, feiner kristallinischen Grundmasse gekennzeichnet und besteht aus zusammengekitteten, meist bis zur Unkenntlichkeit verdrückten Muscheln (zum Teil Trigonodus).

In der Gegend von Zabern (bei Ernolsheim, Hattmatt) und bei Buchsweiler (Dossenheim) werden Kalksteine der dolomitischen Region mehrfach in kleinen Gruben gewonnen und zum Brennen benutzt.

Im Keuper Elsass-Lothringens sind nur wenig nutzbare Dolomitvorkommen beachtenswert. Der „Grenzdolomit", ein dichter, poröser, teils dickbankiger, teils dünnplattiger Dolomit, wird östlich Obersierck als Baustein gewonnen, und zwar erstreckt sich der Abbau besonders auf die porösen dicken Bänke.

Weite Verbreitung kommt dem schon in der älteren geologischen Literatur wegen seiner Verwendung als Baustein als dolomie moellon bezeichneten Plattendolomit des mittleren Keupers zu. Abbau im grossen findet nirgends statt, aber zahlreiche kleine Gruben trifft man in der Gegend von Baudrecourt, Mörchingen, Château-Salins, Vic usw.

Im „Steinmergelkeuper" treten Dolomitbänke vorzugsweise in der unteren Abteilung auf; besonders massig zwischen Diefenbach und Fremersdorf (Lothringen), wo sie in kleinen Gruben gewonnen werden und lokale Verwendung finden.

Die Juraformation ist in ihren verschiedenen Abteilungen reich an Kalksteinen. Der Lias beginnt mit einer an 45 m mächtigen Folge von blauschwarzen Kalkbänken und Mergeln, die zwar keine Bausteine liefert, aber doch technisch von grosser Bedeutung ist, da sie ein vorzügliches Material zur Kalkbrennerei enthält. Die Kalkbänke eignen sich besonders zur Herstellung des bekannten hydraulischen Kalkes (Schwarzkalk) und werden auch zur Zementfabrikation mit Vorliebe verwendet.

Der Untere Lias wird namentlich auf dem Plateau zwischen Nied und Mosel in zahlreichen Brüchen gewonnen, so östlich von Diedenhofen bei Diesdorf (Abb. 5), südlich Walmesdorf, Metzerwiese, in der Metzer Gegend bei Méy, Vallières und südlich Vigny bei Solgne. Die Diesdorfer Kalkwerke (Aktiengesellschaft, Diesdorf in Lothringen) produzieren vorzüglichen hydraulischen Sack- und Stückkalk. Bei 40 Arbeitern und Lokomotivförderung beträgt die Jahresproduktion 45 000 Tonnen. Der Bruch (der Gesellschaft für Kalk- und Cement-Industrie m. b. H.) Metzerwiese liefert dieselben, überhaupt im ganzen Verbreitungsgebiet sich gleichbleibenden Kalke. Die Jahresproduktion an hochhydraulischem Sackkalk beträgt bei 30 Arbeitern und maschinellem Betrieb 40 000 Tonnen.

Abb. 5 Gryphitenkalk bei Diesdorf

Denselben Kalkstein wie in Lothringen baut man im Bruch Rammersberg bei Hochfelden i. Els. (J. Hurst) ab zur Fabrikation von Sack- und Stückkalk (hier „Schwarzkalk" genannt). Bei Handförderung, 7 Grubenarbeitern und 7 Mann für den Ofenbetrieb stellt sich die Jahresproduktion auf 350 Waggons gebrannten Kalkes. Die Anlagen weisen u. a. vier Kalkschachtöfen und eine Kugelmühle mit elektrischem Betrieb auf. Der Kalk ist, wie der lothringische, berühmt wegen seiner stark hydraulischen Eigenschaften und wird von den Behörden vorgeschrieben.

Sehr gute Kalksteine schliesst der Mittlere Jura, der Dogger, ein. In seiner mittleren Abteilung folgen über den Eisenerzen (Minette),

an denen das nordwestliche Lothringen so reich ist, am Rande des Plateaus, westlich der Mosel, Kalkbänke, die für Bau- und Brennzwecke lokal Verwendung finden. Es sind dies zunächst zum Teil harte, feinkörnige, tonige, blaugraue, braunverwitternde Kalksandsteine — die „Kalke von Oettingen" —, die hier und da als Pflaster- und Bruchsteine gewonnen werden.

Ueber diesen Lagen erscheinen blaue, braunverwitternde Bänke eines sandigen Kalkes, die zum Teil aus Crinoiden bestehen — die „Hohebrückner Kalke". Besonders die dickeren, fest aufeinander gepackten, härteren Bänke, die stellenweise eine Druckfestigkeit von 560 kg/qcm erreichen, wurden früher mehr als jetzt als Bruchsteine gewonnen. Die blauen splittrigen Kalksteine konnten zu Pflastersteinen und Beschotterungsmaterial benutzt werden. Brüche finden sich noch südlich Plesnois bei Metz, bei Rosslingen (Moyeuvre) und östlich Fentsch (Hohebrücker Mühle). Weitaus die meisten sind längst aufgelassen.

Bedeutend wichtiger sind Bänke, die darüber folgen und meist aus einem grobkörnigen weissen, zum Teil oolithischen Detrituskalke bestehen, der sich aus Fragmenten von Stachelhäutern, besonders Seeigeln, aufbaut (Other Kalk). In der Metzer Gegend sind diesen Schichten oft lagenweise mächtige harte Korallenklötze eingelagert und der Kalk zeigt nicht selten eine dünnplattige Absonderung (z. B. im Steinbruch St. Georg). Der Other Kalk wird in der Metzer Gegend lokal als Kleinschlag, seltener als Bruchstein oder zum Brennen gewonnen. Der Korallenkalk dient ebenfalls zur Beschotterung der Gemeindestrassen.

Viel wichtiger und wertvoller wird der Other Kalk nördlich des Fentschtales, wo Koralleneinlagerungen fehlen. Er bildet hier dicke, massige und homogene Bänke, die fest aufeinander gepackt sind. Im nordwestlichen Lothringen wird er bei Deutsch-Oth (Abb. 6), Wollmeringen und Escheringen in mehreren Brüchen abgebaut. In den ausgedehnten Betrieben von Deutsch-Oth ist er zum Teil in 15 bis 18 m hohen Wänden aufgeschlossen. Der Bruch (A. Poucin - Compe) zeigt etwa folgendes Profil:

2 bis 12 m Mergel und Kalkmergel: Abraum.
1 m Abraumkalk.
3 bis 4 m Weissgrauer Detrituskalk von grösserer Druckfestigkeit.
1,50 bis 3 m Abraumkalk.
5 m Weisser Detrituskalk.

Abb. 6 Other Kalk bei Deutsch-Oth

Der Detrituskalk liefert bis 4 cbm grosse Blöcke; er wird in der Regel zu Hausteinen, Mantel- und Verblendsteinen, Balkonplatten, Gemarkungsteinen, viel weniger zu Pflastersteinen verarbeitet. Bei einer Arbeiterzahl von 60 bis 80 Mann im Sommer und 20 bis 30 Mann im Winter beträgt die Jahresproduktion 2500 bis 3500 cbm.

Ein anderer Bruch, Gewann Vevesprech (A. Speck) liefert bei 8 Arbeitern jährlich 4000 cbm Hausteine und 2000 cbm Mauersteine zu Bauzwecken.

Bei Wollmeringen wird ebenfalls im Bruche Meilenacker (Nik. Wonner) ein gelblichweisser, grobkörniger Kalkstein nach Bedarf gebrochen und findet lokal Verwendung zu Bau- und Pflastersteinen.

Ein ockergelber, poröser, etwas oolithischer Kalk (Nonkeiler Kalk) wurde als Baustein früher bei Nonkeil im Oettinger Tal gebrochen. In einem ausgedehnten Bruche im Waschhaustal bei Malancourt (Firma Thyssen) werden über dem Hohebrückner Kalk Korallenkalke, knollige, zum Teil etwas sandige Mergelkalke sowie die „Schichten von Fentsch" (Blagdenischichten) gewonnen, um in Hagendingen zur Herstellung von Portlandzement zu dienen. Das Bruchgelände umfasst 180 Hektar, die bauwürdige Höhe beträgt 30 bis 35 m, der Abraum durchschnittlich 0,50 m. Der Abbau wird etagenweise eingerichtet. Auf jede Etage wird ein Löffelbagger (3 cbm fassend) aufgestellt. Die tägliche Förderung, 1300 bis 1400 Tonnen, soll auf 1800 Tonnen erhöht werden. Jährliche Förderung zirka 400 000 Tonnen; Arbeiterzahl etwa 90 Mann. Das Material wird mittelst Löffelbagger (Reisskraft 29 Tonnen) in Wagen von 15 cbm Inhalt geladen und mittelst Lokomotive den zwei in nächster Nähe befindlichen Brechern zugeführt, welche das Material (durchschnittlich 180 Tonnen pro Stunde) auf Faustgrösse zerkleinern. Durch eine Laufrinne fällt der Kalk in die Becher eines Elevators, welcher das Material in einen 18 m höher stehenden Silo transportiert. Von hier aus wird es in Wagen von 1,25 cbm Inhalt mittelst Druckluftlokomotiven nach Pierrevillers gebracht, daselbst in einen Bunker gekippt, wieder in Wagen von 5 Tonnen Inhalt gefüllt und nach Hagendingen transportiert. Der Zement wird nach dem In- und Ausland (z. B. Argentinien) verschickt.

Dieselben Schichten werden im Herrenwald bei Rosslingen am oberen Berghang in drei Brüchen ausgebeutet. (Portland-Zementwerk Rombach A.-G.) Auch hier wechseln Korallenkalklinsen mit Zwischenlagen von hauptsächlich mit Kieselsäure und etwas Eisenoxyd vermischten erdigen oder subkristallinem Kalkstein.

Das Gestein zeigt folgende Zusammensetzung:

in %	SiO_2	$Fe_2O_3+Al_2O_3$	$CaCO_3$	$CaSO_4$	$MgCO_3$
Korallenkalk	5,22	1,06	90,93	0,40	1,77
Erdiges Material	20,60	4,70	71,56	—	2,88
Durchschnittsmaterial	10,00	1,06	1,39	—	85,00

Die Steinbrüche sind insgesamt etwa 360 m lang; die Bruchwand ist etwa 30 m hoch. Der Abraum schwankt zwischen 1 und 2 m. Im Sommer werden täglich durchschnittlich 150 Tonnen Kalksteine gefördert. Jahresproduktion zirka 40 000 Tonnen. Die Arbeiterzahl beträgt 10 bis 30 Mann. Der Rohstoff wird in Kippwagen zirka 800 m lang mit starkem Gefälle zum Bremsberg gebracht und zu Tal befördert, von wo der Kalkstein in Füllrümpfe gestürzt, in Hängebahnwagen gefüllt und mittelst Seilbahn der Rombacher Hütte und dem Zementwerk zugeführt wird. Gesamtbetrag des Weges vom Bruch zum Werk zirka 4½ km. Der Kalk wird zur Herstellung von Portlandzement und zu hydraulischem Stück- und Sackkalk verwendet.

Im westlichen Deutsch-Lothringen dehnt sich links der Mosel ein Plateau aus, die historisch berühmte Hochfläche, auf der die französische Grenze verläuft. Unter einer nach Westen an Mächtigkeit zunehmenden Mergeldecke liegt hier ein 20 bis 30 m mächtiges Formationsglied, das den Baustein für das ganze westliche Lothringen abgegeben hat und noch heute weit über die Landesgrenzen hinaus in grösserem Massstabe Verwendung findet. Diese mächtige, etwas nach Westen zu einfallende Kalkplatte tritt am Rande des Plateaus zutage an einer durch die Erosion vielfach gebogenen Linie,

welche von Gorze über Gravelotte - St. Hubert - Amanweiler - Marengo - Jaumont - Moyeuvre - Rangwall - Neunhäuser und Fentsch nach Nordwesten verläuft. Ueberall wird hier der Stein in grossen Brüchen abgebaut und mit der Bahn oder auf der Achse talabwärts befördert. Die ältesten Steinbrüche, nordwestlich von Metz, bei dem ehemaligen Château Jaumont, haben dem Baustein den Namen Calcaire de Jaumont (Oolith von Jaumont) eingetragen. Dieses Glied des Oberen Doggers ist mit dem oberrheinischen Rogenstein zu vergleichen, auf den wir noch zu sprechen kommen. Nach Alter, Entstehung und Ausbildung steht das Material auch dem Caënstein nahe, der in der Normandie und in England eine grosse Rolle spielt.

Hellgefärbte, runde bis ovale Kalkoolithkörner von schalig konzentrischem Aufbau und ¼ bis ½ mm Durchmesser, oft mit Schalenfragmenten einer kleinen Auster untermischt, bilden das Jaumontgestein, das, wie sämtliche besprochenen Jurakalke, mariner Sedimentation seinen Ursprung verdankt. Der Gehalt an kalkigem Bindemittel wechselt. So hat man zum Teil lockere weissgraue Oolithe, arm an Bindemittel, und goldgelbe Varietäten, bei denen die Oolithkörner durch eine feinkörnige Calcitgrundmasse fest verbunden sind. Blöcke von letzteren geben beim Anschlagen einen hellen Klang. Besonders hervorzuheben ist auch die durchgehends gleichartige Beschaffenheit des Materials.

Weit verbreitet ist der Irrtum, die Oolithkörner des Jaumontooliths seien Sandkörner und der Jaumontstein sei ein Sandstein, während er sich zum überwiegenden Teil aus Kalk aufbaut, wie aus folgender Analyse hervorgeht:

$CaCO_3$	$MgCO_3$	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	P_2O_5
95,05 %	0,96 %	1,00 %	Spuren

(Dürrfeld; Jaumontoolith von Fentsch.) Erst gegen unten stellt sich ein geringer SiO_2-Gehalt ein (bis 3 %). Die unteren Lagen sind meistens tiefgelb und von grösserer Druckfestigkeit, eignen sich aber bei bankiger und plattiger Absonderung nur zur Bruchsteingewinnung (Bruchsteinoolith). Weiter nach oben stellen sich fest aufeinander gepackte, meterdicke, homogene Bänke ein (Hausteinoolith). Diese zeigen nicht selten eine schief gegen die eigentliche Schichtung geneigte, keilförmige Zerteilung (sogenannte diskordante Schichtung), was dem Steinbrecher die Gewinnung grosser Blöcke ausserordentlich erleichtert.

Nach neueren Untersuchungen schwankt die Druckfestigkeit des Jaumontooliths zwischen 200 und 300 kg/qcm. Im Mittel ist sie zirka 270 kg/qcm. Der Kubikmeter wiegt vom Bruche kommend etwa 2500 kg. Das spezifische Gewicht beträgt nur 1,911. Das Gestein zeigt nur eine geringe Härte und lässt sich überaus leicht bearbeiten. Da es für Wasser nur eine sehr geringe Aufsaugungsfähigkeit besitzt und die Feuchtigkeit nur oberflächlich und in geringem Masse annimmt, zeigt es auch dem Frost ausgesetzt keine Veränderung. Der Wetterseite zugekehrte Mauern weisen an ihrer Innenfläche selbst bei anhaltendem Regen keine Spur von Feuchtigkeit auf.

An Haltbarkeit und Wetterbeständigkeit übertrifft der Jaumontoolith alle übrigen Bausteine im Lande, wie man sich bei einem Gang durch die Sammlung römischer Altertümer in Metz leicht überzeugen kann, und wie die in vorzüglichem Zustande befindliche Metzer Kathedrale, die im 14. Jahrhundert erbaut wurde, aufs klarste zeigt. Ihre Fassaden, ihre Strebepfeiler, das spitzenartige Masswerk und die zahlreichen Skulpturen haben die Stürme der Jahrhunderte unversehrt überdauert. Proben, die von der Wetterseite des im 15. Jahrhundert erbauten Mütteturms entnommen wurden, zeigen, dass durch Wind und Wetter nur ein Herausmodellieren der Muschel-

schälchen stattgefunden hat, die nun eine rauhe, aber äusserst widerstandsfähige dunkelgraubraune Oberfläche bedingen. Dabei zeigt das reiche Masswerk eine wunderbare Erhaltung seiner Formen, und das Material hätte nicht ausgewechselt werden müssen, wenn nicht die alten verrosteten Eisenbolzen, welche zur Verbindung der Teilstücke dienen, die Steine zersprengt hätten. Für die Reparaturen werden jetzt Messingbolzen verwendet. Eine wirkliche Verwitterung ist nur an wenigen Stellen zu bemerken, und zwar da, wo das Gestein andauernder Feuchtigkeit ausgesetzt ist. Hier wird es an der Oberfläche mürb; aber in die Tiefe dringt die Zersetzung nicht ein.

Mit der Zeit verwandelt sich das leuchtende Gelb des frischen Jaumontsteins in ein warmtöniges Braun; aber leider begünstigt die poröse, durch Auswitterung der Oolithe erzeugte Struktur ein rasches Ansiedeln der Flechten, wodurch der Stein bald ein rauchgraues bis russig-schwarzes Aussehen erhält, was jedem Fremden, der die Sehenswürdigkeiten von Metz besichtigt, auffällt. Das im Jahre 1903 errichtete Hauptportal der Metzer Kathedrale sticht schon jetzt kaum noch von den älteren Bauteilen ab. Das Abwaschen der geschwärzten Steine hilft nur für kurze Zeit.

Der Jaumontoolith findet schon seit undenklichen Zeiten eine mannigfache Verwendung. Schon die Römer haben ihn geschätzt, und seiner Haltbarkeit verdanken wir eine Reihe interessanter Urkunden. Er eignet sich in vorzüglicher Weise zum Bau von monumentalen Gebäuden, Brücken, Viadukten, Durchlässen, Brunnen, Grabdenkmälern, aber auch zu feineren Bildhauerarbeiten.

Die meisten Steinbrüche zeigen eine schützende Abraumdecke von Mergelkalken, die technisch keine Verwendung finden. Der Umstand, dass verschiedene Brüche, die demselben geologischen Horizonte zugehören, sehr verschieden grosse Blöcke liefern, ist direkt und indirekt auf tektonische Ursachen (Verwerfungen usw.) zurückzuführen.

Abb. 7 Jaumontoolith bei Amanweiler

Sehr umfangreiche Betriebe befinden sich z. B. bei Amanweiler (Abb. 7) und Jaumont.

Die Brüche bei Amanweiler (Tramperts) zeigen von oben nach unten die folgenden Gesteinslagen:

2 m Abraum, zum Teil „Mergel von Gravelotte";
1½ m plattiger Oolith (Abraum, verwitterter Hausteinoolith);
4 m Hausteinoolith, gelber (liefert Hausteine bis 0,70 × 2 m Fläche);
6 m sandiger, hellgelbgrauer, harter Oolith: Bruchsteinoolith (liefert ausschliesslich Bruchsteine).

Die Druckfestigkeit des Gesteins schwankt zwischen 205 und 306 kg/qcm.

Noch grössere Blöcke liefern die Brüche von Jaumont (Gemeinde Roncourt). Auch in ihnen ist ein 2 bis 4 m mächtiger Abraum von dünnplattigem Mergeloolith vorhanden. Darunter liegt der kompakte homogene Oolith in zwei bis vier 1,50 m dicken Bänken, die ohne Zwischenmittel aufeinander gepackt sind. Der Stein wird gewöhnlich bis zu 70 und 80 cm Schichthöhe verwendet. Die Brüche von Jaumont gehen nicht tiefer als 4 bis 5 m und bauen nur den Hausteinoolith ab. Der Abfall dient zu Bruchsteinen. Ueberall findet Handförderung statt. Gewöhnlich sind in Jaumont 25 bis 100 Arbeiter beschäftigt. Die Jahresproduktion beträgt bis 6000 cbm. Das Material wird im Bruch verladen, und vom Bremsberg bei Ternel fährt eine Schmalspurbahn nach der Station Maizières, von wo aus der Stein in die Umgebung und in die Nachbarländer verfrachtet wird.

Die Untersuchung der gelben Oolithsteine von Jaumont durch die Königliche Prüfungsstation für Baumaterialien in Berlin lieferte folgende Ergebnisse (Durchschnittszahlen):

A. Prüfung auf Druckfestigkeit im Lager:

1. In lufttrockenem Zustande:
   Beginn der Risse bei 256 kg, Zerstörung bei 270 kg.
2. In wassergesättigtem Zustande:
   Beginn der Risse bei 214 kg, Zerstörung bei 225 kg.
3. Nach der Beanspruchung durch Frost an der Luft:
   Beginn der Risse bei 211 kg, Zerstörung bei 221 kg, ohne Risse und ohne Gewichtsverlust erlitten zu haben.
4. Desgleichen durch Frost im Wasser:
   Beginn der Risse bei 211 kg, Zerstörung bei 223 kg.

B. Prüfung auf Wasseraufnahme und Wetterbeständigkeit:

Das Mittel der Prüfung auf Wasseraufnahme ergab pro 1 kg Probegewicht 7,7 bis 8,1 %. Die Prüfung mittels Siedehitze und plötzlicher Abkühlung in Wasser, Kochsalzlösung, Natronlauge usw. ergab weder Gewichtsverlust noch Gefügeveränderung. Die Prüfung mittels 3 % und 5 % Salzsäure liess die Probestücke intakt und ohne Gefügeveränderung. Die Behandlung mittels reiner 4 % Salzsäure im Dampfbad liess die Gegenwart schwefelsaurer Salze, die Ursache von Auswitterungsprodukten, nicht erkennen. Die Versuche auf Wetterbeständigkeit bestätigen daher, was die Erfahrung schon lange gezeigt. Die Untersuchung der Kohäsionsbeschaffenheit ergab in den Bruchflächen des Materials ein sehr gleichförmiges, ziemlich feinkörniges, poröses Gefüge in dunkelgelber Farbe, durchzogen von kleinen Quarzpartikelchen.

Die Jaumontsteinbrüche haben das Material zu vielen berühmten Gebäuden geliefert, u. a. der Kathedrale von Metz (1382).

Im Elsass findet sich der oolithische Kalkstein des Doggers (Hauptoolith oder Hauptrogenstein), welcher zum Teil dem Lothringer Jaumontstein entspricht, 40 bis 100 m mächtig, recht verbreitet in den Vorhügeln der Vogesen. Er zeigt überall eine gleichartige petrographische Beschaffenheit. Die Farbe ist weiss bis gelblich, im Kern grosser Stücke dunkelbläulich. Die Struktur ist meist deutlich oolithisch. Oft tritt die Grundmasse ganz zurück, so dass bei Anwitterung auf der Bruchfläche die Oolithkugeln plastisch hervortreten. Solche Gesteine sind bei guter Schichtung ziemlich weich und leicht zu bearbeiten. In anderen Abarten treten dagegen die Oolithkörner zurück oder fehlen ganz, dabei wird das Gestein dichter und härter und zeigt nur undeutliche Schichtung, dagegen starke senkrechte Zerklüftung.

Der Hauptrogenstein wird in vielen Steinbrüchen ausgebeutet, da er sowohl ein sehr geschätztes Material zum Brennen als auch gute Bausteine liefert. Im Elsass tritt der Hauptoolith im Norden auf bei Mietesheim und Pfaffenhofen und wird an der Strasse nach Ringeldorf und Dauendorf in grossen Brüchen abgebaut. Ausserdem wird er in einem grossen Steinbruch dicht bei Buchsweiler, links der Imbsheimer Strasse, gewonnen.

Weiter im Süden tritt der Hauptoolith am Vogesenrande von Scharrachbergheim bis Dahlenheim und Wolxheim auf. Dann bildet er in der Gegend von Barr einen zusammenhängenden Komplex, dessen nördlichster Punkt bei Rosheim liegt, wo die oberen Schichten in grossen Brüchen gewonnen werden. Von da zieht er über St. Pilt, Rodern, Rohrschweier, Bennweier und Sigolsheim gegen Süden bis Katzenthal (Abb. 8). Etwas südlicher wird der Hauptoolith in grossen Brüchen bei Niedermorschweier und Türkheim abgebaut, ebenso an dem Zuge Vöklinshofen - Geberschweier. Auch an der Strasse nach Bergholz liegen grössere Brüche im Hauptoolith.

In der Gegend von Pfirt gewinnt der Hauptoolith seine hauptsächlichste Verbreitung in der nördlichsten Jurafalte und wurde früher von Pfirt bis Luffendorf in einer ganzen Reihe von jetzt verlassenen Brüchen gewonnen. Ein geringer Betrieb findet in dem Steinbruch an der Blochmontstrasse, wenig nördlich vom Hof Blochmont, auch noch heute statt.

Abb. 8 Steilgestellter Hauptoolith bei Katzenthal

Zur Strassenbeschotterung wird der wesentlich höher, im Weissen Jura (Malm) liegende Korallenkalk an der Strasse von Pfirt nach Sondersdorf abgebaut. Er ist ein dichter, harter und splittriger Kalk mit Knauern von Chalcedon (Feuerstein), der in klotzigen Massen felsbildend auftritt.

Weisser, geschichteter, zum Teil oolithischer, dickbankiger Kalk des Astartien (etwas höher im Weissen Jura) wurde früher an vielen Punkten, bis in die letzten Jahre in grösserem Masse auch noch in einem Bruch südöstlich Bendorf, an der Strasse nach Pfirt, gebrochen, teils zu Hausteinen, teils zum Brennen. Auch hier ist der Betrieb stark zurückgegangen. Abbau derselben Kalke findet auch südwestlich von Folschweiler statt.

Im Tertiär findet sich Kalkstein an verschiedenen Orten im Rheintal. Zunächst ist das Vorkommen von mitteleozänem Süsswasserkalk vom Bastberg bei Buchsweiler (Unterelsass) zu erwähnen. Er wird in einem kleinen Steinbruch abgebaut.

Viel bedeutender sind die unteroligozänen Kalksteine der Gegend von Mülhausen. Das Hauptgestein (Melanienkalk) ist ein in verschieden dicken Bänken abgelagerter, dichter, grauer bis graubrauner, mitunter brecciöser Kalk. Bei Brunstatt ist er 20 m mächtig über Tage aufgeschlossen und besteht hier aus weicheren und härteren Kalkschichten, die in 0,10 bis 2 m dicken Bänken auftreten und mit Mergeln wechsellagern. Der Melanienkalk liefert stellenweise gute Bausteine und findet auch zum Brennen Verwendung.

Kieselkalk.

Bei Rappoltsweiler und Bergheim hat die Verkieselung, von der bereits oben (Seite 388) die Rede war, auch den oberen Muschelkalk betroffen. Der verkieselte Muschelkalk wird wegen seiner Härte zur Strassenbeschotterung benutzt. Die Gemeinde Bergheim bricht im „Schneidewetz"-Bruch einen blaugrauen dichten Kieselkalk und beschäftigt zeitweise etwa 10 Arbeiter. Produktion und Lieferung richten sich nach dem jeweiligen Bedarf der Strassenbauverwaltung. In einer anderen Grube bei Bergheim (Bohler, Kinzheim) wird verkieselter Trochitenkalk von durchschnittlich 3 bis 4 Arbeitern gewonnen.

g) Gips.

Der Gips tritt im Reichsland im mittlerm Muschelkalk, im mittlerm Keuper und im Tertiär (Oligocän) auf.

Der mittlere Muschelkalk beginnt mit an 30 m mächtigen bunten Mergeln und Tonen von grauer, hellgrüner, violetter und roter Farbe. Ueber diesen bunten Mergeln finden sich bei Saaralben, Moussey und Dieuze, wie durch Bohrungen erwiesen ist, Steinsalz und Anhydrit in Lagern und in unregelmässiger Verteilung.

Am Ausgehenden ist das Steinsalz aufgelöst und aus dem Anhydrit hat sich durch Wasseraufnahme Gips gebildet. Solcher kommt vor: am Stromberg bei Sierck, südlich von Rüsdorf, zwischen Apach und Perl, bei Belmach (Bl. Sierck); bei Siersdorf und Ihn (Bl. Gross-Hemmersdorf); bei Berus (Bl. Ludweiler); südlich und östlich von Kochern (Bl. Forbach); östlich und südwestlich Fechingen, südlich Bliesschweihen, nordöstlich Bübingen (Bl. Saargemünd); bei Eppingen (Bl. Bliesbrücken) und in der Nähe des Bahnhofs Rohrbach. Hier findet durch die Firma Zeh, Strassburg, unterirdischer Abbau des grauen Gipssteins (Schacht mit Dampfaufzug) statt. Die Jahresproduktion beträgt bei 30 Arbeitern 9000 cbm.

Der mittlere Keuper oder Salzkeuper, so benannt nach den Steinsalzlagern, welche ihm an der Seille und weiter gegen Süden bis Rozières aux Salines zwischen Nancy und Lunéville eingeschaltet sind, besteht aus etwa 65 m mächtigen, bunten, meist düster grau und violett gefärbten Mergeln, die hin und wieder Gipsstöcke enthalten. (Gipskeuper.)

Gipsvorkommen finden sich in ihm bei Niederkontz (Sierck), zwischen Villers-Stoncourt und Aoury, bei Chanville und Voimhaut, bedeutendere bei Anserweiler (Rémilly, Lothringen), ferner in geringerem Umfange bei Maizières und Püttlingen-Niederhost. Im Elsass gehören die Stöcke am Krum-Berg bei Trähnheim, bei Flexburg und besonders bei Balbronn (Molsheim) diesen Schichten an.

Das Hauptgipslager, welches auch technisch die grösste Bedeutung besitzt und das beste Material liefert, befindet sich in der Zone der „Roten Mergel", welche, an 10 bis 25 m mächtig, zwischen dem Schilfsandstein (S. 385) und dem Steinmergelkeuper (S. 392) gelagert sind. Man kennt es allenthalben in der Gegend zwischen dem Kannertal von Königsmachern bis St. Hubert und in den Seitentälern desselben, sowie längs des Randes gegen das Plateau des Salzkeupers. Dagegen fehlt der Gips in der Gegend von Rémilly; hier tritt er vielmehr im Salzkeuper weit häufiger auf als nördlich der Nied.

Von grosser Bedeutung sind die Gipsvorkommen in der Gegend von Dieuze. Sie liefern einen vorzüglichen Baugips. Der z. T. unterirdisch betriebene Abbau bei Gebling (Bruch „Les Gissières" A. Fink & Cie.) erstreckt sich auf einen weissgrauen Gipsstein, der den „Roten Mergeln" in grösseren Stöcken eingelagert ist. Bei Handförderung mit 35 Arbeitern beträgt die

Jahresproduktion gegen 10 000 Tonnen. Das Werk liefert für Lothringen, Elsass, Pfalz, Baden usw.

Kleinere Vorkommen finden sich sehr zahlreich in der Gegend von Monneren (Klangen, Kemplich, Wekringen, Hellingen, Bidlingen) [1]); dann bei Gelmingen (Homburg, Ebersweiler, Endorf, Pieblingen, Brittendorf, Villers-Bettnach, Nödlingen), bei Bolchen (Marivaux) und Busendorf (Remelfangen) und bei Mont; ferner südlich in der Gegend von Vic und Château-Salins; doch stehen im ganzen nur wenig Gruben in regelmässigem Betrieb.

Im Elsass kennt man den Gips des Haupthorizontes besonders in der Zaberner Bucht und in den Vorhügeln der Vogesen.

Ein bedeutender Bruch liegt bei Waltenheim gegenüber Mommenheim (A. Brill, Elsässische Gips- und Kalkwerke G. m. b. H.); hier wird feinkörniger roter und grauer Gipsstein von dem spezifischen Gewicht 1,8 abgebaut, um zur Gipsfabrikation zu dienen. Bei 18 Arbeitern beträgt die Jahresproduktion 6000 bis 7000 Tonnen.

Abb. 9 Gipsbruch bei Bergheim

Denselben Gips baut Herr Zeh aus Strassburg in einem anderen unterirdischen Bruch ab. Mit 3 Arbeitern beträgt die Jahresproduktion 7000 cbm Baugips.

In den Vorhügeln der Vogesen ist besonders das Vorkommen von Bergheim bei Rappoltsweiler (im Salzkeuper, vgl. Abb. 9) bemerkenswert. Viele andere Betriebe sind längst eingestellt. Bei Türkheim wurde schon im XIII. Jahrhundert der erste Gips entdeckt und das Gipsen der Felder war schon damals in der Gegend üblich.

Das Gipsvorkommen des Tertiärs (Oligocän) ist im Rheintal auf die Gegend von Zimmersheim und Herlisheim beschränkt. Hier wird der Gips zeitweise in Gruben gewonnen.

h) Andere Hartsteine für Pflaster- und Beschotterungsmaterial usw.

Zum Schlusse wären noch die Kies- und Schotterablagerungen zu erwähnen, welche sich in den breiteren Flusstälern in grösserer Ausdehnung und Mächtigkeit vorfinden. Sie sind teils in der diluvialen Zeit gebildet worden, teils erst in der jüngsten (alluvialen) Zeit unter dem Einfluss stark strömender Bäche und Flüsse zum Absatz gelangt.

Die Kies- und Schottermassen wurden besonders früher sowohl im Rheintal als in Lothringen als Beschotterungsmaterial für Strassen benutzt, und die grösseren und festeren Gerölle, die sie enthielten, zu Pflastersteinen hergerichtet. Jetzt werden sie nur noch in geringem Masse verwendet; aber immerhin machen sie der Steinbruchindustrie bis zu einem gewissen Grade Konkurrenz.

Sehr häufig sieht man im Elsass die härteren und grösseren Geschiebe aus dem Rhein und der Ill mit ihren linksseitigen Nebenflüssen (Larg, Doller, Thur, Lauch, Fecht und Giessen) und auch aus den älteren Schotterablagerungen des Sundgaus als Pflastersteine verarbeitet. Ihrer Zusammen-

[1]) In der Kirche Hackenberg bei diesem Ort werden die Reste eines Altares aufbewahrt, der aus Gips der roten Mergel hergestellt war.

setzung nach sind es namentlich quarzitische Gesteine und verkieselte Kalke, die vorzugsweise dem Alpengebiet entstammen, ferner Granit, Porphyr, dioritische Gesteine, auch Grauwacke und kieseliger Sandstein, die ihren Ursprung in den Alpen oder in den Vogesen besitzen. Erst von Strassburg abwärts werden die Dimensionen der Rheingeschiebe zu klein für Pflastersteine; der Kies, dem im Rhein besonders viele Kalkgeschiebe beigemengt sind, wird dann hauptsächlich zur Strassenbeschotterung und als Baukies (zu Beton usw.) benutzt.

Eine gleiche Verwendung fanden früher — zum Teil auch noch jetzt — die Gerölle aus dem oligocänen Küstenkonglomerat am Bastberg bei Buchsweiler und bei Katzental zwischen Colmar und Kaysersberg.

Hin und wieder wird auch das mitteloligocäne Küstenkonglomerat lokal als Baustein verwendet, z. B. bei Oltingen im Oberelsass.

Literatur: J. Delbos, J. Koechlin und Schlumberger, Description géologique et minéralogique du Dép. du Haut-Rhin, 1867, II, p. 440 ff. — A. Daubrée, Description géologique et minéralogique du Dép. du Bas.-Rhin, 1852, p. 449 ff. — E. Jacquot, Description géologique et minéralogique du Dép. de la Moselle, 1868, p. 449 ff. — Veröffentlichungen der Geologischen Landesanstalt von Elsass-Lothringen, und zwar Uebersichtskarte 1 : 500 000, Spezialkarten 1 : 25 000 (nebst Erläuterungen); Geolog. Karte 1 : 200 000; Abhandlungen und Mitteilungen (seit 1877) usw. Besonders verschiedene Arbeiten von Förster, Meyer, Schlippe, Schumacher, Steinmann, van Werveke usw. — Benecke, Bücking, Schumacher und van Werveke, Geologischer Führer durch das Elsass, 1900. — Das Reichsland Elsass - Lothringen, I. Teil. Allgemeine Landesbeschreibung. Strassburg 1898—1901. — Hirschwald, Bautechnische Gesteinsuntersuchungen. Berlin, II. Jahrgang 1911, Heft 2.

Deutsche Kolonien.

Von Prof. Dr. C. Gagel, Königl. Landesgeologe, Berlin.

Die Steinbruchindustrie in den deutschen Kolonien befindet sich zurzeit noch in den ersten Anfängen und ist mit einer Ausnahme bisher nur auf die Befriedigung des alierengsten Lokalbedürfnisses eingestellt: Lieferung von Schotter für Bahn- und Wegebauten, Gewinnung von Mörtelkalk in bescheidenstem Massstabe usw.; doch scheinen auch schon nach unseren bisherigen mangelhaften Kenntnissen über den geologischen Aufbau unserer Schutzgebiete die natürlichen Vorbedingungen für eine gedeihliche Entwicklung der Steinbruchindustrie dort durchaus günstige zu sein.

Togo.

Togo wird nach unseren jetzigen Kenntnissen von einer Anzahl annähernd N-S streichender Gebirgsglieder aufgebaut, die von Osten nach Westen ihrem Alter nach geordnet sind. Der Osten des Landes ist eine im wesentlichen aus Gneisen mit eingelagerten Amphiboliten, Eklogiten, kristallinen Kalken bestehende Fastebene mit Inselbergen; die Gesteine sind grossenteils intensiv umgewandelte Tiefengesteine (Granit, Diorit, Gabbro), zum Teil umgewandelte, hochkristallin gewordene Sedimente.

Daran stösst westlich das Togogebirge, ein aus stark gefalteten und stark metamorphen Sedimenten: Glimmerschiefern, Quarzitschiefern, Phylliten, Quarziten, Itabiriten, sowie aus Hornblendeschiefern, Eklogiten und Gneisen bestehendes Gebirge, dessen N-S streichende Falten grossenteils nach Westen überkippt sind. Nach Westen bricht das Togogebirge mit einer grossen Verwerfung ab; in seiner östlichen (Rück-)Seite sind mächtige Tiefengesteinsmassen: Gabbros, sodann Diorite und Granite, emporgedrungen.

Westlich an das Togogebirge legt sich die durch Bruchlinien begrenzte und von solchen durchzogene Schollenlandschaft der Buemformation: Arcosesandsteine, Quarzite, Konglomerate, Tonschiefer, Eisenkiesel, verhärtete Grundmoränen usw., die vielleicht permocarbonen Alters sind. Westlich davon liegt die ganz flach gelagerte Otiformation, die aus Schiefertonen, tonigen Kalksteinen und vorwiegend aus arcoseartigen, kalkigen Sandsteinen besteht, zu beiden Seiten des Otiflusses. Ganz im äussersten Norden endlich liegt wieder eine aus Graniten bestehende Fastebene. Das Küstengebiet im äussersten Süden besteht aus pleistocänen Sanden und Lehmen.

Aus diesen Angaben ergibt sich, dass im Steinbruchsbetriebe gewinnbare, nutzbare Gesteinsarten in grösster Verbreitung vorhanden sind und wenigstens in den älteren gebirgigen Teilen überall mit Leichtigkeit gewonnen werden können. Bisher sind diese Gesteine allerdings im wesentlichen nur zur Herstellung von Schottern für den lokalen Bedarf, zum Wegebau und für die Bahnlinien gewonnen worden; an irgendeine Verfrachtung und Ausfuhr ist natürlich nicht zu denken.

Eine Ausnahme macht das Vorkommen eocäner, reiner Kalke im äussersten Südosten der Kolonie am Monufluss bei Tokpli (Adabion). Hier treten ziemlich fossilreiche, reine Kalksteine von etwa 98 % Kalkgehalt auf,

die gebrochen und gebrannt werden und bei dem allgemeinen Kalkmangel der umliegenden Gebiete allmählich grössere Bedeutung gewinnen könnten. Bisher beschränkt sich die Förderung auf wenige hundert Tonnen im Jahr, die in einem Kalkofen gebrannt werden.

Für den Bau von Gebäuden, Stationen usw. kommen hier wie fast überall in unseren Kolonien im wesentlichen bisher fast nur aus Lehm und Laterit hergestellte, an der Sonne getrocknete Luftziegel in Betracht, bzw. das in der unmittelbaren Umgebung gefundene und meistens mit Lehm gemauerte Gesteinsmaterial.

Literatur: Koert: Begleitworte zur geologischen Karte von Togo in H. Meyer, Das deutsche Kolonialreich, II. Band.

Kamerun.

Der geologische Aufbau von Kamerun ist noch sehr wenig genau bekannt. Nach unseren bisherigen Kenntnissen besteht das Land ganz überwiegend aus einem stark denudierten Rumpf steil gestellter, stark metamorpher, archäischer Gesteine: ganz vorwiegend Gneise, dann Glimmerschiefer, Phyllite, schieferige Amphibolite, Grauwacken usw. mit mächtigen Tiefengesteinsmassiven: Graniten, Syeniten, Dioriten usw. Diese Gesteine bilden, soweit wir es wissen, fast die ganzen Hochländer der Kolonie und sind grossenteils mit den Produkten der spezifischen Tropenverwitterung: Laterit und Krusteneisenerz, bedeckt.

In einer breiten, vom Kamerunberg ungefähr nach NO. streichenden Zone über das Manengubagebirge, die Landschaft Bamum, Djang, Banso nach Adamaua erstreckt sich ein Gebiet, in dem in grosser, aber noch nicht genauer begrenzter Verbreitung zahlreiche jungvulkanische Gesteine auftreten, vorwiegend Basalte, aber auch Trachyte, Phonolithe usw. und deren Tuffe. Diese Basalte bilden zum Teil mächtige Decken und Ströme, wie am Kamerunberg und bei Ngaundere; zum Teil treten sie in mehr isolierten kleineren Partien auf.

Zu beiden Seiten des Benue und des Krossflusses finden sich in ziemlicher Verbreitung mächtige, horizontalliegende, zum Teil ziemlich grobkörnige Sandsteine und Arcosen, zum Teil in Verbindung mit Schiefertonen, deren Alter unbekannt ist.

Ebenso finden sich im Hinterland der Biafrubucht um das Mündungsgebiet des Mungo, Kamerunflusses und Sanga flache, relativ tiefliegende Gebiete, die von Sandsteinen, Schiefertonen, Kalksandsteinen und sehr unreinen, sandigen Kalken gebildet werden und durch die in ihnen enthaltenen marinen Fossilien als zur Oberkreide und dem ältesten Tertiär gehörig sich erweisen. Nutzbar ist keines von diesen flachliegenden Gesteinen, insbesondere scheinen all die Kalksteine zu sandig und unrein zu sein, um eine technische Verwendung zuzulassen. Auch von den archäischen Gesteinen der Hochländer ist bisher keines in irgendeiner Weise nutzbar gemacht, ebensowenig wie von den jungvulkanischen Gesteinen, wenn man von dem bisher ganz geringen Schotterbedarf der beiden Bahnlinien absieht, denn selbst die Wege in Kamerun, soweit sie bisher vorhanden sind, sind nur planiert, aber nicht beschottert.

Literatur: Passarge: Begleitworte zur geolog. Karte von Kamerun in H. Meyer: Das Deutsche Kolonialreich, I. Band.

Guillemain: Beiträge zur Geologie von Kamerun, Abh. d. pr.-geolog. Landesanstalt NF., Heft 62, Berlin 1909.

Esch: Beiträge zur Geologie von Kamerun, Berlin 1904.

Deutsch-Südwestafrika.

Ueber den geologischen Aufbau von Deutsch-Südwestafrika sind wir wenigstens für gewisse Gebiete schon verhältnismässig gut unterrichtet, und hier sind auch schon vielversprechende Anfänge einer wirklichen Steinbruchindustrie vorhanden in den Marmorbrüchen der Gegend von Etusis.

In Deutsch-Südwestafrika lassen sich, soweit die bisherige Erforschung vorgeschritten ist, mehrere in ihrem Aufbau wesentlich verschiedene Teile unterscheiden. Der Süden, das Namaland, besteht aus einem Massiv alter steil aufgerichteter und stark gefalteter kristalliner Gesteine, deren Generalstreichen ungefähr N-S bis SSW-NNO verläuft. Diese Primärformation lässt sich gliedern in einen Gneisgranithorizont, einen Gneisschieferhorizont (Komasschiefer) und einen jüngeren Schieferhorizont (Oranjeschiefer). Es sind Gneise, Glimmerschiefer, Amphibolite, Phyllite, Quarzite, feste Konglomerate und harte, kristalline, öfter stark verkieselte Kalke, sowie Eisenquarzitschiefer, die zum Teil von mächtigen Granitstöcken durchbrochen werden; auch Elaeolithsyenithe, Porphyrite und Diabase durchsetzen zum Teil die Primärformation.

Weit im Innern des Landes, östlich von Bethanien, legt sich auf diese steil gestellten Schichten der Primärformation eine annähernd horizontalliegende, bzw. ganz flach nach Osten geneigte Schichtentafel der Namaformation, deren untere Abteilung in Basisschichten, Kuibisschichten und Schwarzkalkschichten, deren obere Abteilung in Schwarzrandschichten und Fischflussschichten gegliedert wird. Diese Schichten der Namaformation bilden die charakteristischen Tafelberge und Hochplateaus im Osten des Landes.

Die Basisschichten bestehen aus festen Konglomeraten und Arcosen von 10 bis 50 m Mächtigkeit; die Kuibisschichten hauptsächlich aus einem sehr mächtigen, dickbankigen, sehr festen Quarzit, der ausserordentlich weite Verbreitung auf dem Huibplateau besitzt und einen ausgezeichneten, geschätzten Baustein darstellt, der schon vielfach verwendet wird.

Die Schwarzkalkschichten bestehen aus einem 50 bis 400 m mächtigen, dunkeln, meistens recht reinen, schwach magnesiahaltigen, zum Teil etwas kieseligen Kalk, der kristallinisch und fossilfrei ist und in den oberen Lagen mit schwarzen Schiefern wechsellagert. Es ist ein technisch ausgezeichnet brauchbarer Kalkstein, der z. B. das Material für den Kalkofen in Sandverhaar liefert.

Westlich Kuibis bedeckt dieser Schwarzkalk mehr als 100 qkm Fläche und findet sich auch sonst in mehr oder minder grossen Lappen als Decke der unteren Namaformation (siehe die Karte in P. Range: Geologie des deutschen Namalandes). Der Schwarzkalk ist ein ausgezeichneter Grundwasserträger. Ueber dem Schwarzkalk liegen im Osten des Landes auf dem Hanamiplateau die Schwarzrandschichten, die aus grünlichen Sandsteinen und dunklen Schiefern bestehen. Die feinkörnigen Schwarzrand-Sandsteine sind ausgezeichnet gebankt und spalten nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Kluftsystemen, so dass sich aus ihnen ausgezeichnete dünne Platten und bis 4 m lange Pfeiler mühelos gewinnen lassen, die als Bodenbelag, Pfosten usw. vielfach verwertet werden und bei späterer dichterer Besiedelung des Landes noch grössere Bedeutung gewinnen werden.

Auch grössere kalkige Konkretionen kommen oben in den gegen 200 m mächtigen Schwarzrandschichten vor.

Darüber liegen die Fischflussschichten, ein 500 m mächtiges System roter Sandsteine und Schiefertone. Die roten Sandsteine ähneln vielfach sehr stark dem süddeutschen Buntsandstein und sind im Hanamiplateau weit verbreitet; technische Verwendung scheinen sie bisher nicht gefunden zu haben.

Die im Osten darüber folgenden Karruschichten bestehen aus den Glacialschichten (Tillit, Dwykaconglomerat = verhärtete, permocarbone Grundmoräne) ,den marinen Eurydesmaschichten (dunkle Schiefer und Kalkbänke ohne wesentliche, praktische Bedeutung) und den Karrusandsteinen, milden, glimmerreichen, ziemlich mächtigen Sandsteinen mit vereinzelten Pflanzenresten, die bisher ebenfalls keine technische Verwendung erfahren zu haben scheinen.

Ausserdem treten in der Karruformation mächtige Gänge und Lager von Diabasen auf, die vielfach erhebliche Oberflächenverbreitung erlangen.

Die bis 60 m mächtigen Kalksandsteinschichten der Kalahari lassen anscheinend keine technische Verwendung zu, ebensowenig die sonstigen jüngeren Bildungen der Kalahari, vielleicht abgesehen von dem Pfannenkalk der grossen Kalkpfannen, einem weichen, reinen Kalktuff, der an der Luft rasch erhärtet.

Literatur: P. Range: Geologie des deutschen Namalandes. Beiträge zur geolog. Erforschung der deutschen Schutzgebiete, Heft 2, Berlin 1912.

Nicht unwesentlich anders als der Süden ist der mittlere Teil von Deutsch-Südwestafrika aufgebaut, das Hereroland oder Damaraberland.

Zwar sind die Hauptbestandteile des geologischen Aufbaues im wesentlichen dieselben bis auf die ganz fehlenden Karruschichten und die sehr zurücktretenden bzw. auf kleine Teile des äussersten Nordostens beschränkten Schichten der Namaformation, aber das Generalstreichen der Schichten ist ein wesentlich anderes — ganz vorwiegend NO-SW, und infolge des sehr starken Zurücktretens der Namaformation fehlen auch die charakteristischen Tafelländer und Tafelberge des Südens hier fast völlig. Das Damaraberland ist ein zum Teil hohes und wildes Gebirge aus Gneisen, kristallinen Schiefern (Komasschiefern) und intrusiven Granit- und Dioritstöcken, die zum Teil die höchsten Gebirgsmassen bilden (Omatako, Erongo, Brandberg usw.).

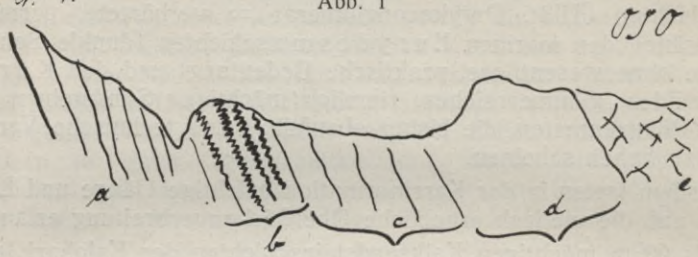
Aus der Gegend von Windhuk nach SW zu beiden Seiten des Kuiseb zieht sich ein breiter, durch eine Riesenstörung gegen das übrige Gneisgebiet abgesetzter Zug von Gneisschiefern (Komasschiefern), der die Auas- und Komasberge bildet.

Besonders auffällig im Hererolande sind die in die alten Gneise mit ihrem generellen NO-SW-Streichen eingelagerten, langen und mächtigen Züge von Amphiboliten und kristallinen Kalken (Marmor), die sich oft schnurgerade und viele Kilometer, ja Meilen lang als zum Teil erhebliche Bergzüge durch das Gebiet ziehen. Diese mächtigen Lager hochkristalliner Kalke und bunter Marmore werden, wie es scheint, allmählich eine sehr erhebliche praktische Bedeutung bekommen; es sind die einzigen Stellen in unseren Kolonien, an denen bisher Aussicht auf eine zu grösseren Dimensionen entwicklungsfähige Steinbruchindustrie besteht, die sehr wesentliche Werte produzieren kann und zum Teil jetzt schon hervorbringt.

Diese hochkristallinen Kalke finden sich an den verschiedensten Stellen des Hereroberglandes von Swakopmund bis weit hinter Karibib und bis über

den Kuiseb hinaus nach Süden. Es sind zum Teil ziemlich reine, zum Teil stark dolomitische Marmore (mit bis zu 18,7 % MgO-Gehalt) der verschiedenartigsten Färbung: reinweiss, elfenbein, grau, bläulich, weiss und schwarz geadert und gestreift (Zebra), grünliche (Serpentin), gelbe, rosa, rote und

Abb. 1



Lagerungsverhältnisse des Marmorzuges von Etusis bei Karibib:
a) Quarzitische Sandsteine; nach dem Liegenden folgen Glimmerschiefer, Gneis, Granulith usw.
b) Knoten- und Fleckschiefer mit Amphibolitzügen.
c) Dichte, nach dem Hangenden grobkörnige Kalke.
d) Marmor, e) Granit.

besonders sehr kostbare, brecciöse, ganz bunte, rot und gelb geflammte Marmore, die den besten bekannten Schmuckmarmoren zum Teil gleichstehen, zu Teil noch überlegen sind und einen Marktwert bis zu 500, ja 800 bis 1000 Mk. pro Kubikmeter frei Hamburg haben. Cipolin-, Serpentin-, Porte d'or-, Pavonazzo-Marmor, Verde antico, Bardiglio — alle diese geschätztesten Marmorsorten haben ihre Analoga in der Umgebung von Navachab, Karibib, Etusis. Der Marmor ist im allgemeinen ziemlich feinkörnig, zum Teil aber auch recht grobkörnig, zum Teil dem Laaser Marmor sehr ähnlich. An manchen Stellen enthalten diese weissen Marmore Einlagerungen von Tremolithschnüren und -nestern, die die Verwendung als Bildmarmor beeinträchtigen, aber für Dekorationszwecke eher günstig als schädlich sind. Der Marmor ist meistens völlig gesund und wetterfest und fast ohne Abraum zu gewinnen, meistens in Blöcken von beliebigen Dimensionen. Die Marmorzüge sind zum Teil 14 bis über 20 km lang im Streichen zu verfolgen; die am besten geologisch untersuchten Lagerstätten bei Etusis (etwa 165 km von der Küste südwestlich von Karibib) liegen ganz steil aufgerichtet (überkippt) zwischen Granit im Hangenden und Quarziten, Amphiboliten, Gneisen usw. im Liegenden bei NNO-SSW-Streichen und 60 bis 70° OSO-Fallen. Dieser Zug ist quer zum Streichen etwa 1 km breit (600 bis 700 m mächtig) davon 100 m reiner

Abb. 2

Marmor, in der Mitte feinkörnig (0,3 bis 0,6 mm Körner), nach dem Hangenden und Liegenden grobkörnig und meistens schön schwarz geadert.

Die wesentlichsten Vorkommen liegen auf den Farmen Habis, Nawachab und Karibib sowie bei Swakopmund und können sowohl nach der Otavibahn wie nach der Staatsbahn Anschlussgleise bekommen bzw. haben sie zum Teil schon, so dass Transportschwierigkeiten nicht bestehen. Die Brüche sind seit etwa einem Jahr in Betrieb. (Der Tarif ist 0,07 Mk. pro KT., Hafengebühr Swakopmund 4 Mk. pro cbm, Leichtergebühr 6,50 Mk. pro Tonne, Fracht Swakopmund-Hamburg 22 Mk. pro Tonne.)

Die einzige Schwierigkeit liegt noch in den Verlademöglichkeiten in Swakopmund, da die grossen, ungefügen Marmorblöcke nur bei absolut ruhigem Wetter geleichtert und an Bord der Dampfer verladen werden können und nur etwa drei Monate im Jahr so ruhiges Wetter vorhanden ist; es müssen also stets grössere Lager vorhanden sein.

Literatur: Florian Hagen: Marmorfunde in Deutsch-Südwestafrika. Koloniale Abhandlungen, Heft 32/33, mit zahlreichen Abbildungen und einer Karte.

Der einzige Tafelberg von erheblicher Ausdehnung im Hererolande ist der Waterberg, der aus rotem und grauem Sandstein (Fischflussschichten) und darunter aus Otavikalk (Schwarzkalk) besteht, welch letzterer in der Umgebung auf Granit bzw. Primärformationsschichten transgrediert.

Nördlich vom Waterberg nach der Gegend von Otavi Outjo erreichen die Otavischichten — im wesentlichen Schwarzkalke — eine sehr erhebliche Ausdehnung, liegen hier aber nicht mehr ungestört und horizontal, sondern mehr oder minder stark wellig und gefaltet — in diesen Otavikalken liegt das mächtige Kupfervorkommen von Tsumeb —; sie sind zum Teil ebenfalls nicht unerheblich magnesiahaltig (12 bis 18 % $MgCO_3$) und werden deshalb meistens als Otavidolomit bezeichnet.

Der Norden des Schutzgebietes, das fast noch ganz unbesiedelte Kaokofeld, besteht ebenfalls zum erheblichen Teil aus der Primärformation, auf die sich im Osten in grosser Verbreitung die flach gefalteten Otavischichten (Sandstein und Schwarzkalk) hinauflegen, während sich nach Westen zu in grösserer Verbreitung wieder Tafelberglandschaften einstellen, die von flach gelagerten Schichten der Kaokoformation — Sandsteinen mit Melaphyrdecken — gebildet werden. Der äusserste Nordosten und Osten des Schutzgebietes wird von mächtigen Kalaharisanden bedeckt und entbehrt anscheinend jeglicher fester Gesteine (Sandfeld = Omaheke).

Literatur: C. Krause: Ueber die Geologie des Kaokofeldes in Deutsch-Südwestafrika mit einer geolog. Karte von J. Kuntz. Zeitsch. f. prakt. Geologie 1913, Heft 2.

Schenck: Bemerkungen zur geolog. Karte von Deutsch-Südwestafrika in H. Meyer: Das Deutsche Kolonialreich, II. Band.

P. Range: Zur Stratigraphie des Hererolandes. Zeitsch. der d. geolog. Ges. 1910. Seite 291—300.

Deutsch-Ostafrika.

Deutsch-Ostafrika besteht zum weitaus grössten Teil ebenfalls aus einem stark denudierten Rumpf altkristalliner Gesteine: steil aufgerichtete, stark gefaltete Gneise mit Einlagerungen von Amphiboliten, Hornblendeschiefern, Granuliten, Glimmerschiefern, kristallinen Kalken bilden im wesentlichen den Süden und Osten, Granite die Mitte und den Norden des Schutzgebietes. In ganz wesentlich geringerer Verbreitung finden sich Phyllite,

Tonschiefer, Itabirite, die stark gefaltet sind, sowie Sandsteine Quarzite, Tonschiefer usw. hohen aber unbestimmten Alters, die flach gelagert bzw. nur von Schollenbrüchen durchsetzt sind (westlich vom Victoria Nyanza, im Norden des Tanganjikasees). An kleinen Stellen sowohl im Osten wie am Nyassasee finden sich Sandsteine, Arcosen, Konglomerate, Tonschiefer (zum Teil Kalke), Brandschiefer, die zum Teil kleine Kohlenflöze enthalten und dadurch als zur Karruformation gehörig sich erweisen, in flacher oder wenig geneigter Lagerung.

Auf diese Karrusandsteine legen sich im Osten, im Küstengebiet, marine Sedimente des Jura und der Kreide sowie stellenweise des Tertiärs, die aus Kalksandsteinen, Mergeln, Tonen, Eisenoolithen usw,, zum Teil auch aus reinen, mächtigen Kalken bestehen, und im Süden des Schutzgebietes finden sich ziemlich ausgedehnte, flach gelagerte fossilfreie Sandsteine mit Quarzitbänken jungmesozoischen Alters (Makondeschichten), die zum Teil schöne Tafelberglandschaften bilden.

Unmittelbar an der Küste endlich finden sich vielfach ganz junge, gehobene Korallenkalke.

Im Norden zwischen Kilimandjaro und dem „Grossen Graben", ferner nördlich vom Nyassasee und östlich bzw. nordöstlich vom Kiwusee finden sich in grosser Verbreitung jungvulkanische Gesteine, Trachydolorite, Trachyte, Basalte, Nephelin- und Leucitgesteine usw. mit ihren Tuffen, die die höchsten Gebirge der Kolonie bilden.

In den oberflächlichsten, lockeren Deckschichten finden sich vielerorts grössere oder kleinere Concretionen unreiner Kalke (Steppenkalk).

Gewonnen und nutzbar gemacht werden von allen diesen Gesteinen bisher nur sehr wenige, hauptsächlich Gneise und zum Teil Sandsteine als Schottermaterial für die Bahnlinie und stellenweise etwas Kalk zur Mörtelbereitung. In letzterer Beziehung könnten im Laufe der Zeiten die zum Teil recht erheblichen Kalklager, die sowohl in Form kristalliner Kalke eingelagert im Gneis vorkommen (besonders im Ulugurugebirge, aber auch im Nyassagebiet, bei Utengule usw., 2 bis 10 m mächtig und zum Teil in stundenlanger Ausdehnung) wie auch in den Jura-Kreideschichten des Küstengebietes sich finden, von nicht unwesentlicher Bedeutung werden.

Diese Jurakalke finden sich sowohl im Norden, im Hinterlande von Tanga, am Sigi- und Mukulumusiflusse, bei Pongue sowie bei Mkusi, südwestlich von Tanga, am Wamiflusse, nordwestlich von Bagamoyo, in den Landschaften Ukami und Ukhwere sowie in Usaramo, nordwestlich von Kilwa und im Hinterlande von Kiswere, ferner im Süden und im Hinterlande von Kilwa Kissiwani finden sich auch feste reine Kalke der Unterkreide (Urgon). Die Kalke sind meistenteils sehr rein, dickbankig, fest, grossenteils oolithisch bzw. pisolithisch aufgebaut und von ausgezeichneter Beschaffenheit. Stellenweise, so im Hinterlande von Tanga, in Ukhwere und Ukami, liegen sie in naher räumlicher Verbindung mit kalkhaltigen Tonen und reinen Mergeln des Mittleren Jura, so dass damit die Grundlagen für eine Cementindustrie gegeben sind.

Inwieweit diese Möglichkeiten in Zukunft ausgenutzt werden können, muss sich erst erweisen.

Literatur: Bornhardt: Zur Oberflächengestaltung und Geologie von Deutsch-Ostafrika, Berlin 1900.

Dantz: Die Reisen des Bergassessors Dr. Dantz. Mitt. aus den deutschen Schutzgebieten, 1904—1905.

C. Gagel: Geologische Karte von Deutsch-Ostafrika nebst Bemerkungen in H. Meyer Das Deutsche Kolonialreich, I. Band.

Neu-Guinea und Oceanien.

Kaiser Wilhelmsland auf Neu-Guinea besteht nach unseren bisherigen Kenntnissen aus hohen Ketten steil aufgerichteter, stark gefalteter Gneise, kristalliner Schiefer usw. mit mächtigen Tiefengesteinsmassiven von Granit, Diorit und Gabbro, an die sich aussen nach der Küste zu mehr oder minder aufgerichtete tertiäre und junge Sedimente: Foraminiferenmergel, Korallenkalke, Tuffe und Tuffitte, zum Teil auch Sandsteine mit Pflanzenresten und Braunkohlenspuren anlegen, sowie stark gehobene Terrassen von Korallenkalk, und vielfach treten auch noch junge Eruptivgesteine: Basalte und Andesite sowie deren Tuffe auf.

Denselben Bau lassen die grossen Inseln des Bismarckarchipels erkennen.

Von den kleinen Inseln der Karolinen und der Marschallinseln sowie Palau usw., sind die meisten Koralleninseln; einige, wie Samoa, sind jungvulkanisch und bestehen im wesentlichen aus Basalten; einzelne der Karolinen (Yap, Map) bestehen zum erheblichen Teil ebenfalls aus ganz alten Gesteinen: Amphiboliten, Gabbros usw.

Ein Teil der Karolineninseln, der Marschallgruppe und der Palauinseln besteht zum erheblichen Teil und bis zu beträchtlicher Tiefe aus Phosphat, einem Umwandlungsprodukt des Korallenkalks infolge der massenhaften Guano-Anhäufung von seiten gewisser Seevögel, und dieses Phosphat wird jezt zum Teil im grossen im Tagebaubetrieb gewonnen und bildet einen wichtigen und ertragreichen Ausfuhrartikel. Sonstiger Steinbruchbetrieb ist in Oceanien nicht vorhanden; Kalke, die sich zur Mörtelbereitung eignen, sind in grosser Verbreitung in den Korallenkalken vorhanden.

Literatur: C. Gagel: Beiträge zur Geologie von Kaiser-Wilhelmsland. Beiträge zur geologischen Erforschung der deutschen Schutzgebiete, Heft 4, Berlin 1913.

K. Sapper: Beiträge zur Landeskunde von Neu-Mecklenburg und seinen Nachbarinseln. Mitt. aus den deutschen Schutzgebieten, Ergänzungsheft 3, 1910.

Carl Elschner: Corallogene Phosphatinseln Austral-Oceaniens und ihre Produkte Lübeck 1913.

Die Verwitterung der Gesteine, besonders der Bausteine.

(Mit 6 Textabbildungen.)

Von Prof. Dr. E. Kaiser, Giessen.

I. Allgemeines über den Verwitterungsvorgang.

Wenn wir einen neu errichteten Bau betrachten, so erscheinen uns die daran verwandten Bausteine im allgemeinen so fest gefügt, dass wir an eine nur kurze Lebensdauer dieser Bauten aus natürlichem Gestein nicht denken, indem uns eben alles Gestein zunächst als etwas Unvergängliches entgegentritt. Und doch sind die Bausteine in so vielfacher Weise den Einflüssen der Atmosphärilien ausgesetzt, dass viele Bauten schon kurze Zeit nach ihrer Errichtung auch wieder zu vergehen beginnen. Es liegt dies einmal an den allgemeinen Vorgängen, die alle Gesteine wieder zerstören, und dann an besonderen Vorgängen, die gerade auf die Bauten unserer grossen Städte besonders einwirken. Die Erfahrung der zum grossen Teil raschen Vergänglichkeit unserer Bausteine sollte verlangen, dass, zum mindesten bei grösseren Bauten, der Bauleiter und, wenn möglich, auch der Bauherr über die schädlichen Einwirkungen unterrichtet sind, die das zu verwendende Material treffen können. Diese Forderung wurde wohl deshalb nicht immer erfüllt, weil die gesteinsumbildenden Vorgänge, die man in der Natur bereits lange kannte, nicht ausreichend auf die Bausteine übertragen wurden. Nur in wenigen Fällen waren eingehende wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt worden. Zusammenfassende Darlegungen über die Verwitterung der Bausteine liegen nur in geringer Zahl vor. Sie sind in der Literaturzusammenstellung am Schlusse dieses Beitrages angegeben.

Als Verwitterung fassen wir hier alle die Vorgänge zusammen, die, von der Oberfläche aus einsetzend, die Gesteine chemisch und physikalisch verändern. Die Vorgänge werden eingeleitet durch die Atmosphärilien, die gewöhnlich in der Atmosphäre verhandenen Stoffe, wie Sauerstoff, Kohlensäure, Wasser, dieses in den verschiedensten Arten der Niederschläge (als Regen, Schnee, Eis, Nebel, Tau und Reif). Hinzu kommen die Temperaturunterschiede, Frost und starke Erwärmung, die Einwirkung von Organismen, besonders von Pflanzen. Gewöhnlich mehrere Vorgänge zusammen, doch meist einer vorherrschend, wirken auf die Gesteine chemisch und physikalisch ein. Wir unterscheiden dabei chemische und physikalische Verwitterung. Als besonderen Vorgang haben wir in der Natur noch die Zersetzung, die sich anschliesst an vulkanische Ausbrüche und an aus der Tiefe aufsteigende Mineralwasser, Gase und Dämpfe. Während hiernach die Verwitterungsvorgänge von der Oberfläche ausgehen und gewöhnlich nicht in grosse Tiefen hinunter zu verfolgen sind, reichen die Zersetzungsvorgänge bis in grosse Tiefen hinab. Mit den Zersetzungen haben wir uns jedoch nicht zu beschäftigen.

Die Beurteilung der Verwitterung der Bausteine muss immer ausgehen von der normalen Verwitterung der Gesteine unter normalen Verhältnissen. Die Betrachtung der Umwandlung der Bausteine kann deshalb erst dann erfolgen, wenn wir die natürlichen Umwandlungsvorgänge in allgemeinen Um-

rissen kennen gelernt haben. Wir können hier aber nur denjenigen Umwandlungsvorgängen Aufmerksamkeit schenken, welche auch für die Verwitterung der Gesteine in Bauwerken selbst in Frage kommen. Diese Beschränkung muss durchgeführt werden, um den zur Verfügung gestellten Platz in diesem Handbuche nicht zu überschreiten. Die Besprechung kann dabei so gefasst werden, dass alle umwandelnden Vorgänge von dem Gesichtspunkte der Verwitterung der natürlichen Bausteine aus betrachtet werden. Auch nur an wichtigere Gesteine kann angeknüpft werden, die in Mittel-Europa gebrochen und ebendort zu Bauzwecken verwandt werden. Eine Behandlung der nach ihren natürlichen Verhältnissen schon als Bausteine ausscheidenden Gesteine kann nicht erfolgen. Die Gesichtspunkte, die zur Ausscheidung von natürlichen Materialien führen, werden im folgenden berührt oder können aus den einzelnen Darlegungen geschlossen werden. Die Angaben lassen sich auch auf andere als mitteleuropäische Verhältnisse, doch nicht auf alle Gebiete übertragen. Eine Darstellung der Verwitterungsvorgänge an den Bausteinen unter Bedingungen, die von denen Mittel-Europas stark abweichen, lässt sich jetzt schon deshalb nicht vollständig durchführen, weil über die Verwitterung der Bausteine in stark abweichenden Gebieten nur wenige Angaben vorliegen.

Für die Umwandlung der Bausteine nach ihrer Verwendung sind zuerst wichtig die auf den betreffenden Bau einwirkenden äusseren Faktoren, die Niederschläge, die Menge und die Art derselben, die Zusammensetzung der Luft an den betreffenden Orten, unter Umständen auch die Zusammensetzung des Grundwassers und der offenen Wasserflächen in der Nähe der Baustelle. Endlich sind sehr wichtig, sowohl für die Verwitterung der Gesteine in der Natur wie für die im Bau verwandten Gesteine, die mechanischen Einwirkungen durch die täglichen oder in längeren Zwischenräumen eintretenden Temperaturwechsel und durch die Neubildungen in den Gesteinen. Gerade die letztgenannten Neubildungen spielen bei der Verwitterung im Bauwerke eine wesentliche Rolle. Auch die Verarbeitung der Gesteine ist sehr wichtig, da viele Massnahmen bei der Verarbeitung eine rasche Verwitterung herbeiführen müssen.

Die Art der Umwandlung zeigt sich in einer Veränderung der einzelnen Mineralien, mehrerer derselben, weiter in einer Lockerung des Gesteinsverbandes oder endlich in einem Angriffe auf das ganze Gestein. Durch die Neubildungen in den Gesteinen wie überhaupt durch die mechanische Verwitterung wird ein Angriff auf die Gesteine, in manchen Fällen unabhängig von dem speziellen Gesteinsverbande, bedingt.

Die Umbildungen der Gesteine zeigen sich in der Natur, ausser in Neubildungen innerhalb des Gesteins, in einer Lockerung des Gefüges, einer Fortführung einzelner Bestandteile, einer Zerkrümelung des Ganzen und der Bildung eines Verwitterungsrückstandes bei ungleichmässig zusammengesetzten Gesteinen oder einer gleichmässigen Fortführung bei gleichmässig zusammengesetzten Gesteinen. Die Umbildungen, die man an den Gesteinen im Bauwerke beobachtet, sind von den normalen Umwandlungen der Gesteine in der Natur unter mitteleuropäischen Verhältnissen teilweise verschieden. Sie zeigen sich in einer Krustenbildung, einer Schalenbildung, einer Absprengung, in einer Durchlöcherung, in einem Absanden, endlich in einem teilweisen oder gänzlichen Zerfall der Gesteine, und nur bei vollständig gleichmässig zusammengesetzten, homogenen Gesteinen sieht man eine gleichmässige Abnahme von der Oberfläche aus.

In dem Vorstehenden ist ein Ueberblick über die eintretenden Umbildungen der Gesteine gegeben; es sind Andeutungen über die Ursachen der Gesteinsumwandlungen gemacht worden. Es sollen nun im folgenden die einzelnen

Vorgänge näher betrachtet werden. Es soll damit ein Ueberblick über die Angreifbarkeit der in Betracht kommenden Bausteine gegeben werden. Dabei müssen wir bedenken, dass es ein allen äusseren Einflüssen stets widerstehendes Gestein, ganz entsprechend den Verhältnissen in der Natur, nicht gibt, dass also die Wetterbeständigkeit verschiedener Gesteine nur relativ bewertet werden kann. Wir müssen uns des weiteren stets bewusst bleiben (wie es heute bei der Beurteilung der Wetterbeständigkeit der Gesteine leider nicht überall geschieht), dass die Wetterbeständigkeit der Gesteine in erster Linie abhängt von den klimatischen Verhältnissen des Verwendungsortes. Es muss den Veränderungen der Atmosphäre durch den Menschen, durch dessen Ansammlung in Grossstädten, wie durch die Industrie, eine besondere Rolle zugesprochen werden. Ein Gestein, das sich unter normalen atmosphärischen Verhältnissen gut gehalten hat, braucht unter veränderten atmosphärischen Verhältnissen (z. B. Industriegebiete, Grossstädte) nicht gleiche Wetterbeständigkeit zu zeigen, auch wenn die beiden Verwendungsgebiete nahe beieinander liegen. Ja es kann ein Gestein in einiger Entfernung von den Grossstädten an einem Bau, der viele Jahrhunderte unverwittert und gut erhalten steht, sich wie ein frisches Gestein noch heute zeigen, und doch muss dasselbe Gestein in der benachbarten Grossstadt schon nach kurzer Zeit verwittern. Es ist nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse unmöglich, eine allgemeine Formel für die Wetterbeständigkeit der Gesteine, auch nicht für ein relativ eng begrenztes Gebiet, mit für die Praxis hinreichender Genauigkeit zu geben.

Es liegt nicht im Rahmen der folgenden Ausführungen, einzelne spezielle Gesteine herauszugreifen und für diese Gesteine den Grad ihrer Wetterbeständigkeit für bestimmte atmosphärische Verhältnisse anzugeben. Man suche deshalb nicht darin ein Urteil über die Wetterbeständigkeit dieses oder jenes Gesteinsvorkommens, sondern nur allgemeine Ausführungen über die Vorgänge, welche für die Wetterbeständigkeit unserer Gesteine in erster Linie wichtig sind, und über die Umwandlungen, welche dadurch bedingt werden.

II. Abhängigkeit der Verwitterung von verschiedenen Eigenschaften der Gesteine.

Die Verwitterung der natürlichen Bausteine hängt ab zunächst von der chemischen und der mineralogischen Zusammensetzung, dann von der Struktur, der Absonderung und der Klüftung. Von sekundären Eigenschaften kommt wesentlich in Betracht die Umwandlung, welche die Gesteine vor der Entnahme aus dem natürlichen Gesteinsverbande erlitten haben, also vor allem die natürliche Verwitterung, die unter der Einwirkung der normalen, aus der Atmosphäre in die Gesteine eingeführten Substanzen erfolgte oder infolge besonderer klimatischer Vorgänge, die eine andersartige Verwitterung bedingten.

Wesentlich verschieden verhalten sich bei der Verwitterung die Eruptivgesteine gegenüber den Sedimentgesteinen. Vor allem zeigt sich der Unterschied in der Struktur, die in ihren wesentlichen Grundzügen besprochen werden möge. Bei körnigen Eruptivgesteinen finden wir einen Aufbau aus einzelnen körnig ausgebildeten Mineralien, die unter sich ziemlich gleich gross ausgebildet sind, während ihre absolute Grösse von Fall zu Fall stark abweicht. Demgegenüber stehen die porphyrischen Eruptivgesteine mit einer Struktur, die einzelne grössere „porphyrische“ Ausscheidungen in einer feinkörnigen, dichten oder glasigen Grundmasse zeigt. In bezug auf die Raum-

erfüllung haben wir kompakte Strukturen von porösen Strukturen zu unterscheiden, die je nach der speziellen Ausbildung der einzelnen Poren mit verschiedenen Namen belegt werden. Für die Verwendung von Bausteinen kommen immer nur, abgesehen von einzelnen Fällen, die feinkörnigen und feinporigen Gesteine in Frage.

Während die Eruptivgesteine nur selten eine Lagenstruktur und dann meist auch eine wechselnde Zusammensetzung in einzelnen Lagen besitzen, sehen wir sie bei den Sedimentgesteinen sehr häufig. Tritt bei Eruptivgesteinen ausnahmsweise eine durch zonenweisen Wechsel der Gesteinsgemengteile bedingte Lagenstruktur, die zuweilen nur als Randfacies der Eruptivmassen gegen andersartige Gesteine ausgebildet ist, in der Natur hervor, so zeigen sich bei der Verwitterung ähnliche Umwandlungserscheinungen wie bei den Sedimentgesteinen. Bei den Sedimentgesteinen ist die Lagenstruktur, bedingt durch das aufeinander folgende Absetzen verschiedener Gesteinsbestandteile, für den Bestand des daraus hergestellten Bausteins von besonderer Bedeutung. Es möge schon hier darauf hingewiesen werden, dass die Gesteine mit Lagenstruktur in dem Bauwerke so versetzt werden müssen, dass die einzelnen Schichtfugen senkrecht zur Aussenfläche des Baues verlaufen und horizontal gestellt sind. Sie müssen „lagerhaft" versetzt werden. Gesteine, die „auf den Kopf gestellt" werden, zeigen vielfachen Angriff durch äussere Faktoren, vor allem dann, wenn die Schichtfläche der Aussenfläche parallel verläuft. Gerade die Verwitterung an derartig falsch versetzten Gesteinen hat schon grosse Summen verschlungen; es sollte eine erste Regel eines jeden Architekten sein, von einer derartig falschen Versetzung der Bausteine abzusehen.

In bezug auf die Struktur ist es von besonderer Bedeutung, ob die Gesteine eine grob- oder feinkörnige, eine grob- oder feinporige Beschaffenheit haben. Grobkörnige und grobporige Gesteine zeigen meist einen viel rascheren Zerfall wie feinkörnige und feinporige. Dagegen gibt es wiederum in bezug auf die Raumerfüllung eine Grenze nach unten hin, indem sehr dichte Gesteine (die Körnung und Poren kaum noch zeigende) Gesteine der mechanischen Einwirkung, so vor allem der Frostwirkung, sehr leicht erliegen.

In bezug auf die Zusammensetzung der Gesteine aus einzelnen Mineralien ist von besonderer Bedeutung, ob diese eine verschiedenartige Verwitterung zeigen oder nicht. Leicht verwitternde Mineralien neben schwer verwitternden bedingen einen ganz unregelmässigen Zerfall der Gesteine, während eine gleichmässigere Zusammensetzung aus ähnlich verwitterbaren Mineralien oder eine gleichmässige Zusammensetzung aus einem Mineral eine längere Wetterbeständigkeit bedingt.

Ist schon die primäre Struktur der einzelnen Gemengteile wichtig, so können die Absonderungen und Klüftungen, entstanden durch besondere, meist äussere Vorgänge an den Gesteinen, Bedeutung für den Bestand erlangen. Vorgänge der Volumverminderung (Erkalten der Eruptivgesteine, Eintrocknen bei Sedimentgesteinen, Veränderung der Raumerfüllung durch umwandelnde Prozesse bei dichten Gesteinen) haben in vielen Gesteinen eine Absonderungsklüftung hervorgerufen. Gebirgsbildende und andere Druckvorgänge zerteilten die Gesteine nach verschiedenen Richtungen entweder so, dass die Gesteine leicht nach diesen Richtungen klüften oder bei Anwendung besonderer Einrichtungen spalten, oder dass während der Bearbeitung des Gesteins, besonders bei längerer Bearbeitung nach einer Richtung hin, die Klüftung zum Vorschein kommt. Die ersteren Absonderungsfugen sind gewöhnlich in dem Gesteine schon deutlich erkennbar, die letzteren Klüftungen sind oft sehr versteckt und entgehen meist dem Auge des nicht

mit der Gewinnung und Verarbeitung des Gesteins Vertrauten. Diese Klüftungen werden an verschiedenen Orten und je nach dem Grade ihres Hervortretens mit besonderen Namen belegt und z. B. als Lose, Lassen, Schlechten, Gare oder Stiche oder als Gang des Gesteins bezeichnet. Sie spielen für die Gewinnung und Bearbeitung wie für den Bestand des Gesteins eine besondere Rolle.

III. Die äusseren Faktoren, welche die Verwitterung bedingen.

Die Verwitterung erfolgt in der Natur wie im Bauwerke unter den Einflüssen der in der Atmosphäre gewöhnlich vorhandenen Stoffe, die wir als Atmosphärilien zusammenfassen, und andererseits unter dem Einflusse der gelegentlich in die Atmosphäre gelangenden Substanzen. Die Verwitterung wird weiter beeinflusst durch die Lösungen und Substanzen, die sich auf und in den Gesteinen bilden. Sie ist damit abhängig von der Zusammensetzung der Niederschläge, gelegentlich auch, mehr in der Natur wie bei Bauwerken, abgesehen von der Verwendung der Bausteine im Wasserbau, von der Zusammensetzung des Grundwassers und der offenen Wasserstellen in der Nähe des verwitternden Gesteines. Endlich sind neben rein chemischen Vorgängen mechanische Prozesse sehr wesentlich für die Gesteinsumwandlung. Temperaturänderungen rufen besondere mechanische und diesen folgende chemische Veränderungen hervor. Hinzu kommt noch die Wirkung von Organismen verschiedenster Art und auch die Beeinflussung von mit den Bausteinen in Verbindung kommenden Materialien (Metallabdeckungen, Metallfiguren, z. B. an Denkmälern; unrichtig zusammengesetzte Mörtel usw.).

Die Verwitterung greift von der Oberfläche aus die Gesteine an, so dass man im Steinbruch in einer gewissen Tiefe frischeres und endlich in grösserer Tiefe das ganz frische Gestein findet, falls nicht eine so wenig mächtige Ablagerung des betreffenden Gesteins vorlag, dass dessen völlige Verwitterung schon erfolgt war. Die Steinbrüche zeigen deshalb in der Nähe der Oberfläche das verwitterte, meist stark gelockerte Gestein chemisch oder mechanisch oder chemisch und mechanisch angegriffen; nur in besonderen Fällen ist das Gestein bis an die Oberfläche hin völlig frisch. Zumeist sind schwierige, oft kostspielige Arbeiten nötig, um das verwitterte Material abzuräumen, das frische Gestein freizulegen und dieses zu gewinnen.

Für die Verwitterung in der Natur kommen vor allem in Frage Wasser, Sauerstoff und Kohlensäure, die direkt aus der Atmosphäre auf die Gesteine einwirken oder in wässeriger Lösung in die Gesteine eindringen, häufiger noch in verschiedenartigen Lösungen diffundieren. Die Diffusion und Bewegung wässeriger Lösung ist von besonderer Bedeutung, weil hierbei besondere Fällungen und Umsetzungen eintreten.

Ehe dieses Eindringen der Lösungen und damit der Verwitterungsvorgang näher besprochen werden kann, müssen wir die Zusammensetzung der Luft, der Niederschläge usw. kennen lernen. Für die Verwitterung der Bausteine ist die Kenntnis auch der sonst seltener in der Atmosphäre auftretenden Substanzen notwendig. Trockene Luft besteht (nach Meigen in „Handwörterbuch der Naturwissenschaften“ Band 1 S. 625)

	dem Raum nach aus	dem Gewicht nach aus
Stickstoff	78,13	75,5
Sauerstoff	20,93	23,2
Argon	0,94	1,3

Die örtlichen und zeitlichen Schwankungen in der Zusammensetzung dieser wesentlichen Bestandteile sind gering. Die angegebenen Gase sind, abgesehen von der oxydierenden Wirkung des Sauerstoffs, von geringer

Bedeutung für die Verwitterung der Bausteine. Für sie kommen vielmehr die Gase in Betracht, die über die angegebenen hinaus noch auftreten. In erster Linie ist die Kohlensäure zu nennen, die auch bei der Verwitterung in der Natur eine bevorzugte Rolle spielt. Ihr Anteil an der Luft schwankt zwischen 2,5 und 3,5 Teilen auf 10 000 Raumteile, beträgt also im Mittel 0,03 %. In Grossstädten ist der Gehalt der Luft an Kohlensäure nur wenig höher (0,2 bis 0,3 Teile auf 10 000) als auf dem Lande.

Wenn der Kohlensäuregehalt der Luft in Grossstädten nur wenig verschieden ist gegenüber dem freien Lande, so macht sich die Kohlenverbrennung in den Grossstädten um so mehr bemerkbar in der Entwicklung eines anderen Bestandteiles der Rauchgase, nämlich der schwefligen Säure und der daraus unter Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft und der Feuchtigkeit entstehenden Schwefelsäure. Die schweflige Säure gelangt, abgesehen von vulkanischen Gasexhalationen, in die Luft durch Verbrennung von Stein-, seltener von Braunkohlen, findet sich also besonders in der Luft der Grossstädte, dann z. B. in der Nähe von Schwefelsäure-, Cellulose-, Soda-, Ultramarinfabriken, Röstanlagen usw. Schweflige und Schwefelsäure werden vom Regenwetter, Russ und Staub begierig absorbiert. Die Menge der schwefligen Säure in der Luft ist mehrfach bestimmt worden. Gerlach, der einen Apparat zum Nachweis des Säuregehaltes in Forstgebieten konstruierte, bestimmte die schädliche schweflige Säure je nach der Lage zu schweflige Säure und Schwefelsäure liefernden Fabriken, zu 0,05 bis 331,3 mg SO_3 in 1 cbm Luft. Eine andere Tabelle nach Smith gibt Hirschwald wieder (Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung, Berlin 1911, Band 1 S. 252):

In 10000 Gewichtsteilen Luft	Schwefelsäure	Salzsäure	Salpetersäure
London	0,2049	0,0125	0,0084
Liverpool	0,3959	0,1016	0,0058
Manchester	0,4166	0,0579	0,0059

Durchschnittlich soll die Londoner Luft in 1000 cbm 1,67 g Schwefelsäure, in Manchester sogar 2,518 g, in kleinen Städten und Dörfern in England dagegen nur 0,47 g enthalten (ebenfalls nach Hirschwald); die oben angeführten Ziffern aus Waldgebieten geben eben wegen grösserer Nähe der schädigenden Verbrennungsanlagen erheblich grössere Ziffern.

Als weiterer Bestandteil der Luft, der unter Umständen eine Verwitterung der Bausteine begünstigt, ist noch der Ammoniakgehalt zu nennen, der zwischen 0,004 und 4,76 Gewichtsteilen in 100 000 Gewichtsteilen Luft beträgt (nach van Bebber).

Die in der Luft enthaltenen Bestandteile wirken nur in wenigen Fällen direkt auf die Gesteine ein. Viel wichtiger werden sie dadurch, dass die Niederschläge die Atmosphäre von einer ganzen Reihe dieser Bestandteile reinigen, diese dem Erdboden und in den Städten den Bauwerken zuführen.

Ueber die Zusammensetzung der durch den Regen bei verschiedenen Temperaturen aus der Luft entzogenen Gasvolumina liegen Bestimmungen von Bunsen vor, von denen folgende wiedergegeben werden mögen:

bei	0°	10°	20°
Kohlensäure	2,92	2,46	2,14
Sauerstoff	33,88	34,05	34,17
Stickstoff (und Argon)	63,20	63,49	63,69
	100,00	100,00	100,00

Die Unterschiede der vom Regen aus der Luft aufgenommenen Gase gegenüber der normalen Luft ergeben sich aus dem Vergleiche mit den oben gegebenen Daten. Verfolgt man nun diese Zusammensetzung der im Wasser

enthaltenen Gase in grössere Tiefe der Erdrinde, so zeigt sich eine erhebliche Abnahme des Sauerstoffs, was den Oxydationsvorgängen in der äusseren Erdschicht entspricht. Aehnlich, wenn auch nicht so stark, scheint die Abnahme der Kohlensäure zu sein. — In Ergänzung der obigen Angabe mag noch angefügt werden, dass man nach van Bebber nicht weit fehlgeht, wenn man auf jedes Liter Niederschlagswasser 1,5 ccm Kohlensäure rechnet.

Auch das aus den Verwesungsprozessen hervorgehende Ammoniak wird aus der Atmosphäre entfernt. Salpeter und salpetrige Säure lassen sich ebenfalls in Niederschlägen nachweisen. Es liegen hierüber mannigfache Untersuchungen vor. Göppelsröder bestimmte in Basel 2 bis 7 mg Salpetersäure im Liter Schneewasser. N. H. J. Miller berichtete, dass zu Rothamstedt in England dem Boden auf 1 ha bei einer mittleren Niederschlagshöhe von 72 cm jährlich 5,8 kg Stickstoff, 16,65 kg Chlor und 19,50 kg SO_3 zugeführt werden. Gray bestimmte zu Lincoln, Neu-Seeland, die mittlere Zusammensetzung der Verunreinigungen im Regenwasser während zweier Jahre zu durchschnittlich 23,06 mg pro Liter, wobei Cl 7,74, SO_3 201, N in NH_3 0,12, N in Nitraten 0,14 mg betrug. Die Stadtluft ist reicher an Ammoniakverbindungen wie die freie Luft.

Die Angaben über Rothamstedt deuten an, welche Rolle die schweflige Säure und Schwefelsäure, namentlich erstere, stellenweise spielen. Ueber die Anreicherung der schwefligen Säure in dem Regenwasser der Grossstädte möge folgendes berichtet werden. W. J. Russel beobachtete in Regenwasser (g pro l) zu London

	SO_2	HCl	NH_3	Organ. Stoffe
Hamiltonterrasse . .	0,0135	0,0093	0,0023	0,0060
Bartholomews . . .	0,0241	0,0131	0,0028	0,0080

Er fand in Tau (g pro l) SO_2 0,0382, HCl 0,0188, NH_2 0,0079, wobei der Gehalt bei trübem Wetter, noch mehr bei Nebel, stieg. Auf dem Lande fand er in gleichen Mengen Tau 0,0132 SO_2, 0,0003 HCl, 0,0046 NH_3. Die Absorptionsfähigkeit des Schnees ist stärker. R. Sendtner (schweflige Säure und Schwefelsäure im Schnee, Bayer. Industrie und Gewerbeblatt 1887 II. 67) fand in 1 kg Schnee in München 20,2 bis 48,0 mg SO_2, die schon in kurzer Zeit zu Schwefelsäure oxydiert werden, sich aber auch ständig vermehren durch weitere Absorption und durch Verdunstung des Schnees. So stieg der Gehalt des Schnees an SO_3 von 32,80 mg pro kg Schnee in 12 Tagen auf 91,50 mg pro kg. M. Weiss berechnete (Bayer. Industrie und Gewerbeblatt 1907) die in München jährlich durch die Kohlenverbrennung der Luft zugeführte Menge schwefliger Säure auf 8 Mill. cbm, entsprechend rund 32 000 cbm täglich. Aehnliche Ziffern dürften für andere Grossstädte gelten. Bei zu anderen Zwecken unternommenen vergleichenden Versuchen habe ich in Giessen und in Cöln durch längere Zeit hindurch die Niederschläge aufgefangen und festgestellt, dass sich in Giessen innerhalb von 10½ Monaten im Liter Niederschlag 0,014 bis 0,018 g SO_3, in Cöln innerhalb von 8 Monaten im Liter Niederschlag 0,037 bis 0,062 g SO_3 ansammelten.

Wie vorstehend für einzelne Gase nachgewiesen, so werden auch andere Gase entsprechend aus der Atmosphäre entfernt und der Erdoberfläche zugeführt. Die Niederschläge reinigen anderseits die Atmosphäre. Der Staub, die meisten festen Bestandteile werden entfernt. Sie sammeln sich am Boden an und müssen dort Umsetzungen einleiten. Am wichtigsten ist das Niederschlagen der festen Bestandteile an den Bauwerken, da an ihnen viele Stellen vorhanden sind, an denen die festen Bestandteile von den Bausteinen festgehalten werden. Namentlich wird das dort eintreten, wo ein Herabrinnen der Niederschläge mit diesen festen Körpern nicht erfolgt, sondern die Nieder-

schläge sofort oder bald wieder verdunsten. Dabei werden die aus der Atmosphäre herrührenden Bestandteile an den Bauwerken befestigt. Wenn die Atmosphäre an den betreffenden Orten reich an festen Bestandteilen ist (wiederum Grossstädte und Industriegebiete), so sammelt sich auf den Bauwerken eine schmutzige Masse an, der sogen. Stadtruss, ein Gemenge von kohligen Bestandteilen, Asche, öligen Substanzen, mit vielen rein anorganischen Teilchen. Diese Mischung ist dort, wo sie sich durch wiederholte Niederschläge und darauffolgendes Verdunsten der im Gestein aufgesaugten Feuchtigkeit ansammelt, gegen das Abwaschen sehr widerstandsfähig. Viele helle Gesteine der Grossstädte überziehen sich infolge dieses Vorgangs zunächst mit einer grauen Kruste, die später, besonders an geschützten Partien, immer dunkler, ja schwarz wird. Auch die mit frischen Gesteinen ausgebesserten Flächen werden bald den älteren Teilen der Bauten gleich gefärbt. Dieser Russ absorbiert begierig schweflige Säure.

Für die Absorptionsvorgänge, welche die Niederschläge und der angegebene Russ ausüben, ist von Bedeutung, dass gerade die schweflige Säure in relativ grossen Mengen, besonders bei niedriger Temperatur, absorbiert wird. Für die Bauwerke spielt dann die Umwandlung der schwefligen Säure in Schwefelsäure und der Konzentrationsvorgang durch immer wiederholte Verdunstung und immer erneute Durchfeuchtung durch Niederschläge eine besondere Rolle. Tage mit oft wiederholten Niederschlägen führen besonders grosse Mengen von schwefliger Säure und damit auch von Schwefelsäure den Bausteinen zu. Bei niedrigen Temperaturen wird, entsprechend der stärkeren Absorption, die Wirkung verstärkt. Neblige Tage der Wintermonate müssen besonders einwirken durch die sich immer wiederholenden geringen Mengen von Niederschlag, die der Nebel auf die Bauten, besonders auch auf die gegen den Schlagregen geschützten Stellen, bringt. Die Nebel verhindern auch durch fehlende lebhaftere Luftbewegung das Entweichen der aus den Verbrennungsanlagen herrührenden Gase in die freie Atmosphäre. Mit dieser Ueberlegung stimmen die Beobachtungen an den Bauten überein, an denen wir an feuchten, nebligen Herbst- und Wintertagen eine besonders lebhafte Verwitterung unter dem Einflusse der hier besprochenen Prozesse erkennen.

Spielen hiernach Wasser, Sauerstoff, Kohlensäure, schweflige Säure und Schwefelsäure eine grosse Rolle bei der Zersetzung der Gesteine im natürlichen Gesteinsverbande wie im Bauwerke, so kommen Ammoniak, Salpetersäure und deren Salze nur in einzelnen Fällen für die Gesteinsumwandlung in Betracht. Von grösserer Bedeutung aber können diese Bestandteile dort werden, wo sie sich stärker ansammeln, im Boden alter Kulturgebiete, zuweilen auch im stehenden Grundwasser, von wo aus sie in die Bauwerke aufgesaugt werden und zu mannigfachen Ausblühungen Veranlassung geben, bei denen Nitrate als Ausblühungen neben den sonst beobachteten Sulfaten und Karbonaten vorkommen.

Die Luft enthält endlich wechselnde Mengen von Kochsalz, das überall, aber in der Nähe des Meeres reichlich, in der Luft vorhanden ist, durch den Regen niedergeschlagen wird, in die Bauten gelangt und bei öfter wiederholter Zufuhr sich in diesen so reichlich ansammelt, dass es zerstörend wirkt. Auch Ueberschwemmungen, Sturmfluten des Meeres wie Niveauverschiebungen des Meeres lassen das Meerwasser an die Bauten herantreten. Das aufsteigende und wieder verdunstende Meerwasser gibt dann den Gesteinen einen gewissen Salzgehalt, der zerstörend einwirkt. Dem Kochsalz entsprechend wirken andere Salzlösungen, wenn diese durch besondere Prozesse in die Gesteine gelangen. Beispiele: Bauten Venedigs (nach Seipp), Sandsteingitter in der Kirche zu Emden (nach Gary und Rathgen).

Von der Besprechung der nach den örtlichen Verhältnissen noch seltener aus der Atmosphäre in die Gesteine gelangenden Bestandteile muss ich hier absehen.

Für die Verwitterung im Freien kommt dann des weiteren in Betracht die chemische Zusammensetzung des Grundwassers und das Aufsteigen dieses Grundwassers durch Kapillarwirkungen bis an die Erdoberfläche und in die Sockel der Gebäude, unter besonderen Verhältnissen auch in höhere Teile der Bauten. Weiter ist zu beachten die Zusammensetzung der offenen Wasserläufe, die auf die Gesteine mechanisch und chemisch einwirken können. Die daraus hervorgehenden chemischen Umsetzungen kann ich hier nicht im einzelnen besprechen, da die Bedeutung des Grundwassers und der offenen Wasserläufe für die Verwitterung der Bausteine eine geringe Rolle spielt und Steinbrüche unter dem Wasserspiegel der offenen Wasserläufe wohl nur in seltenen Fällen angelegt werden. Immerhin muss man bei der Beobachtung der Verwitterung in Steinbrüchen auch diesen Möglichkeiten Beachtung schenken, auch daran denken, dass vielleicht in früheren Perioden eine derartige Einwirkung von offenen Wasserläufen aus hatte eintreten können.

Neben den chemischen Vorgängen, die durch die aus der Atmosphäre zugeführten Bestandteile bedingt sind, kommen noch die im Gestein selbst eingeleiteten oder die von Nachbargesteinen, von dem Mörtel oder von mit den Bausteinen in Berührung stehenden Metallen ausgehenden chemischen Vorgänge in Frage. Auf diese chemischen Prozesse wird aber erst später hinzuweisen sein.

Neben den chemischen Umwandlungsvorgängen spielt sich unter dem Einfluss der Atmosphäre sowohl bei den Gesteinen im natürlichen Gesteinsverbande wie im Bauwerk eine mechanische Verwitterung ab, die stellenweise besonders wichtig ist. Die Sonnenbestrahlung ruft starke Veränderungen hervor durch das oft aufeinanderfolgende Ausdehnen und Zusammenziehen der Gesteine, besonders bei verschieden gefärbten und damit die Wärmestrahlen verschieden absorbierenden Teilen. Dieser als „Insolation“ bezeichnete Vorgang summiert sich in der Natur dort, wo keine schützende Vegetationsdecke vorhanden ist. Die Insolation kann stellenweise auch in unseren Gebäuden Bausteine angreifen und zu einem Abplatzen einzelner Teile führen, namentlich in Verbindung mit den anderen Verwitterungsvorgängen der Gesteine. Grössere Bedeutung haben die Insolationsvorgänge in wärmeren Klimaten und in der Natur, wo ein vielfacher Zerfall der Gesteine durch die Insolation bewirkt wird. Die Sonnenbestrahlung wirkt bei den Bausteinen nach einer anderen Richtung, nämlich austrocknend. Vorher gebildete Lösungen in den Bausteinen werden konzentriert und damit angriffsfähiger. Aehnliche Vorgänge vollziehen sich in der Natur in niederschlagsarmen, besonders in den ariden Gebieten. Anderseits tritt mechanische Einwirkung auch durch den Frost ein, durch das Gefrieren des Wassers in einzelnen Poren bei einzelnen Gesteinslagen, namentlich bei Sedimentgesteinen mit für Wasser verschieden durchlässigen Partien, deren Wechsel durch primäre Eigenschaften des Gesteins oder durch die Umwandlung einzelner Gesteinsbestandteile hervorgerufen ist. Die Frostwirkung wird sich ganz verschieden verhalten je nach der Menge des im Gestein enthaltenen Wassers. Stark durchtränkte Gesteine, zumal solche, die durch einzelne Bestandteile grosse Wassermassen aufzusaugen vermögen, leiden besonders stark unter der Frostwirkung. Sind diese erweichbaren (stärker noch die quellbaren) Bestandteile lagenförmig, wie bei manchen Sedimenten, angereichert, so setzt eine intensive mechanische Verwitterung ein. Ist das Gestein von feinen Haarklüften und Spalten durchsetzt, auf denen sich das

Wasser sammelt, so greift von ihnen aus die Frostwirkung besonders an. Die sogen. feinen Stiche mancher Gesteine werden durch die Frostwirkung geöffnet. Manches derartige Gestein zerfällt in der Natur wie am Bauwerke nach diesen vorher oft kaum zu erkennenden Richtungen durch den Frost. Vielfaches Gefrieren vielfacher Wechsel zwischen Frost- und Tautagen begünstigt diese mechanische Einwirkung namentlich bei den dichteren Gesteinen. Dagegen sind gröbere und damit gleichmässig porige Gesteine viel weniger der Frostgefahr ausgesetzt.

Die Frostschäden treten unter unseren klimatischen Verhältnissen oft stark verheerend auf. Frostwirkung und durch die Kohlenfeuerung der Grossstädte bei uns bedingte chemische Verwitterung haben in unseren Gegenden den Zerfall manchen Baudenkmals herbeigeführt. Die klimatischen Verhältnisse die Mittelmeerländer dagegen lassen die Frostwirkung nicht und chemische Verwitterung kaum zu. Deshalb sehen wir dort die Zeugen alter Kultur oft in den Einzelheiten prächtig erhalten, während bei uns viel jüngere Baudenkmäler längst infolge der beiden angeführten Prozesse zerstört sind. Viel weniger kommt, was Merrill treffend ausführte, die Auswahl des Gesteins für die alten Bauten in Frage. Als besonderes und instruktives Beispiel dient der Obelisk aus Granit von Syene, den man 1880 von Aegypten nach New York brachte und in dem dortigen Zentralpark aufstellte. Während der Obelisk in Aegypten Tausende von Jahren ohne Verwitterung erhalten geblieben war, zeigte er schon 1885 in New York so erhebliche Verwitterung, dass er konserviert werden musste (Angaben nach Herrmann).

Eine mechanische Verwitterung kann auch einsetzen unter dem Einfluss der Volumvergrösserung einzelner Bestandteile, die bei dem Verwitterungsprozess Substanzen aufnehmen und dann auch in der Nachbarschaft Risse und Sprünge bedingen. Auch ein Erweichen und Quellen einzelner Bestandteile kann unter Umständen mechanisch einwirken. Wachstumsdruck durch Kristallisation kann bei gewissen später näher zu besprechenden Vorgängen die Gesteine lockern.

Bekannt ist auch die Wirkung der Pflanzen, die mit ihren Wurzeln in die Gesteine eindringen und bei ihrem Wachsen nicht nur feine, sondern auch grosse Gesteinsstücke zersprengen, wie es auch von einigen Bauten bekannt ist, wo die Pflanzen, auch Bäume hindurch gewachsen sind und nun auch grössere Bausteine zersprengt haben. Eine auf den ersten Anblick viel kleinere, aber in dem fortschreitenden Angriff viel stärkere Einwirkung übt noch eine Kleinvegetation aus, die auf manchen Bausteinen, begünstigt von den Witterungsverhältnissen, ausserordentlich rasch angreift. Es sind vor allen Dingen Flechten der verschiedensten Art, die sich auf manchen Bausteinen rasch ansiedeln und bei günstigem Nährboden, also bei günstig zusammengesetztem Gestein und günstigen atmosphärischen Verhältnissen sich rasch über dasselbe ausbreiten und nun nicht nur durch ihre Wurzelbildung, sondern auch chemisch auf die Gesteine einwirken. Die Pflanzen wirken chemisch lösend und zersetzend, oft begünstigt durch mineralische Nährstoffe in den Gesteinen, auf diese ein. Dabei ist zu beachten, dass es auch Flechten gibt, die an Quarzgesteinen gut gedeihen und diese angreifen. Die verschiedenen Seiten von Bauwerken und Denkmälern zeigen gewöhnlich die Ansiedlung von Flechten in verschiedenem Masse. Oft auch sind in einem grösseren Bau von gleichmässigem Gesteinsmaterial einzelne Quadern reichlicher davon überzogen wie andere, was wohl in einer etwas verschiedenen Zusammensetzung der einzelnen Quadern begründet ist. Gesteine, die durch die atmosphärischen Niederschläge gleichmässig feucht gehalten werden, sind reichlicher von ihnen überzogen wie rasch abtrock-

nende Gesteine. Auch einzelne Gesteinsbestandteile, welche Feuchtigkeit stark aus der Luft anziehen, wie z. B. bei manchen Tuffen, können das Wachstum der Flechten befördern. Die stark staubhaltige Luft der Grossstädte, wie die dort grössere Menge von Rauchgasen und die Absorptionskraft des sich auf den Bausteinen niederschlagenden Stadtrusses für schweflige Säure sind dem Wachstum der Flechten weniger günstig. Die absterbenden Flechten verstärken aber auch stets das Material, das in dem „Stadtruss" sich ansammelt. Die Gesteinsoberflächen werden zunächst rauh, dann mürbe und zum Teil auch anders gefärbt. Neben dem chemischen Angriff durch Flechten, in anderen Fällen auch durch Moose, kommt noch der ästhetische Eindruck in Frage, welcher namentlich von den unregelmässig mit diesen pflanzlichen Ueberzügen überdeckten Flächen ausgeübt wird. Es werden aber auch Fälle beschrieben, in denen der Pflanzenwuchs gesteinserhaltend war.

Die Einwirkung der pflanzlichen Organismen spielt sich dabei zumeist in folgender Weise ab. In der Natur wie am Bauwerk zeigen sich als erste Bewohner Flechten, später Moose, unter deren Einwirkung die Oberfläche angegriffen und das Gestein oft tiefer zermürbt werden kann. Aus dem Zusammenwirken dieser gelockerten Schicht und der verwesenden pflanzlichen Organismen bildet sich eine erste dünne Krume, die durch angeblasenen und an und zwischen den Flechten anhaftenden Sand und Staub immer mehr verstärkt werden kann. Damit wird dann eine zuerst nur ganz dünne humushaltige Schicht auf dem freien Felsen wie auf dem Baustein gebildet. Auf dieser Schicht können sich an Stelle der Flechten immer höhere Organismen ansiedeln, die immer wieder Staub festhalten und bei ihrer Verwesung die dünne Bodenschicht verstärken. Die Wurzeln der Pflanzen wirken selbst ätzend auf die Gesteine ein und schaffen sich durch diese ätzende Wirkung Hohlräume, in denen die Wurzeln immer tiefer und tiefer eindringen. Bei Gesteinen mit wechselnder Zusammensetzung erfolgt der Angriff durch die pflanzlichen Organismen verschieden, je nach der Zusammensetzung der einzelnen Teile, so dass unregelmässig zerfressene und durchlöcherte Gesteine entstehen. Die ganze Frage kann hier nur gestreift werden. In den in der Literaturübersicht angegebenen Werken von Seipp und Hirschwald, wie in dem dort angegebenen Aufsatze von Wagner findet man nähere Angaben.

IV. Art der Umwandlung.

a) Bemerkungen über die Wasserbewegung.

Bei der Verwitterung in der Natur sehen wir einen wesentlichen Unterschied zwischen den klimatischen Gebieten, in denen das in den Boden gelangende Wasser ganz dem Untergrunde zugeführt und den Gebieten, bei welchen der grössere Teil wieder nach der Oberfläche zurückgeführt wird. Es ergeben sich für diese beiden klimatischen Gebiete verschiedene Verwitterungsprodukte, so dass man von klimatischen Bodenzonen spricht. Als das Wesentlichste dieser klimatischen Bodenzonen möge hier nur angegeben werden, dass in den Gebieten mit reichen Niederschlägen alles eindringende Wasser dem Untergrunde zugeführt wird; die aus den Gesteinen gelösten oder aus dem Verwitterungsprozess hervorgehenden löslichen Bestandteile gelangen nach und nach in den Untergrund, in das Grundwasser und werden von diesem fortgeführt. In den Gebieten mit stärkerer Verdunstung gegenüber relativ geringen Niederschlägen können diese nicht in das Grundwasser übergeführt werden. Die löslichen Bestandteile der Gesteine und die aus dem Verwitterungsprozess hervorgehenden löslichen Neubildungen bleiben hier

reichlicher in dem Verwitterungsprodukte zurück, ja werden zumeist auch aus tieferen Verwitterungszonen nach der Oberfläche gezogen, bleiben dem Boden erhalten und zeigen sich in Trockenperioden als mehr oder weniger intensive Ausblühungen auf der Oberfläche. Setzen wir somit in der neueren Verwitterungslehre und Bodenkunde (vergl. Ramann, Bodenkunde 3. Aufl., Berlin 1911) die Verwitterung humiden Klimas in Gegensatz zu der Verwitterung ariden Klimas und führen diesen Gegensatz auf die Wasserbewegung in den Gesteinen zurück, so müssen sich auch in den Bauwerken dieselben gegensätzlichen Verhältnisse zeigen, je nachdem, ob die auf den Baustein gelangenden Wassermassen rein oberflächlich abfliessen, oder ob sie in ihn eindringen und in den Bauwerken zu Boden geführt werden, oder ob sie in das Bauwerk nur zum Teil eindringen und nach Beendigung des Niederschlags ganz wieder an die Oberfläche gezogen werden und hier verdunsten. Bei vollständigem Abführen des Wassers tritt höchstens eine lösende Wirkung auf der Oberfläche ein. Bei dem Eindringen des Wassers in das Bauwerk und Abführen innerhalb desselben nach dem Boden zu kann eine Einwirkung stattfinden; die gebildeten Verwitterungssalze aber werden aus dem Bauwerk entfernt. Bei einem Verdunsten des in den einzelnen Werkstein oder in die einzelne Quader eingedrungenen Wassers an der Oberfläche werden Verwitterungsvorgänge einsetzen; die gebildeten löslichen Verwitterungsprodukte bleiben meist in dem einzelnen Gestein erhalten, können von nachfolgenden Durchfeuchtungen wohl wieder gelöst werden, gelangen aber immer wieder zur Ausscheidung meistens an oder in der Nähe der Oberfläche, wenn diese folgenden Niederschläge immer wieder von neuem vollständig verdunsten.

Hiernach ist also von der grössten Bedeutung für den ganzen Verwitterungsvorgang die Möglichkeit der Durchtränkung der verschiedenen Gesteine und die Bewegung des Wassers innerhalb des einzelnen Bausteins wie des ganzen Bauwerks. Damit treten die Umwandlungsvorgänge auch in Beziehung zu den Niederschlagsverhältnissen, vor allem der Menge und der Wiederholung der einzelnen Niederschläge. Damit treten des weiteren die Verwitterungsvorgänge in Beziehung zu den klimatischen Vorgängen an dem Standorte der Bauwerke. Es muss bei einer Betrachtung der Verwitterung, nicht nur in der Natur, sondern auch an den Bauwerken, den klimatischen Vorgängen, auch den unter dem Einflusse des Menschen veränderten klimatischen Vorgängen, besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Bei uns besteht in bezug auf die Wasserbewegung in den Bausteinen ein wesentlicher Gegensatz gegenüber den normalen Verdunstungsvorgängen im Erdreiche der Umgebung. Nur eine geringe Verdunstung tritt im Boden ein im Verhältnis zu der Niederschlagsmenge. Die Bausteine zeigen demgegenüber eine grosse Verdunstungsfähigkeit der Niederschläge. Die aus den klimatischen Verhältnissen der Umgebung eines Bauwerkes ableitbaren Verwitterungsvorgänge sind deshalb nicht ohne weiteres auf das Bauwerk selbst anzuwenden. Es bestehen des weiteren, wie die früheren Mitteilungen über die Zusammensetzung der Luft und der Niederschläge schon andeuten, wesentliche Gegensätze zwischen der Grossstadt und dem freien Lande, auch zwischen der Stadt mit starker Kohlenfeuerung und dem Orte mit reiner Holzfeuerung. Dieser Gegensatz in der Zusammensetzung, der Art und Menge der Niederschläge, sagen wir kurz der klimatische Gegensatz, muss sich auch in der Verwitterung der Bausteine geltend machen. Ich betone dies ganz besonders, weil auf diese klimatischen Gegensätze, auf die Unterschiede benachbarter Orte, auch von sonst mit der Bausteinverwitterung sehr vertrauten Beobachtern, viel zu wenig Gewicht gelegt wird und weil namentlich die gross angelegten Werke von Hirschwald nach dieser Richtung hin

einen ganz wesentlichen Mangel zeigen, der diese Werke für manche Fragen der Bausteinverwitterung fast unbrauchbar macht. (Damit soll allerdings nicht gesagt werden, dass diese Werke, die ich in der Literaturaufzählung näher angebe, nicht viele wichtige, auch neue Angaben über die Bausteinverwitterung bringen, dass sie nicht auch viele neue Wege geöffnet haben für die Beurteilung der ganzen Fragen.)

In bezug auf die Wasserbewegung auf dem freien Lande und die daraus hervorgehende Verwitterung kann ich hier nur die Verhältnisse unter deutschem Klima ganz kurz skizzieren. Es handelt sich im wesentlichen um Gebiete mit reichlichen Niederschlägen, die allerdings von Ort zu Ort wechseln, die aber gemeinsam haben, dass es zur völligen Verdunstung der Niederschläge nur an wenigen Orten oder nur vorübergehend kommt, dass also die Verwitterungssalze nach und nach dem Grundwasser zugeführt und mit ihm abgeführt werden. Unter dem Einfluss des Sauerstoffs und der Kohlensäure, die mit dem Wasser eindringen, bildet sich eine fortschreitende Zersetzung einzelner Bestandteile, die zusammen mit der mechanischen Verwitterung von der Oberfläche aus eine fortschreitende Umwandlung, eine Oxydation der Eisenverbindungen, eine Lösung der Karbonate und Umwandlung derselben, eine Zersetzung einer grossen Reihe von Silikaten und von anderen Verbindungen und dann in anderen Zonen ein Wiederausscheiden einzelner Bestandteile, vor allem von Karbonaten, von Eisenhydraten, auch eine Absorption leicht löslicher Salze, usw. herbeiführen. Das allmähliche Vordringen des Wassers in den Boden bedingt ein Fortschreiten nicht nur eines, sondern einer ganzen Reihe von verschiedenen Umwandlungsvorgängen. Wir können sie in der Steinbruchswand schon an verschiedenen Färbungen beobachten, sehen sie vor allen Dingen in dem Abraum über dem frischen Gestein. Hand in Hand mit dieser chemischen Umwandlung geht der Zerfall, eine allmähliche Zerkrümelung, die Bodenbildung. Durch eine Fortführung des Wassers, eine Drainage kann die Wirkung des nach der Tiefe fortschreitenden Umwandlungsvorganges zum Teil aufgehalten werden. Die Anlage grosser Steinbrüche verhindert zum Teil ein Eindringen des Verwitterungsvorganges in die tieferen Partien des frischen Gesteins. Die vielen Fragen des Verwitterungsvorganges, der sich unter der Wirkung des in den Boden eindringenden Wassers vollzieht, kann ich hier nicht besprechen.

Ueber die Wasserbewegung in den Bausteinen liegen mannigfache Angaben vor, doch sind gerade diese Fragen der Wasserbewegung noch nicht restlos aufgeklärt. Ich greife einige der wichtigsten Beobachtungen und Angaben heraus. So ist schon früh von verschiedenen Seiten dem Aufsaugevermögen der Gesteine für Wasser Aufmerksamkeit geschenkt worden. Man hat untersucht, wie viel Wasser die Gesteine aufsaugen bei plötzlichem Eintauchen oder bei langsam zufliessendem Wasser entsprechend verschiedenen Niederschlägen. Es sind auch verschiedentlich Verfahren ersonnen worden, um das Wasseraufnahmevermögen der Gesteine zu bestimmen. Die meisten dieser Untersuchungsmethoden entsprechen aber nicht den natürlichen Verhältnissen. Dagegen können hier die Angaben von Hirschwald besonders herangezogen werden, der aus einem Bauwerke nach längerer Regenperiode an verschiedenen Stellen Proben entnahm, die dartun, dass selbst poröse Sandsteine nach starken Herbstniederschlägen nur geringe Mengen Wasser aufgenommen haben. Die gleichen, getrockneten Gesteine (Sandsteine) nahmen beim Eintauchen in Wasser innerhalb einer Stunde die 28 bis 34fache Wassermenge auf. Bei dichteren Gesteinen (z. B. einem Granit) war die vom Regen dem Gestein zugeführte Wassermenge nur etwa ⅓ der Menge, die durch Eintauchen in Wasser in die Gesteine gelangte. Man kann wohl mit Hirschwald annehmen, dass, je dichter das Gestein ist,

desto geringer der Unterschied zwischen der Regenaufnahme im Bauverbande und seiner künstlichen Wasseraufnahme in Probestücken ist. Im ganzen geht aus vielen Untersuchungen hervor, dass im allgemeinen die nach einem Regen in die Bausteine eingedrungene Wassermenge gering ist. Es beruht dies wohl darauf, dass bei starkem Regen die oberflächliche Schicht bald gesättigt und ein Eindringen in das Innere verhindert wird, so dass, wenn nicht ganz poröse Gesteine vorliegen, die zwischen den einzelnen Regenfällen eintretende Verdunstung das meiste aufgenommene Wasser wieder in die Luft gelangen lässt. Wo der Schlagregen heftig und lange einwirkt, da können wohl auch einmal grössere Wassermengen eindringen, so an freistehenden Fialen, an Kreuzblumen, auf nicht abgedeckten Oberflächen, an Gesimsen und Stäben, wie überhaupt an stärker ornamentierten Teilen, und endlich am Fusse der Bauwerke, wo zu der direkten Regenwirkung das Aufsteigen aus dem durchfeuchteten Boden hinzukommt. Mit Ausnahme dieser letzten Teile können alle die zeitweise stärker durchfeuchteten Teile wiederum verhältnismässig rasch grosse Wassermassen verdunsten lassen wegen der gegenüber glattem Erdboden relativ viel grösseren Oberfläche. Alle Ueberlegungen dieser Art führen dahin, anzunehmen, dass in den meisten Fällen eine erhebliche Wasserbewegung in dem ganzen Bauwerk abwärts nicht eintritt. In den einzelnen Quadern wird allerdings eine Bewegung erfolgen, mögen diese nun lose aufeinandergefügt, mit Blei vergossen, mit Mörtel oder irgendeinem anderen Bindemittel versetzt sein. Die Bewegung erfolgt aber nur bis zur nächsten Fuge, wo sich das Wasser staut, wenn nicht ausnahmsweise ein für Wasser stark durchlässiges Kittmaterial vorliegt. Auch lose aufeinandergefügte Werkstücke lassen kaum Wasser von der einen Quader zur anderen übergehen, da gerade an der Fuge eine erheblichere Verdunstung einsetzt. Die Wasserbewegung in der einzelnen Quader nach den unteren Teilen hin bedingt, dass die von der Wasserbewegung abhängige chemische Verwitterung in den unteren Teilen der Quader besonders einsetzt. Daraus folgt, dass ein grosser Teil der Verwitterungsvorgänge in den Bauwerken den Umwandlungen ähnlich sein wird, die sich in Gebieten starker Verdunstung gegenüber geringen Niederschlägen vollziehen (aride Gebiete, s. S. 421).

Andersartig wird selbstverständlich die ganze Wasserbewegung dort, wo durch schlecht abgedeckte Platten ein gleichmässiger Eintritt des Wassers von einer Stelle erfolgt, oder sogar dem Wasser Gelegenheit geboten ist, längere Zeit auf einer Fläche zu stagnieren und von diesem Punkt aus das Gestein ständig zu durchfeuchten und anzugreifen.

b) Die wesentlichsten Neubildungen.

Für die Art der Umwandlung kommt der Angriff der verschiedenen Lösungen auf die einzelnen Mineralien zuerst in Frage. Im strengen Sinn unlösliche Bestandteile gibt es nicht. Es sind eben nur wenige Mineralien für die Dauer des gewöhnlich in Betracht kommenden Verwitterungsprozesses als unlöslich zu bezeichnen. Es kann nur kurz auf die wesentlichsten Gesteinsbestandteile hingewiesen werden, vor allem auf Quarz, Karbonate wie Kalkspat und Dolomit, Silikate der verschiedensten Art, so Feldspate (Orthoklas, Mikroklin, Plagioklase) und an ihrer Stelle oft auftretende Mineralien wie Nephelin und Leucit, ferner verschiedene Augite und Hornblenden, Glimmer (Muscovit und Biotit), Chlorit und Kaolin und als besonderes, aber für mitteleuropäische Verhältnisse nicht als primärer Bestandteil für die Aussenseite der Gebäude, häufiger aber als sekundäres Mineral auch in den äusseren Bausteinen in Frage kommend: Gips. Wir betrachten zuerst die normalen Verhältnisse, bei denen nur die gewöhnlich in

der Atmosphäre vorhandenen Bestandteile (Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure, Wasser) wirken. Durch den spaltenden Einfluss des Wassers tritt bei der Silikatverwitterung bei tonerdehaltigen Silikaten eine Bildung von wasserhaltigen Aluminiumsilikaten und Alumokieselsäuren ein, die zu der Gruppe der Tone gehören. Als besondere Bildung zeigt sich unter Umständen Kaolin. Die magnesiumhaltigen Aluminiumsilikate liefern Chlorite; an Aluminium freie Magnesiasilikate geben Serpentin. Eisenhaltige Silikate liefern zunächt wasserhaltige Eisenoxydsilikate, aus denen bei weitergehender Verwitterung dann Eisenhydroxyde, unter besonderen Umständen auch Eisenoxyd entsteht. In Lösung gehen bei diesem Prozess der normalen Verwitterung freie Alkalien, wasserhaltige Kalium- und Natriumsilikate, Kieselsäurehydrat. Spielt bei diesem Prozess, bei den Bausteinen fast stets noch mehr wie in der Natur, Kohlensäure eine erhebliche Rolle, so bilden sich aus der Lösung Karbonate. Bei der Einwirkung auf Karbonate tritt eine wesentliche Erhöhung der in Lösung übergehenden Bestandteile ein durch die Bildung saurer Salze. Die Anwesenheit von schwefliger Säure und Schwefelsäure bedingt die Bildung von Sulfiten beziehungsweise Sulfaten der Alkalien, des Kalzium und Magnesium. Sie bilden sich namentlich dort, wo Rauchgase auf Karbonatgesteine oder Gesteine mit Karbonatbindemittel einwirken. Bei den aus dem Boden aufsteigenden Lösungen kann es zur Bildung von Nitraten (Mauersalpeter) kommen.

c) Die Veränderung innerhalb der Gesteine.

Für die Umwandlung im einzelnen Gestein kommt es nun besonders darauf an, ob und eventuell wie die verschiedenen Bestandteile miteinander verbunden sind. Ein einheitliches Gestein, bestehend nur aus einem einzigen Mineral, wird auch einem einheitlichen Lösungsprozess unterworfen, der verschieden fortschreitet, je nachdem, ob reines Wasser einwirkt oder ob in der Lösung sich auch noch Säuren befinden. Bei verschiedenartigen Gesteinen werden verschiedene Mineralien in verschiedenem Grade angegriffen. Bei Sedimentgesteinen kommt es auf die Beteiligung von Bindemittel gegenüber dem Hauptbestandteil (so z. B. auf das etwa vorhandene kalkige oder dolomitische Bindemittel bei Sandsteinen) an. Aehnlich verhalten sich Eruptivgesteine mit porphyrischer Struktur, wo die grösseren porphyrischen Ausscheidungen gewöhnlich (aber nicht immer) längeren Bestand haben wie die feinere Grundmasse zwischen den porphyrischen Ausscheidungen. Als Beispiel hierfür mag das Verhalten der Trachyte und Andesite am Cölner Dom angeführt werden, bei denen die grösseren porphyrischen Ausscheidungen von Sanidin und Hornblende oft recht gut erhalten sind, während die feinerkörnige, feldspathaltige Grundmasse reichliche Bildung von tonigen Bestandteilen, speziell von Kaolin, zeigt. Die rein chemische Verwitterung des Drachenfelstrachyts mit grossen Sanidinausscheidungen geht zumeist in der Weise vor sich, dass die Grundmasse um die Sanidine herum angegriffen wird, dass sich quellbare Aluminium-Hydrosilikate bilden, die die grösseren Sanidine dann gern aus dem Gesteinsverbande herausprengen, wenn diese parallel mit der äusseren Oberfläche liegen. Demgegenüber sind Sanidintafeln, die quer zur Oberfläche stehen, oft auch bei stärkerem Angriff der Grundmasse noch gut erhalten. Es handelt sich also bei dieser Umwandlung nicht um eine Kaolinisierung der grossen porphyrischen Feldspate, sondern um eine viel rascher voranschreitende Kaolinisierung der Grundmasse. Bei körnigen Eruptivgesteinen findet bei der rein chemischen Verwitterung ein Angriff der leichter verwitterbaren Mineralien, wie der Feldspate, der Augite, Hornblenden und, wenn vorhanden, viel stärker noch des Olivin statt. Nester, aus diesen

Mineralien bestehend, können oft einen raschen Zerfall erleiden, wobei stark spaltbare Mineralien oft durch Abblätterung stärkere Hohlräume bedingen. Der Quarz als am längsten widerstandsfähiges Mineral bleibt zwischen den durch den Zerfall der übrigen Minerale gebildeten Löchern bei rein chemischem Angriff als eine Art Gerüst bestehen. Da die meisten Gesteine nun aus Mineralien bestehen, so schreitet an ihnen die Verwitterung nacheinander fort. Wir sehen deshalb in den Gesteinen, im Bauwerk in ähnlicher Weise wie in der Natur, mehrere Verwitterungsprozesse aufeinanderfolgen, die verschieden rasch in das Gestein eindringen und sich im Querbruch in einzelnen, zumeist verschieden gefärbten Zonen zeigen, die ungefähr parallel der Oberfläche verlaufen.

Gegenüber dem zusammengesetzten Gestein müsste ein einfaches, aus einem Mineral bestehendes Gestein zunächst nur eine gleichmässige Lösung von der Oberfläche aus zeigen. Je grösser die Oberfläche, je poröser das Gestein ist, um so rascher müsste auch der Lösungsprozess vorschreiten. Ein gleichmässig kompaktes, porenfreies Gestein müsste am langsamsten der chemischen Verwitterung anheimfallen. Daraus darf nun aber nicht geschlossen werden, dass die porenfreien einfachen Gesteine auch die wetterbeständigsten Bausteine liefern. Denn neben der Löslichkeit kommen für die Wetterbeständigkeit noch andere Prozesse in Frage, wie vor allem das Wasseraufsaugevermögen, die Kornbindung und die mit ihnen zusammenhängende Frostwirkung. Die kompaktesten Gesteine sind der Frostwirkung am meisten ausgesetzt. Es ist Sache der speziellen Untersuchung, die Grenze zu bestimmen, wann für die Löslichkeit von der Oberfläche aus und die Frostgefahr des kompakten Gesteins die grösste Gewähr noch für gleichmässige Wetterbeständigkeit geboten ist.

Haben sich nun bei dem Angriff auf die Oberfläche Lösungen in dem Gestein gebildet, die in das Gestein eindringen, so können diese neuen Lösungen wiederum spaltend und umbildend auf dieselben oder auch auf andere Gesteinsbestandteile einwirken. Der Prozess, den die aus der Atmosphäre in das Gestein gelangten Lösungen begonnen haben, wird verstärkt und kompliziert. Für alle Lösungen, mögen sie direkt aus der Atmosphäre hineingelangen oder durch eine Umwandlung in dem Gestein erst entstehen, gilt aber, dass sie durch die intensive Verdunstung des Wassers in dem Baustein immer stärker konzentriert werden und damit gegenüber der zuerst geringen Konzentration doch erhebliche Einwirkungen auf die Gesteine ermöglichen. Die Bildung von Alkalikarbonat- beziehungsweise Sulfatlösungen bedingt einen intensiveren Angriff auf die Eruptivgesteine. Dieser wird schon nach kurzer Zeit bemerkbar, während das reine Wasser erst nach längerer Zeit wirkt. Im ganzen gilt für die Bewegung und Konzentration der Lösungen in den einzelnen Bausteinen der vorher angeführte Fall, dass die geringen in den Baustein eintretenden Wassermassen wieder verdunsten. Wir sehen eben dabei ab von den Fällen, wo eine besonders intensive Durchfeuchtung der Gesteine eintritt, welcher Fall bei unseren Bauwerken und namentlich an den von natürlichen Bausteinen gebildeten, oben gut abgedeckten Fassaden unserer grösseren Bauten nicht zu den normalen gehören sollte.

Bei den verschiedenartigen Lösungen, die wir in den Gesteinen bei dem Angriff auf die verschiedenen Gesteinsbestandteile nach dem Vorhergehenden annehmen müssen und durch Untersuchung des im Gestein vorhandenen Wassers auch bestimmen können, müssen wir mannigfache Diffusionsvorgänge in den Gesteinen annehmen. Die Lösungen können bei ihrer Diffusion aufeinander einwirken oder bei dem Angriff auf einzelne Gesteinsbestandteile, vor allem auf das Bindemittel, Umtausch und Fällungen be-

dingen. Es kommt dann zu rhythmischen Fällungen in den Gesteinen, auf deren Bedeutung bei dem Verwitterungsvorgang in der letzten Zeit mehrfach mit Recht von Raphael Ed. Liesegang hingewiesen worden ist. Das wesentlichste dieses Vorgangs ist in der Fällung von Neubildungen in einzelnen Zonen zu sehen, die von der Oberfläche aus aufeinander folgen. Diese Fällung wird besonders sichtbar durch Niederschläge, die von der Färbung des frischen wie des verwitterten Gesteins abweichen. Es handelt sich aber auch in vielen Fällen um Neubildungen, die eine kaum abweichende Färbung zeigen und einen Einfluss auf den Gesteinsverband ausüben. Es bilden sich Verwitterungszonen, die in einem von Klüften oder Rissen begrenzten Gesteinsstück oder in dem einzelnen Werkstein keine eckige, sondern mehr ringförmige Gestalt haben und als Verwitterungsringe bezeichnet werden können. Der Vorgang dringt von den Ecken der Gesteine aus rascher ein wie von den breiten Flächen und zeigt damit auch an, dass alle diese Verwitterungsvorgänge dahin führen, Ecken abzurunden und als Endprodukt der chemischen Verwitterung kugelige oder wenigstens rundliche Gebilde zu schaffen. Wo mechanische Verwitterung mit hineinspielt, da wird die Form verändert. Auf das Wesen des Diffusionsvorganges und der Fällungen im einzelnen einzugehen, ist hier nicht möglich. Vieles findet man zusammengestellt von Raphael Ed. Liesegang in seinen „Geologischen Diffusionen" (Dresden und Leipzig, Th. Steinkopff 1913).

Mit diesen Diffusionsvorgängen und den rhythmischen Fällungen im Zusammenhange stehen noch Vorgänge, die sowohl bei Gesteinen im natürlichen Gesteinsverbande wie im Bauwerk eine Rolle spielen, die ich als rhythmische Kristallisationen bezeichne. Die in den Gesteinen gebildete Lösung erreicht in Bausteinen wie bei der Verwitterung im ariden Klima bei dem von aussen beginnenden Verdunsten ihren Sättigungspunkt in einiger Entfernung von der Oberfläche und überschreitet diesen dann um einen gewissen Betrag. Dann kristallisieren die Bestandteile dieser übersättigten Lösung in einer gewissen Entfernung von der Oberfläche aus. Die in der Nachbarschaft weiter gegen das Innere hin befindlichen Salze der Lösung kristallisieren auch noch in derselben Zone aus, während der Abtrocknungsvorgang noch weiter fortschreitet. Dann wird das Auskristallisieren in der ersten Zone beendet. Eine gewisse Strecke nach dem Innern hin tritt wieder Uebersättigung ein; dann findet eine Auskristallisation in einer neuen Zone statt, dem wieder ein Fortschreiten nach innen folgt. So bilden sich mehrere Zonen auskristallisierter Salze hintereinander. Die nächste Durchfeuchtung des ganzen Gesteins bringt die ausgeschiedenen Substanzen erneut zur Lösung. Tritt bei der weiteren Durchfeuchtung ein Angriff der Lösung auf das Gestein ein, so wird die sich bildende Lösung weiter konzentriert. Das folgende Abtrocknen bedingt wieder von neuem eine ähnliche rhythmische Kristallisation. Diese wiederkehrenden Ausscheidungen lockern das Gefüge in einzelnen Zonen und es kommt zur Ablätterung äusserer Schalen, die mehrfach hintereinander liegen können. Ueberträgt man andere Ausführungen über Verwitterungsringe von Liesegang hierauf, so ergibt sich ohne weiteres, dass an den Ecken und Kanten der Vorgang am raschesten und tiefsten in das Innere vordringt. Hierzu kommt auch noch aus den im vorhergehenden gegebenen Daten über die Durchfeuchtung, dass an vorspringenden Kanten und Ecken eine intensivere Wasseraufsaugung erfolgt, und dass in den Hohlkehlen und unter vorspringenden Teilen sich das Wasser am stärksten ansammelt. Daraus ergibt sich für den Fall der Bausteine, dass dort der Zerstörungsvorgang am raschesten erfolgt, wo wir stark profilierte Stellen an einem von konzentrierten Lösungen durchsetzten Gestein haben, wobei der Vorgang dort am

stärksten ist, wo sich regelmässig grössere Mengen der Lösungen sammeln. Der Vorgang der rhythmischen Kristallisation zermürbt deshalb die Bausteine dort intensiver, wo überhängende Teile Lösungen länger sammeln und konzentrieren, gegenüber glattem Mauerwerk. Hinzu kommt dann noch, dass sich an solchen überhängenden Teilen der Stadtruss am stärksten ansammelt und dass von ihm schweflige Säure und Schwefelsäure am stärksten absorbiert werden. Von ihm aus können dann diese Säuren auch stärker in das Gestein eindiffundieren, die Zerstörungen einleiten und verstärken.

Während nun an dem glatten, wenig profilierten Mauerwerk infolge der rhythmischen Kristallisation eine einfache Schalenbildung einsetzt, erfolgt unter dem Einfluss der besprochenen Kristallisation eine völlige Zermürbung und Zerstörung stärker profilierter Stellen. Abb. 1 gibt einen Ueberblick über derartige Umwandlungsvorgänge an einem Teil einer Fiale vom Cölner Dom. Helle Stellen an den Stäben in dem kleinen Giebel zeigen die abgesprengten Schalen, unter denen sich bei der Einwirkung auf das hier vorliegende Gestein mit dolomitischem Bindemittel Kalziumsulfat und Magnesiumsulfat als weisser Ueberzug abgesetzt hatte. Auf der rechten Seite sind die Rundstäbe kaum noch zu erkennen. Der Spitzbogen und der Kleeblattbogen erscheinen ebenfalls stark angegriffen. Die Abbildung stellt den Anfang des Zerstörungsvorganges dar, der sehr viel grössere Dimensionen annehmen kann (ausführlichere Beschreibung von mir im Neuen Jahrb. f. Min. 1907, II).

Abb. 1
Schalenbildung infolge von rhythmischen Kristallisationen am Kölner Dom. (Material: Stubensandstein aus Württemberg.)
Phot. von E. Kaiser.

Die ganze eben beschriebene, mit Diffusionsvorgängen zusammenhängende Umwandlung muss die Gesteine unabhängig von dem speziellen Mineralbestand und ihrer Struktur betreffen. Er ist auch an mannigfachsten Gesteinen, wie Sandsteinen mit verschiedenartigem Bindemittel, Kalken, Eruptivgesteinen der verschiedensten Art beobachtet worden, falls diese Gesteine nur die Bildung von entsprechenden Lösungen und Kristallisationen zuliessen, wobei ausser Sulfaten auch andere Ausscheidungen eine Rolle spielen können.

Das Bindemittel mancher Gesteine ist für die Umwandlung besonders wichtig. Ist dieses auch nur von wenig anderer Löslichkeit gegenüber den einzelnen Gesteinsbestandteilen, so lässt der Angriff entweder das Bindemittel oder die verkitteten Bestandteile bald zurücktreten oder verschwinden, auch wenn nur reines Wasser auf die Gesteine einwirkt. Bei fossilreichen Kalksteinen ist dieser Vorgang am häufigsten zu sehen, indem bald nach begonnenem Angriff entweder die Fossilien oder das dazwischenliegende Bindemittel weggeätzt wurden. Sandsteine mit kalkigem Bindemittel werden durch die Fortführung des letzteren bald rauh. Kalke mit einzelnen eingesprengten Quarzen zeigen bald die Quarze als einzelne Unebenheiten. Setzen kompliziertere Verwitterungsvorgänge ein, so folgen die vorher besprochenen Vorgänge der rhythmischen Kristallisation und der sich daraus ergebenden Umwandlung des ganzen Gesteins. Durch Auflösungsprozesse können aus gleichmässig dichten Gesteinen Strukturen herauspräpariert werden, von denen man äusserlich nichts oder wenig erkennt. (Vgl. Abb. 2 u. 3.)

V. Die Resultate des Umwandlungsvorganges.

a) Rindenbildung.

Viele, wahrscheinlich sogar die meisten Gesteine bekommen bald nach begonnenem Angriff eine zumeist recht dünne äussere Rinde, die in mannigfacher Weise Schutz gegen den weiteren Angriff bietet. Dabei sehen wir ab von den Fällen, wo eine Politur oder eine mechanische Glättung eine rindenartige Bildung bewirkt hat, die ebenfalls schützen kann. Die chemische Ursache der Bildung von Rinden ist bis jetzt nur in wenigen Fällen untersucht worden. Am ehesten mussten diese Rindenbildungen bei den Wüstenbildungen auffallen, wo sie als Schutzrinde bezeichnet und je nach der Entstehung und Farbe unterschieden werden (Beschreibungen von Walther, Linck und Dubois). Sie sollen sich noch weiter durch das Aufsteigen von Feuchtigkeit und leicht löslicher Salze nach der Oberfläche bilden, im wesentlichen aus Eisen- beziehungsweise Mangansilikaten auf kristallinen Gesteinen, aus Phosphaten auf Kalken bestehen. Walther betont, dass derartige Schutzrinden nur in der Wüste vorkommen.

Ganz ähnliche Gebilde zeigen sich aber doch auch ausserhalb der Wüste. Ich will sie nicht unbedingt den Schutzrinden der Wüste gleichstellen, muss sie aber doch mit ihnen vergleichen. Der Fall liegt am einfachsten bei Kalksteinen, bei denen man eine Glättung der nackten Felsenoberfläche auch an rauhen, porösen Gesteinsvarietäten beobachten, oft besser fühlen wie sehen kann. Ich habe sie sowohl an Kreidekalken der Charente in Frankreich, an den Kreidekalken Istriens wie an Jurakalken bei Kelheim an der Donau und an anderen Orten gesehen. Die zugehauenen Kalke der Bauwerke zeigen sie schon deshalb besser, weil die Kalkfelsen sich unter unseren klimatischen Verhältnissen bald mit einem schützenden Ueberzug von Staub, Verwitterungsrückständen oder mit einer Vegetationsdecke überziehen. Die bearbeiteten Kalksteine an Bauwerken sieht man oft schon nach wenigen Wochen mit einer zunächst schwachen Rinde überzogen, die langsam sich verstärkt und sich schliesst. Sie ist am besten entwickelt an älteren Bauwerken, sofern der Schlagregen sie nicht wieder entfernt hat. Ich habe diese Rinde zunächst auf Kalken in Grossstädten genauer untersucht. Sie enthält reichlich Kalziumsulfit, hervorgerufen durch die Absorption der aus Rauchgasen herrührenden schwefligen Säure an der Oberfläche der Kalke. Daneben bildet sich durch die Einwirkung schon vorhandener Schwefelsäure Kalziumsulfat, das als leichter löslich fortgewaschen wird oder gelöst in das Gestein eindiffundiert. Diese Rindenbildung dichtet alle feineren Poren und Risse des Gesteins und verhindert die Niederschläge am Eindringen, während Gesteine ohne Schutzrinde den Niederschlag leichter eintreten lassen. Diese Erklärung einer Rindenbildung ist, wie ich betone, noch nicht völlig ausreichend, da bei der gegenüber Kalziumkarbonat relativ leichten Löslichkeit von Kalziumsulfat die Rinde von den Niederschlägen leicht wieder entfernt werden müsste. Es muss hier auf der Oberfläche sich noch eine Substanz bilden, die schwer löslich ist, deren genaue Untersuchung aber wegen der ausserordentlich dünnen Rinde mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft ist. Diese Rinden bilden sich aber ganz besonders auf sehr wetterbeständigen Kalken, so dass ihr Studium und der Nachweis ihrer Zusammensetzung und Bildung von grosser Bedeutung ist. Ich kann hier nur noch darauf hinweisen, dass sich ähnliche Rinden an denselben Kalken auch in kurzer Zeit im Laboratorium wie auch in einer an Rauchgasen armen Atmosphäre bilden. Wunderbare Rindenbildungen ähnlicher Art, oft schon einen Millimeter stark, zeigen die alten Bauten Venedigs.

Aehnliche Rinden bilden sich bei uns auch in vielen Fällen bei anderen Gesteinen. Selbst körnige, aus verschiedenen Mineralien bestehende Silikatgesteine sind nach einiger Zeit gedichtet, auch dort, wo eine äussere Dichtung durch Staub und Schmutz nicht in Frage kommt. Ich betone dies ausdrücklich, weil J. Walther darauf hinweist, dass „in Mitteleuropa verwitternde Mauersteine“ oder „Sockel von Denkmälern“ eine feste Oberflächenschicht zeigen. „Augenscheinlich ist (nach Walther) die Oberfläche des zubehauenen und durch zahlreiche Meisselhiebe geglätteten Gesteins bei dieser Arbeit so verdichtet und alle Poren mit Gesteinpulver so zugepackt worden, dass die chemische Verwitterung dieser Steinhaut nicht viel anhaben kann.“ Mag diese Deutung von Walther auch in einzelnen Fällen richtig sein, so kann sie doch für die meisten Fälle keine Geltung haben. Doch kann ich an dieser Stelle auch für diese Dichtung keine nähere Erklärung geben.

Der Pelagosit, der sich auf den der Meeresbrandung ausgesetzten Kalken und Dolomiten bildet und im wesentlichen aus Kalziumkarbonat besteht, dessen Eigenschaften von denen des Kalkspates abweichen, ist eine ähnliche Rindenbildung.

Viele Marmorarten lassen eine Oberflächenveränderung erkennen, die mit einer Rindenbildung zusammenhängt. Es liegt dies bei den Marmorarten wohl daran, dass mit der Rindenbildung eine Farbenänderung verbunden ist, die leicht auffällt. Hierher ist zu rechnen die berühmte goldgelbe „Patina“ des pentelischen Marmors, herrührend aus der oberflächlichen Anreicherung von Eisenhydroxyd, das aus der Oxydation des im Gestein enthaltenen Eisenoxydulkarbonats hervorgegangen ist. Auch der Travertin italienischer Bauten zeigt eine derartige Patinabildung, die noch nicht erklärt ist. Andere Kalke zeigen Fleckenbildung auf der Oberfläche, die auf Eisen- und Manganoxyde zurückzuführen ist, stellenweise auch auf die Ausbleichung bituminöser Stellen.

Abb. 2

Knauf an der Galeriebrüstung der Markuskirche in Venedig; zeigt die unregelmässige Oberfläche infolge von Auflösung. (Material: Kreidekalkstein, wahrscheinlich von Orsera in Istrien.) Phot. von E. Kaiser. Der Knauf ist von einer in der Abb. nicht erkennbaren prächtigen Rinde überzogen, die durch die Auflösung wieder zerschnitten ist.

Rindenartig können auch Bildungen sein, die durch Metallsalze hervorgerufen werden, die von einem mit dem Bauwerk in Verbindung stehenden Metall herrühren (Denkmäler, Aufsätze, Abdeckungen usw.). Die letzteren Bildungen allerdings dringen auch teilweise in die Gesteine ein und führen dann zu mannigfachen Zerstörungen.

b) Auflösung.

Die leichter löslichen Gesteine oder einzelne leicht lösliche Mineralien zusammengesetzter Gesteine nehmen an der Oberfläche langsam ab, wenn die schützende Rinde fehlte oder bald wieder zerstört war. Wieder am einfachsten liegt der Fall bei den Kalksteinen. Der Verwitterungsvorgang dringt schon in der Natur in reinem, rascher in Kohlensäure haltigem Wasser ungleichmässig nach der Tiefe vor, indem sich mannigfache Löcher, unregelmässige, spaltenartige Vertiefungen bilden, die mit besonderen Namen belegt werden (Karren, Schratten, verkarstete, zerschrattene Oberflächen). Die Oberfläche der Kalkbausteine zeigt bei der Auflösung ähnliche Unregelmässigkeiten, nur in viel kleinerem Massstabe (vgl. Abb. 2). Unterschiede in der Struktur (vgl. Abb. 3) und in der Porosität werden

rasch herausgearbeitet. Glatte, ebene Auflösungsflächen sind nur zuweilen bei gleichmässigen, feinkörnigen bis dichten Kalken vorhanden. Alle anderen Gesteine bilden unregelmässige Auflösungsflächen aus, mit mannigfachen Höckern und Löchern, schichtenförmigen Ablösungen und unregelmässigen Abblätterungen je nach den zwischengelagerten fremden Substanzen.

Abb. 3
Galeriebrüstung an der Markuskirche in Venedig; zeigt die Herausarbeitung einer breccienartigen Struktur des natürlichen Bausteines durch Auflösungsvorgänge. (Material: Kreidekalkstein, wahrscheinlich von Orsera in Istrien.) Phot. von E. Kaiser.

Sandsteine zeigen bei der reinen Auflösung durch Wasser ebenfalls ein unregelmässiges Zurückgehen der Aussenfläche, wenn die einzelnen Quarzkörner durch ein fremdes, z. B. kalkiges oder dolomitisches Bindemittel miteinander verkittet sind. Sandsteine mit kieseligem Bindemittel werden langsamer aufgelöst, sind aber dann eventuell der Frostgefahr und der chemischen Verwitterung stärker ausgesetzt.

Abb. 4
Turm der Burg Zwingenberg am Neckar. Krusten- und Schalenbildung an Quadermauerwerk, übergehend in unregelmässige waben- und kastenartige Verwitterungsprodukte. (Buntsandstein-Material des Neckargebietes.) Phot. von E. Kaiser.

Silikatgesteine zeigen, entsprechend den verschiedenen Mineralien, ebenfalls ungleichmässige Auflösung und auch in den meisten Fällen rascher eine chemische und mechanische Verwitterung als nur eine Auflösung.

c) Krustenbildung, Schalenbildung.

Mit der besprochenen Rindenbildung hängt eine Krusten- und Schalenbildung eng zusammen, die wir an vielen natürlichen Gesteinen und in vielfacher, wechselnder Weise an Bausteinen beobachten. Die Oberfläche mancher Felswände, die Oberfläche vieler Bausteine wird nach einiger Zeit völlig fest. Schlägt man die Kruste durch, so rieselt hinter einer ziemlich festen Kruste bei vielen Sandsteinen und ausserdem auch noch bei anderen Gesteinen ein feinkrümeliges Gemenge heraus. Das ganze Gestein war hinter der scheinbar festen Kruste völlig zermürbt worden. In vielen Fällen haben Unregelmässigkeiten der Kruste Löcher hervorgerufen. Regen und Wind haben dann die Sandkörner oder die anderen primären Bestandteile aus dem Innern des Gesteins ganz oder teilweise entfernen können. Mannigfache unregelmässige Formen

bilden sich, die vielfach wiedergegeben worden sind. Ich füge hier als Abb. 4 eine Aufnahme eines Turmes der Burg Zwingenberg am Neckar bei, auf welcher man den weit vorangeschrittenen Verwitterungs- und Zerstörungsvorgang mancher Buntsandsteingesteine sehen kann. Man sieht an der Abbildung nur die Umrisse der einzelnen Quadern. In der Mitte oben ist noch an einer Quader die Schale erhalten, aber auch schon von kleinen Löchern durchsetzt. An den meisten anderen ist die ursprüngliche Schale entfernt. Die Wände der einzelnen Quadern gegeneinander sind, zum Teil wohl mit unter dem Einfluss des Mörtels zwischen den einzelnen Fugen, erhalten geblieben. Innerhalb der Quader ist nun nicht die ganze Masse gleichmässig zerstört worden, sondern es sind die mannigfachen Fugen der Schichtung des Buntsandsteins erhalten; die Quadern zeigen dadurch eine Lagenstruktur. Bei einzelnen Werkstücken des Turmes kommt, wie die Abbildung zeigt, auch die diskordante Parallelstruktur des Buntsandsteins gut heraus. Querleisten, die man an einzelnen Stücken sieht, beruhen entweder auf einer primären Zerreissung der Gesteine oder auf Unregelmässigkeiten in dem Absatz bei dem Wandern der Lösungen, die sowohl die äussere Schale wie die Schichtfugen und die Wände gegen die Nachbarquadern härteten.

Man kann ähnliche Erscheinungen auch an Felswänden in der Natur beobachten, bei denen namentlich die durch verschiedenartige Lagen hervorgerufenen Unterschiede bei der Verwitterung scharf hervortrten. Es ist zu beachten, dass der ganze Vorgang chemisch eingeleitet wird. Das Gestein durchsickernde Lösungen nehmen einen Teil der darin befindlichen lösbaren Bestandteile auf und setzen sie in den äusseren Teilen der Quadern wie auch an den Fugen verschieden durchlässiger Gesteinslagen ab. Lösliche Kieselsäure, auch Kalk, Eisen- und Manganverbindungen scheinen eine Hauptrolle zu spielen. Die Austrocknung und die Diffusion, welche die Lösungen in dem Gestein bewegen, anderseits die Diffusion der von aussen eindringenden Bestandteile, vor allem des Sauerstoffs, bewirken, dass in den äusseren Teilen relativ widerstandsfähige Neubildungen niedergeschlagen werden, die dort eine feste Kruste bilden.

Die speziellen Eigenschaften des die Schale kittenden Bindemittels sind bis jetzt nur wenig bekannt. Die Kruste bildet sich auf den verschiedenartigsten Gesteinen, mit Vorliebe auf Sandsteinen, vor allem auf solchen mit Kieselsäurebindemittel, dem nur wenig Karbonatbindemittel beigemengt ist. Karbonatgesteine zeigen die Erscheinung seltener; aber auch auf Silikatgesteinen der verschiedensten Art tritt sie auf. Namentlich diejenigen Gesteine scheinen besonders zu derartigen Krustenbildungen zu neigen, in welchen etwas kolloid lösbare Kieselsäure vorhanden war.

Unter dieser äusseren Schale kann die Diffusion der im Gestein ursprünglich vorhandenen oder darin neugebildeten leicht löslichen Salze immer wieder eintreten. Unter dieser Schale, die durch ihre Dichtung für Wasser schwer durchlässig geworden ist, setzt auch die Frostwirkung besonders ein. Besitzt das Gestein nicht eine sehr feste Kornbindung, also ein starkes und festes Bindemittel, so muss es unter dem Einfluss der von aussen einwirkenden und im Gestein zirkulierenden Agentien zerfallen.

Bei grösserem Widerstand des Gesteins kristallisieren unter einer dann gewöhnlich nicht sehr festen Schale die leichter löslichen Salze aus. Es setzt weiter der früher beschriebene Vorgang der rhythmischen Kristallisation ein, durch die der Zusammenhang gelockert wird. Oft kann der Zusammenhang des ganzen Gesteins ziemlich lange bestehen bleiben, so lange eben die äussere Schale nicht zerstört oder durchbrochen wird und so lange nicht das ganze Gestein so geschwächt ist, dass die darauf ruhende Last den Werkstein zerstört.

Die Schalenbildung ist eine andere, wenn Gesteine vorliegen, deren Bindemittel rasch von den auf das Gestein auffallenden Lösungen angegriffen wird.

Hierbei kommt es nur in wenigen Fällen zu starker Krustenbildung, denn der Vorgang der rhythmischen Kristallisation setzt früher ein, das Gestein wird im Innern zerstört, ehe sich eine schützende Kruste ausbildet. Sandsteine mit dolomitischem Bindemittel zeigen den Vorgang am häufigsten, vor allem bei der Einwirkung von Rauchgasen. Die Einwirkung der Rauchgase führt zur Bildung von Kalziumsulfat und Magnesiumsulfat als kristalline Ausscheidungen in einzelnen Zonen parallel zur äusseren Oberfläche. Das Magnesiumsulfat ist leicht löslich. Es scheidet sich aber immer wieder in Zonen parallel zur äusseren Oberfläche aus, diese Zonen lockernd, wobei die stete Wiederholung des Kristallisationsvorganges von besonderer Bedeutung ist. Es werden mehrere Zonen hintereinander angelegt, und die darüber befindlichen Schalen können oft durch geringe äussere Ursache zum Abspringen gebracht werden. Namentlich nach nebelreichen Tagen oder auch nach heftigerem Regen des Spätherbstes sieht man diese Schalen am häufigsten hinunterfallen, was auch schon aus früheren Bemerkungen dieser Zusammenstellung hervorgeht.

d) Absprengung.

Die gebildeten Schalen, Krusten und Rinden können durch mehrfache Prozesse von den Gesteinen abgesprengt werden. Sie werden abgelöst erstlich durch Quellung in den Gesteinen selbst, weiter durch die eigene Schwere, wenn die Lockerung unter, eventuell auch in der Schale weit genug fortgeschritten ist, endlich durch Frostwirkungen, auch wohl durch Insolation und ähnliche Vorgänge mehr.

Abb. 5
Knauf von der Johanniskirche in Stuttgart, zeigt die Zersprengung infolge Frostwirkung, die begleitet wird von einem chemischen Angriff auf das Karbonatreiche Bindemittel des Gesteins. (Material: Heilbronner Sandstein.)
Phot. von E. Kaiser.

Die Wirkung der Sonnenstrahlen (Insolation) findet unter unseren klimatischen Verhältnissen nur unter besonderen Umständen so stark statt, dass die Schalen, auch frische Teile, abgesprengt werden oder dass durch sie ein unregelmässiges Zerreissen der Gesteine erfolgt. Intensiver ist die Erscheinung in Wüstengebieten, wo es zu einer unregelmässigen Zersprengung grösserer Blöcke kommt.

Die Frostwirkung ist für unsere Gegenden von grösster Bedeutung. Der Frost wirkt verschieden ein, einmal von grösseren Spalten oder Klüften, von vorher oft nicht sichtbaren Stichen aus, wobei dann grössere Blöcke abgesprengt werden, was wir am besten mit Hirschwald als Spaltfrostwirkung bezeichnen. Die Frostwirkung kommt auch bei schichtigen Gesteinen wesentlich in Betracht, da bei ihnen eine Auflockerung und Absprengung parallel der Schichtfläche durch den Frost herbeigeführt wird. Sie erfolgt am stärksten, wenn die Schichtflächen oder die Klüfte parallel zur äusseren Oberfläche stehen.

Abb. 5 zeigt an einem von der Johanniskirche in Stuttgart herrührenden Knaufe die unregelmässige Zerreissung durch die Frostwirkung. Ein Teil

ist in einer dicken Schale bereits abgesprungen, ein anderer Teil ist von zahlreichen Rissen durchzogen. Man sieht, dass dieser Knauf durch länger andauernde Frostwirkung ganz, aber unregelmässig zerstört worden wäre.

Abb. 6 zeigt an einem von einem Privathause in Giessen stammenden Baluster, der aus einem Sandstein mit kalkig-dolomitischem Bindemittel hergestellt ist, das Ineinanderwirken von chemischer Verwitterung und Frostwirkung. Das Gesteinsstück ist vom Gesichtspunkt der Verwitterung aus falsch bearbeitet worden; das Werkstück ist „auf den Kopf gestellt". Die rauhe Oberfläche auf der rechten Seite der Abbildung rührt hier einmal von einem Angriff der Lösungen auf das kalkig-dolomitische Bindemittel des Sandsteins, anderseits von der Frostwirkung, die in den Poren nach Fortführung des Bindemittels stärker angreifen konnte. Durch die Schichtung, die parallel der rechten Seitenfläche des Baluster läuft, ist dann eine starke Absprengung in dieser Richtung erfolgt. Die Schnecke ist oben vollständig entfernt, das Fussgesims ist an dieser Seite gar nicht mehr zu erkennen, und auch die einzelnen Bänder auf der rechten Seite sind gegenüber der linken Seite stark verwischt.

Abb. 6
Baluster von einem Privathause in Giessen. (Material: Fränk. Keupersandstein)
Phot. von E. Kaiser.

Aehnliche Beispiele lassen sich von vielen anderen Bauten herbeibringen. Am bekanntesten sind die vielen Grabplatten aus Sandstein, bei denen die Schrift von einer Schichtfläche aus eingehauen ist. Durch die Verwitterung, vor allem Frostwirkung, namentlich bei dünnschichtigen Sandsteinen, sind dann die erhabenen Stellen vollständig entfernt. Im Gegensatz zu dem vorher (Abb. 5) angezogenen Fall handelt es sich um eine in die Poren eingreifende Frostwirkung. Sie kann auch selbstverständlich tiefer in das Gestein hineingehen und zunächst oberflächlich, falls hier keine widerstandsfähige, porenfreie Rinde vorhanden war, angreifen, anderseits aber auch in der Tiefe eine Lockerung des Gesteinsgefüges hervorrufen ohne ausgesprochene Spaltbildung. Hirschwald nennt sie Poren- bzw. Kapillarfrostwirkung. Beide Arten der Frostwirkung können zu einem Absprengen grösserer Teile der Gesteine und in vielen Fällen zu grösseren Zerstörungen führen. Für die ganze Absprengung durch Frostwirkung ist besonders wichtig, dass sie an Struktureigentümlichkeiten des Gesteins ansetzt. Ich habe das im vorhergehenden ausgeführt, indem ich einmal auf den Angriff von den Poren, anderseits von Schichtflächen, Haarrissen, Klüften, Struktureigentümlichkeiten hinwies. Schalenbildung durch Frostabsprengung quer zu den Strukturlinien des Gesteins gehört zu den Seltenheiten, während Schalenbildung quer zu den Strukturlinien sehr viel häufiger durch mechanische Wirkungen der Neubildungen in dem Gestein bewirkt wird.

Die Absprengung durch Neubildungen in dem Gestein setzt ein durch die vorher besprochenen Erscheinungen der rhythmischen Kristallisation. Auf die Absprengung ist unter Hinweis auf Abb. 1 schon oben näher hingewiesen worden. Die Neubildungen innerhalb des Gesteins bringen oft ähnliche Wirkungen hervor wie die Frostbildung. Sie können einzelne Schalen absprengen,

auch Kapillaren öffnen und vergrössern und anderseits auch eine Lockerung des Gesteinsgefüges durch Angriff auf das Bindemittel bewirken. Die mechanische Einwirkung der chemischen Verwitterung durch Lösung des Bindemittels und durch Auskristallisation von Neubildungen spielt, was ich im Gegensatz zu anderen Bearbeitern der Frage betone, für viele Gesteinsumwandlungen eine grosse Rolle. Ich betone nochmals ausdrücklich, dass diese Absprengung von Schalen, entsprechend den Verwitterungsvorgängen in der Natur, vielfach unabhängig von den Strukturlinien der Gesteine verläuft. Hirschwald hat, ausgehend von einem auch mir bekannten Umwandlungsvorgange an dem Obernkirchener Sandstein am Cölner Dom (vergl. Bautechnische Gesteinsuntersuchungen 1910, Heft 2, S. 11) die Behauptung aufgestellt, dass „lamellare, parallele Abschilferungen an Flächen senkrecht zur Schichtung nicht vorkommen. Neigt das Gestein zu vertikaler Zerklüftung, dann können sich wohl auch bei lagerhaft bearbeiteten Quadern Abblätterungen bilden; sie unterscheiden sich aber von der vorgedachten Erscheinung dadurch, dass sie niemals in paralleler Ausbildung und Wiederholung auftreten". Ich habe derartige parallele Abschilferungen, hervorgegangen aus dem von mir beschriebenen Verwitterungsvorgange durch Neubildungen in dem Gestein sehr häufig bei verschiedenartigsten Gesteinen gesehen, bei denen weder die Schichtung parallel zur Aussenfläche verlief noch auch irgendwelche Neigung zu einer Zerklüftung senkrecht zur Schichtfläche vorlag. Als Beispiele derart erwähne ich, ohne mich damit hier irgendwie über die Wetterbeständigkeit der verschiedenen Gesteine auszusprechen, Permsandstein, Buntsandstein, Keupersandsteine von Schlaitdorf, wie Kreidesandsteine von Obernkirchen und Friedersdorf, denen ich noch viele andere zufügen könnte. Ich kann hier nur auf diese Beobachtungen hinweisen und ganz besonders betonen, dass bei der Abblätterung bzw. Abschilferung durch die chemischen Vorgänge bei der Neubildung eine Unabhängigkeit von der Schichtung zu beobachten ist, dass, auch im Gegensatz zu den Angaben von Hirschwald, diese Abschilferung sich in paralleler Ausbildung mehrmals hintereinander wiederholt.

Eine mechanische Absprengung kann auch dann erfolgen, wenn durch andersartige vorhergehende Vorgänge der Verband des Gesteins gelockert ist, die Festigkeit vermindert wurde, so dass die tragende Kraft des betreffenden Bausteins aufgehoben ist und nunmehr die darauf lagernde Last das geschwächte Stück mechanisch zertrümmert. Befördert werden kann dieser Vorgang durch eine ganze Menge von Verwitterungsvorgängen in dem Gestein, durch die Bildung von tonigen Neubildungen an Stelle von Aluminiumsilikaten, durch die Umwandlung der Magnesiasilikate, durch die Fortführung löslicher Bestandteile sowohl in Eruptiv- wie Sedimentgesteinen. Die Neubildung von quellbaren Mineralien kann den Vorgang beschleunigen, wenn eine gleichmässige Verwitterung des Gesteins eintritt. Unregelmässigkeiten der Struktur des geschwächten Gesteins werden den Angriff besonders begünstigen. Schichtflächen bei Sedimentgesteinen, Wechsel der Struktur bei Eruptivgesteinen bieten gute Angriffsflächen für die Zertrümmerung.

e) Absanden.

Die Zusammenwirkung der verschiedenen vorher besprochenen Verwitterungserscheinungen führt zu einer Abbröckelung kleinerer Gesteinsteilchen sowohl bei Sandsteinen, bei Kalksteinen, Eruptivgesteinen und anderen. Es ist ein ähnlicher, wenn auch nicht gleicher Zerfall, wie wir ihn bei der Umbildung eines festen Gesteins zum Ackerboden vor uns sehen. Der Vorgang ist bei den Bausteinen oft nicht derartig weit fortgeschritten wie bei

der Bodenbildung. Bei den Bausteinen können die einzelnen feinen, abgebröckelten Stücke oft noch recht frische Substanzen enthalten. Diese als Absanden zu bezeichnende Erscheinung zeigt sich bei weniger wetterbeständigen Gesteinen schon bald, namentlich wenn die einzelnen Körner durch ein rasch angreifbares Bindemittel verkittet sind (Beispiel in Abb. 6). Besser wetterbeständige Gesteine zeigen dieses Absanden erst sehr viel später. Die Erscheinung ist immerhin wichtig, häufig schon in kleinem Massstab zu beobachten und führt am Fusse der einzelnen Bauteile oft zur Zusammenschwemmung von viel abgewaschenem Gesteinsmaterial. Wird dem Vorgang nicht durch äusseren Schutz Einhalt geboten, so führt er zusammen mit anderen Vorgängen zu erheblicheren Beschädigungen. Manche Gesteine sind besonders dafür geeignet, vor allem Sandsteine mit Karbonatbindemitteln. Man vergleiche auch noch die Bemerkungen unter g) Ausblühungen.

f) Zerfall.

Die verschiedenen Verwitterungserscheinungen führen einen allmählichen Zerfall des ganzen Gesteins herbei. Er greift aber nicht die ganzen Werkstücke gleichmässig an, sondern ist von den speziellen Struktureigenschaften des Gesteins abhängig, indem schon bald die vor Beginn der Verwitterung kaum erkennbaren, abwechselnd zusammengesetzten Partien durch die Verwitterung herausgearbeitet werden (Abb. 3). Chemische und mechanische Verwitterung greifen an den für sie weniger widerstandsfähigen Stellen an und schwächen diese mehr und mehr, bis diese Teile endlich dem darauf lastenden Druck nicht widerstehen können und zerfallen.

Weiter kommt die Wasserbewegung in einzelnen Werkstücken hinzu, indem das Wasser sich namentlich an trennenden Fugen oder an Strukturlinien im Werkstück oder an seiner Basis sammelt und von dort aus den Angriff auf Gestein wie Bindemittel beschleunigt. Deshalb sehen wir auch Krustenbildung, Absprengen, Absanden und Zerfall an der unteren Grenze der einzelnen Quader oder unter überhängenden Teilen des einzelnen Werkstückes besonders gut angreifen (Abb. 1, 4 und 6).

An den Grenzen gegen die Nachbargesteine kann auch noch die Wirkung unrichtiger Versetzung, vor allem die Verwendung von unrichtig zusammengesetztem Mörtel, eine Rolle spielen. Die schädigende Einwirkung des Mörtels ist von manchen Seiten besonders hervorgehoben, allerdings auch hier und da übertrieben worden, indem man schon den Mörtel für alle Verwitterungsvorgänge an den Bausteinen verantwortlich gemacht hat. Aber auch abgesehen von dieser Uebertreibung muss man seiner Verwendung viel grössere Beachtung schenken, damit nicht wegen falscher Zusammensetzung des Mörtels der Ruf eines guten Bausteins leidet. Dass unter Umständen auch ein Mörtel gut hält, länger wie viele Bausteine, das zeigt Abb. 4, wo ein Teil der hervorstehenden Leisten direkt aus den Mörtelfugen hervorgegangen ist. In vielen Fällen aber kann man von der Benutzung von Mörtel direkt absehen. Es ist den mehrfach nach dieser Richtung hin gestellten Forderungen zuzustimmen, die zuletzt Herr Dombaumeister Hertel auf dem Denkmalpflegetag zu Halberstadt im Jahre 1912 zusammengefasst hat.

Für den Zerfall im ganzen kommen alle verschiedenen Verwitterungserscheinungen zusammen in Frage. Man wird nur in den seltensten Fällen den Zerfall eines grösseren Gebäudeteiles auf einen einzigen Vorgang zurückführen können. Dies mag unter anderen klimatischen Verhältnissen wie den unserigen wohl möglich sein, bei uns aber greifen, vor allem in den Städten, die verschiedenen Erscheinungen stets ineinander und verwischen das gegenseitige Bild. Will man verschiedenartige Gesteine in bezug auf die Möglichkeit des Zerfalls gegeneinander abwägen, so bedarf es eingehender ver-

gleichender Untersuchungen, deren Resultat aber immer nur die Wetterbeständigkeit des einen Gesteins im Vergleich mit der eines anderen, bezogen auf einen bestimmten Verwendungsort, angeben kann.

g) Ausblühungen.

Mannigfache Neubildungen entstehen auf der Oberfläche der Gesteine unter dem Einfluss der chemischen Prozesse, die von der Atmosphäre oder dem Gestein aus einsetzen. Ausser den Rinden und Krusten der Gesteine, der besprochenen Patina mancher Bauwerke, spielen Absätze und Ausblühungen auf der Oberfläche eine besondere Rolle. Absätze bilden sich auf verschiedenartigen Gesteinen, vor allem auf Kalken, auf welche die mit Kohlensäure beladenen Niederschläge einwirken. Bei dem Verdunsten des darüberrieselnden Wassers bildet sich dann ein weisser Ueberzug von Kalk, der sich gegenüber den geschwärzten Stellen des umgebenden Gesteins scharf abhebt. Man kann diesen Absatz besonders gut bei den neuerdings so häufig errichteten Muschelkalkbauten sehen, von denen fast jeder weissliche, oft lang an den Gebäuden herunterziehende, von dem Grau des übrigen Bauwerks scharf sich abhebende, später auch dunkler werdende Absätze zeigt.

Die Ausblühungen an der Oberfläche hängen ab von der Zusammensetzung des Gesteins, dann von den speziellen klimatischen Bedingungen des Standortes, von den chemischen Verhältnissen der Atmosphäre, der Art und Menge der Niederschläge, von der Zahl der Frosttage und unter Umständen auch von der Zusammensetzung der aus dem Boden in die Gesteine aufsteigenden Lösungen. Stehen die Bauwerke mit Metallteilen in Berührung (Denkmäler z. B.), so können auch die aus dem Metall hervorgehenden Verbindungen zu Ausblühungen führen.

Die Ausblühungen sind mannigfacher Natur und Herkunft und müssen in jedem Fall besonders untersucht werden. Es kommen in Frage Kalziumkarbonat, Magnesium-, Kalzium-, Natrium- und Kaliumsulfat, Kalium- und Natriumnitrat, unter Umständen Kalziumphosphat, Eisenhydroxyd, Manganoxyde, gelegentlich Alaun, verschiedene Kupfer-, Eisen-, Blei- und Zinksalze wie endlich in besonderen Fällen Chlornatrium.

Die Art der auftretenden Ausblühungen hängt im wesentlichen wiederum, ausser von der Zusammensetzung des Gesteins, von den klimatischen Verhältnissen ab. Es möge hier nur ein Beispiel angeführt werden. So findet in den Steppengegenden Spaniens sehr häufig die Ausblühung von Salpeter statt, die verschieden ist je nach den vorhandenen Gesteinen, auf denen die Ausblühung erfolgte. Diese Salpeterausblühungen haben auch mehrfach Bauwerke ergriffen und sollen z. B. eine Kapelle zu Zaragoza und Teile des Klosters El Escorial bei Madrid derartig angegriffen haben, dass diese als „caries de las piedras“ bezeichnete Umwandlung die Werksteine zu Staub zerfallen lässt (nach Tenne und Calderon).

Es muss auch noch darauf hingewiesen werden, dass diese Ausblühungen und der dadurch bewirkte Angriff auf die Bindemittel von Gesteinsstücken und anderen Gegenständen auch bei Altertumsfunden der verschiedensten Art eine grosse Rolle spielt (siehe die Abhandlung von Rathgen in der Literaturzusammenstellung am Schlusse).

VI. Die Methoden zur Untersuchung der Gesteinsverwitterung.

Die hierher gehörenden Fragen können an dieser Stelle leider nur kurz gestreift werden, einmal des Raumes wegen, anderseits weil einzelne Teile auch an anderen Stellen dieses Handbuches behandelt werden. Es soll nur angegeben werden, nach welcher Richtung sich die Untersuchungen der

Bausteine erstrecken müssen, wenn man über die an ihnen eintretenden Verwitterungsvorgänge und damit über ihre Wetterbeständigkeit Auskunft erlangen will. Es sollen damit namentlich Winke gegeben werden für die Untersuchung, die einsetzen muss, wenn die Werksteine für einen grösseren Bau oder für die Renovation eines solchen ausgesucht werden.

Die Methodik ergibt sich aus einer Zusammenfassung der Ursachen der Verwitterung.

Die Verwitterung ist abhängig von der mineralogischen und chemischen Zusammensetzung der Gesteine. Deshalb muss neben der chemischen Untersuchung eine eingehende mineralogisch-petrographische und zwar mikroskopische Untersuchung einhergehen. Die Verwitterung ist weiter abhängig von der Struktur der Gesteine. Diese mag zuweilen im Handstück oder im Probestein erkannt werden können, dann ist, aber nur in diesen wenigen Fällen, aus dem Probestein durch makroskopische und mikroskopische Untersuchung der Schluss auf die Wetterbeständigkeit oder auf die Art der zu erwartenden Verwitterung zu ziehen. Ein einzelner Probestein kann aber nur die Struktur von einem kleinen Teil der zur Verwendung kommenden Gesteine wiedergeben. Es ist nicht zu erwarten, dass das ungeübte Auge eines der Untersuchungsmethodik Fernerstehenden die richtige Auswahl eines Probesteines in dem Steinbruche trifft. Es muss entweder die Beobachtung der sämtlichen zur Verwendung kommenden Werksteine einsetzen oder, was besser und zweckentsprechender, eine geologische Untersuchung der Lagerstätte stattfinden, auf der das Gestein gebrochen wird. Dabei muss entschieden werden, welche Strukturvarietäten des Gesteins beim fortschreitenden Steinbruchbetriebe zu erwarten sind und ob auch auf längere Zeit hin ein gleichmässiges Material geliefert werden kann. Es muss weiter entschieden werden, ob die verschiedenen auftretenden Strukturen für eine gleichmässige Verwitterung und gleichmässige Wetterbeständigkeit Gewähr leisten. Diese Untersuchungen in den Steinbrüchen und in deren Nähe darf namentlich dann nicht unterlassen werden, wenn man beabsichtigt, auf längere Zeit aus einem Steinbruch das Material für einen grossen Bau zu beziehen. Es ist des weiteren fehlerhaft, diese Untersuchungen dem Unternehmer oder dem Lieferanten der Gesteine zu überlassen. Für einen grossen Bau wird sich eine objektive, peinliche Durcharbeitung der ganzen Frage immer lohnen und vielfache Ausbesserungsarbeiten verhindern können, welche beim Unterlassen dieser Vorsichtsmassregel zumeist schon bald nach Beendigung des Baues notwendig sind. Eine geologische Untersuchung an Ort und Stelle ist auch dann nötig, wenn sich bei fortschreitendem Betriebe Ungleichmässigkeiten in der Lieferung zeigen. Diese Untersuchungen werden am besten von einem geologisch gut durchgebildeten Petrographen vorgenommen oder auch von einem Geologen, der sich die nötige Uebersicht über die petrographische Methodik, die hier in Frage kommt, angeeignet hat.

Die Verwitterung des Gesteins ist ferner abhängig von speziellen physikalischen Eigenschaften und Struktureigentümlichkeiten, die mikroskopisch nicht immer völlig ausreichend erkannt werden können, so von dem Wasseraufsaugevermögen, von der Kornbindung, Erweichbarkeit und Festigkeit der Gesteine. Zu ihrer Feststellung bedarf es besonderer Laboratoriumsuntersuchungen, von denen einige der Untersuchungsmethodik des Mineralogen und Petrographen fernliegen. Er bedarf dabei der Mitwirkung der Anstalten, die für diese Untersuchung besonders begründet wurden, die aber selbst die mineralogisch-petrographische Untersuchung nicht ausführen.

Die Verwitterung ist des weiteren abhängig von den klimatischen Verhältnissen, nicht nur von den allgemeinen, sondern auch von den durch den

Menschen veränderten klimatischen Verhältnissen. Deshalb ist es notwendig, die normale Verwitterung des Gesteins unter den Verhältnissen des Gewinnungsortes oder eines ihm benachbarten Ortes zu kennen. Dazu dient die vorher schon angeführte geologische Untersuchung des Gesteinsvorkommens. Bei dieser örtlichen Untersuchung werden zweckmässig die Oertlichkeiten besichtigt, an denen in der Nachbarschaft des Gewinnungsortes das Gestein früher verwendet worden ist. Auch wird man gut tun, Beobachtungen über die Verwitterung ähnlicher Gesteine am Ort der beabsichtigten Verwendung zum Vergleiche heranzuziehen. Auch lassen abgekürzte Wetterbeständigkeitsuntersuchungen im Laboratorium schon Schlüsse über die zu erwartende Verwitterung eines Bausteines zu. Sie können aber die Beobachtungen über die Haltbarkeit des zur Verwendung in Aussicht genommenen Gesteins an verschiedenen Orten nicht ersetzen. Diese Beobachtungen und Laboratoriumsuntersuchungen müssen sich gegenseitig ergänzen.

Endlich hängt die Verwitterung des Gesteins ab von der Sicherheit gegen Frostgefahr und der Festigkeit des Gesteins unter verschiedenen äusseren Umständen. Ueber beide können wieder Laboratoriumsuntersuchungen Gewissheit geben, denen sich die Materialprüfungsanstalten schon seit längerer Zeit widmen.

Chemische, mineralogisch - petrographische und geologische Untersuchungen haben also nebeneinander zu erfolgen, denen sich dann noch spezielle physikalische Bestimmungen über die Festigkeit, Frostsicherheit und andere oben angegebene Laboratoriumsversuche, endlich die Prüfung der klimatischen Bedingungen des Gewinnungs- und Verwendungsortes anzuschliessen sind. Diese Untersuchungen haben, schon nach den vorhergehenden Bemerkungen, von verschiedenen Bearbeitern zu erfolgen, die sich gegenseitig Hand in Hand arbeiten müssen. Es wird im allgemeinen am besten sein, wie vielfache Erfahrung gelehrt hat, dass ein geologisch geschulter Petrograph die Arbeiten ausführt und sich dabei der Mithilfe der Anstalten für Materialprüfung sichert, soweit diese Hilfe für die einzelnen Bestimmungen notwendig ist.

Es muss endlich noch betont werden, dass es bisher nicht gelungen ist, ein allgemein befriedigendes Schema und eine allen Verhältnissen Rechnung tragende Klassifikation der verschiedenen Gesteine nach ihrer Wetterbeständigkeit für verschiedene Verwendungsorte aufzustellen. Manche Versuche, die nach dieser Richtung unternommen wurden, haben, wie auch die manchen Fortschritt bringenden Versuche von Hirschwald, nicht befriedigt. Es fehlt ihnen, namentlich diesen letzteren Versuchen, die unbedingt notwendige Beachtung der auch innerhalb enger Bezirke verschiedenartigen klimatischen Bedingungen.

Die Wetterbeständigkeit des zu verwendenden Gesteins allein kann von den hier entwickelten allgemeinen Gesichtspunkten aus entschieden werden. Man darf aber bei diesen Arbeiten niemals die Verwendbarkeit des auszuwählenden Gesteins ausser acht lassen. Es dürfte deshalb die Verwendbarkeit auch bei den geologischen Untersuchungen im Steinbruch mit eine erste Rolle spielen. Diese Verwendbarkeit muss aber von anderer Seite, nicht von dem Petrographen oder Geologen, sondern von dem bauleitenden Architekten geprüft werden, so dass auch hier wiederum ein gemeinsames Arbeiten unbedingt erforderlich ist, das zum Schaden mancher grösseren Bauwerke noch nicht überall in genügendem Masse durchgeführt wurde. Sollen die in grösseren Bauten angelegten Summen nicht nutzlos angelegt sein und nicht neue grössere Ausgaben nach sich ziehen, so muss vor Beginn des Baues die Frage der Wetterbeständigkeit der in Auswahl kommenden Bausteine von Wissenschaft und Technik in gemeinsamer Arbeit einer ein-

gehenden Erörterung unterzogen werden. Ich hoffe, in dem vorstehenden wenigstens einen allgemeinen Ueberblick über einige Richtlinien gegeben zu haben, die von Wissenschaft und Technik in gleicher Weise beachtet werden müssen.

Literatur: Es kann nur die wichtigere Literatur über die Verwitterung der Gesteine angegeben werden, wobei die Literatur über die Verwitterung der Bausteine besonders berücksichtigt ist. In den angegebenen Werken, ausserdem in Lehr- und Handbüchern der Mineralogie, Petrographie und Geologie findet man noch vielfache weitere Literatur aufgeführt. Viele Angaben dieser Werke sind im vorhergehenden berücksichtigt worden, ohne dass überall auf die einzelne Stelle hingewiesen werden konnte.

F. W. Clarke, The Data of Geochemistry, second Edition, Bulletin 491, United States Geological Survey. Washington 1911.

O. Herrmann, Steinbruchindustrie und Steinbruchgeologie. Berlin 1899. 428 Seiten.

H. Hertel, Die baulichen Schäden am Kölner Dom. Zentralblatt der Bauverwaltung 1908, 464—466, 472—474.

— Auswahl und Behandlung der für Restauration in Betracht kommenden Materialien. Bericht des 12. Tages für Denkmalpflege Halberstadt 1912.

J. Hirschwald, Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung. Berlin 1912. 923 Seiten.

— Bautechnische Gesteinsuntersuchungen. Mitteilungen aus dem Mineralogisch-Geologischen Institut der Kgl. Technischen Hochschule Berlin. Bisher erschienen 1910, 1911 und 1912 erstes Heft. Mit vielen Einzelarbeiten.

Ch. R. van Hise, A treatise on metamorphisme. Monographs of the United States Geological Survey, Vol. 47, Washington 1904.

J. A. Howe, The geology of building stones, London 1910.

E. Kaiser, Der Stubensandstein aus Württemberg, namentlich in seiner Verwendung am Kölner Dom. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1907, II, S. 42—64.

— Verwitterung, zusammenfassender Artikel im Handwörterbuch der Naturwissenschaften, Jena 1913.

— Ueber die Einwirkung der Rauchgase auf die Gesteine in der Natur und in Bauwerken. Erscheint demnächst in „Sammlung von Abhandlungen über Abgase und Rauchschäden", Berlin (P. Parey).

Rathgen, Zerfall und Erhaltung von Altertumsfunden. Verhandl. des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses, Berlin 1912, Heft 4.

H. Seipp, Die Wetterbeständigkeit der natürlichen Bausteine, Berlin 1900.

— Die abgekürzte Wetterbeständigkeitsprobe der natürlichen Bausteine. Frankfurt am Main 1905. 140 Seiten.

— Italienische Materialstudien. Stuttgart 1911. 228 Seiten.

A. Steuer, Vorkommen, Beschaffenheit und Gewinnung von Bausteinen. In Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 4. Teil. 4. Band, 2. Auflage. Leipzig 1911. 105 Seiten.

H. Wagner, Ueber Verwitterung und Erhaltung der Bausteine. Zeitschrift „Der Steinbruch" 1913. 8. Jahrgang. 558—561, 573—575, 593—595, 606—608. (Mit vielen speziellen Beispielen und Literaturangaben.)

Von Zeitschriften, die häufigere Mitteilungen über die Verwitterung der Bausteine bringen, möge vor allem auf die Zeitschrift „Der Steinbruch", die oben angegebenen „Bautechnischen Gesteinsuntersuchungen", das „Zentralblatt der Bauverwaltung", die „Zeitschrift für praktische Geologie" und die „Baumaterialienkunde" hingewiesen werden.

Steinerhaltung und Steinerhaltungsmittel.

Von Baurat Heinrich Wagner.

Die Verwitterung der Gesteine und ihre Ursache stellen uns die Aufgabe, zu untersuchen, welche Mittel zur Verfügung stehen, um der Verwitterung und ihren dem Gestein feindlichen Kräften wirksam entgegenzutreten und zur Erhaltung der Gesteine beizutragen. Hierbei handelt es sich im Rahmen dieser Abhandlung nicht um diejenigen Verwitterungserscheinungen, denen die Gesteine auf ihrer natürlichen Lagerstätte im Laufe langer Zeiträume unterworfen sind, sondern vielmehr um solche Erscheinungen, die für die technische Gesteinsprüfung in Frage kommen, also um die in beschränktem Zeitabschnitt erfolgende Verwitterung von Bausteinen und um die Abwehrmassnahmen hiergegen.

In neuerer Zeit wird der Frage der Steinerhaltung [1]) grössere Aufmerksamkeit in Fachkreisen gewidmet, und von berufener Seite wird mit Recht darauf aufmerksam gemacht, wie wichtig diese Frage für die Erhaltung und Dauer unserer Bauwerke ist. Für die Denkmalpflege, die sich die Fürsorge für den Bestand der Bau- und Kunstdenkmäler zur Aufgabe gesetzt hat, ist eine befriedigende Lösung der Steinerhaltungsfrage von besonderer Bedeutung. Aber auch für die Architekten und Ingenieure, für die Geologen, nicht zum wenigsten auch für die Steinmetzen und Steinbruchbesitzer muss es erwünscht sein, gegebenenfalls die Mittel zu kennen, die eine möglichst lange Dauer des zur Errichtung von Bauten verwendeten Steinmaterials verbürgen. Es ist dies zugleich eine Frage von grosser finanzieller Tragweite, namentlich soweit grössere Monumentalbauten in Betracht kommen. Die nachfolgenden Ausführungen mögen ein Bild davon geben, wie etwa heute die Frage steht und welche Ergebnisse über Steinerhaltungs- und Steinschutzmittel vorliegen; sie sollen auch zum weiteren Arbeiten auf dem erwähnten Gebiet anregen und namentlich dazu führen, dass aus den Reihen der Praktiker Beobachtungen angestellt und mitgeteilt werden, die zur Förderung der Frage beitragen können [2]).

Erfreulicherweise haben solche Beobachtungen in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten und nach verschiedenen Richtungen hin stattgefunden. Erwähnt seien hier nur die wertvollen Feststellungen Glinzers, die Werke Hirschwalds, die Beobachtungen von Rathgen, Kaiser, Gary u. a.

Da die Verwitterungsursachen und die neueren Forschungsergebnisse darüber in dem Kapitel: „Die Verwitterung der Gesteine, besonders der Bausteine“ näher behandelt worden sind, so soll hier nur über die zur Erhaltung der natürlichen Bausteine in Frage kommenden Verfahren und Mittel berichtet werden. Es sei jedoch gestattet, darauf hinzuweisen, dass der Verfasser dieses Abschnitts seine Ansicht über die schädigenden Einflüsse, denen die natürlichen Bausteine ausgesetzt sind, an anderer Stelle [3]) niedergelegt und dort auch die an dem Werksteinmaterial bedeutenderer Bauten aus alter und neuer Zeit gemachten Beobachtungen mitgeteilt hat.

---

[1]) Vgl. Steinbruch 1908, H. 2, S. 21 und H. 22, S. 373.

[2]) Vgl. Seipp, Deutsche Bauzeitung 1896, S. 598 und 604.

[3]) Vgl. „Der Steinbruch“ 1913, H. 40, 41, 42 und 43, S. 558, 573, 593 und 606.

Es kommt zunächst in Frage, wie irgendwelche schädlichen Einflüsse von den Bausteinen überhaupt fernzuhalten sind. Hier sind zunächst die Bestrebungen zur Bekämpfung der Rauchplage [4]) in den Grossstädten, z. B. durch Verwendung geeigneten Brennmaterials, zweckmässiger Heizanlagen und durch Einführung rauchverzehrender Einrichtungen anzuführen. Gegen Sand und Strassenstaub sucht man mit staubbindenden Mitteln anzukommen. Wo Bepflanzung vorhanden ist oder angebracht werden soll, handelt es sich um die geeignete Pflege und Beobachtung sowie darum, die richtigen Pflanzenarten zu wählen. Auch die Art der Steinbearbeitung kann den Zwecken der Abwehr dienstbar gemacht werden. Dieserhalb verweist Frische [5]) auf die Technik und Sorgfalt des Mittelalters hinsichtlich der peinlichsten Ableitung aller Feuchtigkeit beim Faltenwurf der Figuren, bei der Ausbildung des Ornaments und Herstellung aller Gliederungen, die abgesehen von dem so überaus wichtigen Fugenschnitt von den späteren Baumeistern niemals erreicht worden sei. Ferner ist die pflegliche Unterhaltung der Bauten in Dach und Fach vor allem geeignet, erhaltend auf den Bestand auch des Steinwerks zu wirken, sofern dadurch dem Eindringen von Feuchtigkeit vorgebeugt wird. Auch das Anbringen von Vorbauten oder Schutzdächern über gefährdetem Gestein, z. B. über Bildwerken an den Aussenwänden von Kirchen, ebenso wie die Herstellung von Schutzkästen für freistehende Denkmäler im Winter zum Schutz vor Frost, Regen und Witterungswechsel — letztere Massnahme allerdings nur als ein unerwünschter Notbehelf — kann die zerstörenden Wirkungen fern- oder aufhalten. Schutzdächer schirmen oft auch gegen die Beschmutzung durch Vögel. In manchen Fällen, z. B. bei sogenannten beweglichen Baudenkmälern ist u. a. die Entfernung vom Ort der Gefahr, z. B. das Verbringen in ein Museum angezeigt.

Wichtig ist es auch, die Bodenfeuchtigkeit, die bekanntlich, abgesehen von der Aufnahme schädlicher Stoffe aus dem Meteorwasser, auch aus dem Erdboden (Humussäure usw.) zerstörende Bestandteile in sich aufnimmt, von den Steinen abzuhalten. Isolierung und Trockenlegung tragen wesentlich dazu bei, die Bauwerke und Denkmäler zu erhalten. Auch empfiehlt sich Vorsicht in der Wahl derjenigen Steine, die zu Grund- und Sockelmauern und als Sockelquadern verwendet werden sollen [6]). Endlich ist, wie in der Südd. Bztg. [7]) mit Recht bemerkt wird, darauf zu achten, dass Werksteine nie direkt auf den Erdboden gelagert werden, da sie andernfalls den vom Boden ausgehenden, schädlichen Einwirkungen ausgesetzt sind und falls sie, schon angegriffen, versetzt werden, ihre Nachbarschaft anstecken und so die Zerstörung auf ganze Fassadenteile verpflanzen können.

Die Abhaltung des Spritzwassers von Gebäudeteilen oder Bildwerken, z. B. Grabsteinen, ist ebenfalls ins Auge zu fassen.

Ein modernes Hilfsmittel, alte verschmutzte Werksteinansichten zu reinigen, bietet nach den Mitteilungen des Postbauinspektors Friebe in Trier [8]) die Reinigung mit dem Sandstrahlgebläse. Es hat den Vorteil, dass sonst schwer oder gar nicht zugängliche Stellen — Gesimsunterschneidungen, tiefe Ornamente u. dergl. — ohne Schwierigkeit erreicht und abgeblasen werden können. Nur ist zu beachten, das der Sandstrahl das

---

[4]) Vgl. u. a. Zentralbl. der Bauv. 1913, S. 236 und 252.

[5]) Vgl. Die Denkmalpflege 1910, S. 51, Nr. 7.

[6]) Vgl. z. B. die Erfahrungen mit d. französ. Kalkstein im Frankf. Opernhaus.

[7]) Vgl. 1903, S. 30 und f.

[8]) Vgl. Zentralblatt der Bauv. 1910, S. 412.

Gestein nicht etwa zu stark angreift, so dass es ausgerauht und für die Staubaufnahme noch geeigneter gemacht wird. Nach Friebes Angaben ist dies mit einigem Geschick auch zu vermeiden und die weitere Befürchtung, dass die feineren Steinmetz-, namentlich Bildhauerarbeiten, leiden könnten, dann hinfällig. Ein Mann reinigt am Tag etwa 50 qm, der Preis beträgt für glatte Flächen etwa 2 M. für 1 qm ohne Gerüst. Auch Glinzer [9]) bezeichnet bei dem Versagen anderer Vorbeugungsmittel als „ultimo ratio" ebenfalls die von Zeit zu Zeit zu wiederholende Reinigung mit dem Sandstrahlgebläse, das ja auch zur wissenschaftlich-technischen Prüfung der Gesteine benutzt wird. Glinzer nennt als geeignete Firmen, die solche Reinigungen durchführen: Die Gestein-Renovierungs-Ges. Köln-Düsseldorf-Berlin-Hamburg, die Sand- und Farbstrahlmaschinen-Ges. Hamburg, sowie auch G. Kaule in Bückeburg.

Bei Anwendung des Sandstrahlgebläses wird jedenfalls der jeweiligen Gesteinsart Rechnung zu tragen sein. In der Besprechung über die Versuche Garys [10]), der das Sandstrahlgebläse zu Gesteinsprüfungen herangezogen hat, um die Abnutzbarkeit und den Gefügeaufbau und damit die Bearbeitbarkeit und Eignung der Materialien für Hochbauzwecke festzustellen, wird hervorgehoben, dass das Gebläse Granit, Gneis, Porphyr und Sandstein (mit einigen Ausnahmen) stärker abnutzt als die Schleifscheibe, während sich für Kalkstein, Diabase und Basalte dies Verhältnis umkehrt.

Auch für die Haltbarkeit der Gesteine im Innern von Bauwerken bestehen Gefahren. Borrmann hat auf dem Denkmalspflegetag in Düsseldorf 1902 in seinem Vortrag über Erhaltung plastischer Kunstwerke hierauf verwiesen. Er sagt: Am meisten Aufmerksamkeit erfordern diejenigen Werke, welche in feuchten, licht- und luftlosen Räumen, Krypten, wenig betretenen Gängen stehen. Hier entsteht durch die Feuchtigkeit in Verbindung mit Staub und anderem Unrat leicht eine Zerstörung weicher Gesteinsarten; es ist deshalb für sorgfältige Lüftung und Säuberung dieser Räume, sowie für eine zweckmässige Isolierung an feuchten Wänden zu sorgen und von Zeit zu Zeit eine Revision ihres Zustandes von sachverständiger Seite vorzunehmen. Schädliche Einflüsse sind übrigens auch in gedeckten Räumen keineswegs ausgeschlossen. So ist beispielsweise bei dem Grabmonument in der reformierten Stadtkirche zu Emden Verfall durch Zersetzung des Steinwerks [11]) unter dem Einfluss der salzigen Luft und der feuchten Seewinde eingetreten. Auch Nebel kann, wenn er Zutritt in gedeckte Räume findet, zerstörende Einflüsse ausüben.

Wenn es nun bei Neubauten wesentlich sich darum handelt, von vornherein ein Steinmaterial zu wählen, das möglichst wetterbeständig und dauerhaft ist, eine Frage, die auch bei dem Ersatz verwitterter Steine an bestehenden Bauten von grosser Bedeutung ist, so gilt es gleichzeitig zu untersuchen, ob es Mittel gibt, einerseits die Widerstandsfähigkeit der Bausteine gegen die mehrfach erwähnten schädlichen Einflüsse zu erhöhen, andererseits bei bereits in Verwitterung begriffenem Material den weiteren Verfall zu verhüten oder möglichst lange aufzuhalten. Ueber Massnahmen zum Schutze gegen schädigende Einflüsse der Luft usw. berichten bereits die alten römischen Schriftsteller [12]). Plinius und Vitruv beschreiben u. a. eine Behandlung von Waffen, Wänden, Standbildern usw. mit Punischem Wachs, einem durch Abkochen mit Meerwasser oder

---

[9]) Lehrbuch der Baustoffkunde 1910, S. 39.

[10]) Vgl. Zentralbl. der Bauv. 1910, S 415.

[11]) Vgl. auch Gary, Verwitterung eines Grabdenkmals im Kircheninneren, Mitt. d. k. techn. Versuchsanstalt zu Berlin, 20. Jahrgang 1902.

[12]) Vgl. Die Denkmalpflege 1909, Nr. 11, S. 87.

Pottasche entöltem Wachs. Das Wachs wurde beim Gebrauch erhitzt und flüssig gemacht, sodann wieder mit wenig Oel (flüchtigem Oel!) versetzt und mit Leinenlappen eingerieben. An den Küsten oder im Bereich der Seewinde war im Frühjahr und bei Wintersanfang die Behandlung sehr gewissenhaft. Aehnlich ging man bei der farbigen Behandlung von Kunstwerken vor, die hiernach mit der luftabschliessenden Bemalung von Bildwerken, wie beim Oelfarbenanstrich, nicht identisch war.

Auch das Mittelalter kannte die Gewohnheit des Oelens, Wachsens und Bemalens der Steine, namentlich der feinen Architektur- und Bildhauerarbeiten, zu deren Erhaltung sie wesentlich mit beigetragen hat. So wird uns beispielsweise [13]) über das Oelen des beim Löwener Stadthausbau (1448 bis 1459) verwandten Steins aus Avesnes berichtet, eine Praxis, die bis zur ersten Wiederherstellung des Bauwerks 1829 geübt wurde. Es wird dabei auf die Aeusserung des italienischen Schriftstellers L. Giucciardini hingewiesen. Dieser, ein guter Architekturkenner, sagt 1609 in seiner „Beschreibung der Niederlande" über den Stein von Avesnes: „Aber insofern der Stein von Natur weich ist und die Witterung ihm schadet, haben die Werkleute ein Mittel gefunden, ihn durch Oel, Firniss und andere Mischung zu schützen, die ihm eine harte Kruste geben, wirksam allen Einflüssen zu widerstehen." Dies wird bestätigt in den Rechnungen des Löwener Stadthauses und an Spuren an den Steinen selbst. Im Zusammenhang damit ist wohl mit Recht die Frage aufgeworfen worden, ob nicht auch anderwärts die längere Dauer gut erhaltener Bauteile, z. B. auch der feineren Bauglieder aus Trachyt am Kölner Dom, einem solchen schützenden Oel- oder Wachsüberzug zu verdanken sei.

Ein vielfach namentlich früher angewandtes Mittel ist der Oelfarbenanstrich. Nach Gurlitt [14]) hat er wohl entschieden erhaltende Kraft dadurch, dass er die Witterungseinflüsse von der Aussenseite der Steine abhält. Jedoch hat er, abgesehen von Nachteilen, die aus künstlerischen Gründen gegen seine Anwendung sprechen, den Hauptfehler aller derjenigen Mittel, die das Eindringen der Feuchtigkeit von aussen verhindern wollen: durch die Verstopfung der Poren wird gegen die von aussen wirkenden Kräfte wohl zeitweilig Schutz gegeben; die inneren (durch von innen aufsteigende oder innere Feuchtigkeit) treten aber mit verstärkter Gefährlichkeit hervor. Jedenfalls kann, rein technisch genommen, Oelfarbenanstrich nur dann in Frage kommen, wenn das betreffende Objekt im Innern trocken ist und trocken bleibt. Seine Anwendung bei feineren und künstlerisch durchgeführten Architektur- und Bildhauerarbeiten verbietet sich nach unseren heutigen Anschauungen aus dem Grunde, weil er die Feinheit der Form und die in der natürlichen Farbe, Struktur, sowie in der Oberflächenbehandlung und der Bearbeitung des Gesteins überhaupt begründete Wirkung verhüllt [15]). Wenn von anderer Seite [16]) auf die Gepflogenheit in der Renaissance- und Barockzeit, auch reichere Werksteinfassaden deckend zu streichen, hingewiesen wird, so geschah dies doch meist nur bei nicht genügend wetterbeständigem Werkstein; bei dem von jener Seite angeführten Beispiel war ein Werkstein „von aufdringlicher Buntscheckigkeit" verwendet, bei dem nach Befreiung von dem Oelfarbenanstrich „zahllose, bis dahin nicht geahnte Flicken und Zierungen" zutage traten, so dass hier der deckende Oelfarbenanstrich ohne weiteres erklärlich erscheint.

---

[13]) Vgl. Zeitschrift für Bauwesen 1910, S 3:9.

[14]) Vgl. Handb. der Arch. a. a. O.

[15]) Vgl. Deutsche Bauztg. 1893, S. 189.

[16]) Vgl. Die Denkmalpflege 1911, S. 18.

Wie Arch. Krüger [17]) mitteilt, hat sich in Lüneburg ein Anstrich der dort hauptsächlich vertretenen Backsteinbauten als zweckmässig erwiesen, der allerdings erst mit der Zeit, unter dem Einfluss der Witterung, ein befriedigendes Aussehen annimmt. Es wurde dort Oelfarbe verwendet, die stark mit Terpentin verdünnt wurde, um den Glanz zu vermindern.

Derselbe Missstand, wie beim Oelfarbenanstrich (Porenverstopfung) ist beispielsweise bei Anstrichen mit Wasserglas [18]) und ähnlichen Mitteln aufgetreten, weshalb heute von seiner Anwendung vielfach abgesehen wird. Nach Rathgen [19]) sind die früher so oft beliebten Tränkungen mit Wasserglas wohl meistens deswegen erfolglos oder gar schädlich gewesen, weil die Wasserglaslösungen viel zu konzentriert waren. In sehr verdünntem Zustand sollen sie neuerdings in Athen wieder mit Erfolg angewandt worden sein, um Farben auf Marmor [20]) festzuhalten.

Von England kommt ein kürzlich besprochener Vorschlag [21]) die Aussenseiten mit Kalkmilch zu schlämmen, wofür auch Vorgänge aus dem Mittelalter angeführt werden. Neuerdings ist ein ähnlicher Ueberzug bei dem Bau der Münchener St. Anna-Pfarr-Kirche von G. v. Seidl für die Backsteinflächen wieder angewendet worden.

Gegen die Anwendung von Zement als Ersatzstoff für verwitterte Steine und bei Wiederherstellungen überhaupt sind verschiedene Bedenken geltend gemacht worden. Hertel will Zement von Sand- und Kalksteinen unbedingt ferngehalten wissen. Er führt beispielsweise [22]) die traurigen Erfahrungen an, die am Stefansdom in Wien und am Dom in Köln durch die im vorigen Jahrhundert erfolgte Verwendung von Zement gemacht sind und weist gegenüber dem heute noch vorkommenden Gebrauch von Zement nachdrücklich darauf hin, „dass der Zement unter allen Umständen zu den Baustoffen zu rechnen ist, die für die äusseren Arbeiten der Denkmalpflege als überhaupt nicht vorhanden zu betrachten sind". Auch Hossfeld [23]) empfiehlt dem Zement gegenüber grösste Zurückhaltung. Lutsch [24]) gibt folgenden Rat: „Zement sollte als Bestandteil des Mörtels von sichtbaren Stellen wegen seiner Treibkraft und weil er die Ausdünstung des Mauerwerks unterbindet, auch seiner Farbe wegen im allgemeinen vermieden werden. Besonders gefährlich ist die Ausfugung alten Mauerwerks mit Zementmörtel." Bei der neuesten Wiederherstellung des Stadthauses in Löwen [25]) ist dessenungeachtet Zement verwendet worden und zwar sind die mittels Holzkeilen in gewöhnlicher Weise versetzten Steine mit Zement vergossen und mit hydraulischem Kalk verfugt worden. Gurlitt [26]) erwähnt den Versuch, flüssigen Zement vermittels hydraulichen Drucks in das verwitterte Gemäuer von der Rückseite aus zu treiben. Angaben über den Erfolg stehen nicht zur Verfügung.

Steinkonservierungsversuche wurden in Frankreich und England früher als bei uns angestellt. Bedeutende Architekten, wie le Duc und Chr. Barry, sowie Chemiker, wie Dumas und A. W. Hoffmann, befassten sich ernstlich

---

17) Vgl. Die Denkmalpflege 1911, S. 17.

18) Vgl. Die Denkmalpflege 1906, S. 101.

19) Vgl. IV. Tag für Denkmalpflege in Erfurt 1903, S. 93.

20) Vgl. Die Denkmalpflege 1911, S. 137.

21) Vgl. Die Denkmalpflege 1907, S. 106.

22) XII. Tag für Denkmalpflege, Halberstadt, stenogr. Bericht, S. 156.

23) Ebendaselbst, S. 139.

24) Vgl. Merkbuch zur Erhaltung von Baudenkmälern, Berlin 1912.

25) Vgl. Zeitschrift für Bauw. 1910, S. 377.

26) Vgl. Handbuch der Arch., IV, 8, Heft 1, S. 557.

mit der Frage. Von deutschen Fachleuten ist es namentlich Glinzer[27]) gewesen, der in einem Vortrag im Hamburger Architekten- und Ingenieurverein im Jahre 1893 („Ueber Konservierung natürlicher Steine") sich eingehend über die Steinerhaltungsmittel verbreitet hat. Glinzer bespricht folgende Schutzmittel:

1. Schleifen und Polieren, nur anwendbar bei gleichmässigem Gefüge und Gleichheit der minimalen Poren. Angewendet für Granit, Syenit, Marmor und Serpentin.

Für die übrigen Steine wäre das Ideal die stoffliche Umwandlung der Oberfläche in eine für die Atmosphärilien unangreifbare Masse, verbunden mit der absoluten Verhinderung des Eindringens von Wasser. Wo erstere Bedingung von Natur gegeben ist, hat man vollständigen Porenschluss ins Auge zu fassen, der aber bei weniger festen Steinen (z. B. weicheren Kalksteinen) infolge nachträglicher Frostwirkung bewirken kann, dass die ganze undurchdringliche Oberflächenkruste abblättert (bei gutem Sandstein weniger zu befürchten):

2. Schellacküberzug. (Lösung in 4 bis 8 Teilen Holzgeist) für Marmor und Sandstein, ganz unzulänglich, verdeckt auch Farbe und Korn des Steins.
3. Anstrich mit holzessigsaurer Eisenlösung oder erhitztem Steinkohlenteer; er erzeugt zwar Porenschluss, ist aber schon wegen der Braun- oder Schwarzfärbung für Hochbauzwecke unanwendbar.
4. Anstrich mit heissem Leinölfirnis wird als nutzlos, Anstrich mit Oelfarbe als unästhetisch bezeichnet.
5. Besser: die Erzeugung von im Wasser unlöslichen Verbindungen innerhalb der Oberflächenporen: 2 Salzlösungen, die sich chemisch gegenseitig zersetzen, nacheinander eingebracht, bilden in den Hohlräumen einen unlöslichen Stoff und einen löslichen, der mit Wasser entfernt werden muss. Z. B. Lösungen von Wasserglas und Tonerdesulfat erzeugen kieselsaure Verbindungen von Tonerde, Kalk und Baryt. Ferner Lösungen von Wasserglas und Chlorbaryum oder Chlorcalcium. Verfahren von Hartmann und Hauers (seit 1885) bildet eine unlösliche Seife in den Lücken, bis rund 1 mm Tiefe, so dass das Wasser abläuft. Farbe des Steins wird nicht verändert. Härte wurde bei weichen Steinen beträchtlich erhöht. Die Behandlung ist billig und bequem. Für Verblender und Zement werden die Erfolge als günstig bezeichnet, während für Kalksteine die Methode sich nicht zu eignen scheint.

Es handelt sich hier um das Testalin, das Glinzer[28]) später für anwendbar bei porösen, nicht aber bei grobkörnigen Steinen bezeichnet. Zudem verliere die Wirkung sich bald (Hamburger Rathaus).

Unlöslichmachung der Steinmasse selbst an der Oberfläche, wird bewirkt durch zwei Verfahren (für Kalksteine):

a) Silicatisieren. Tränken mit Wasserglaslösung, wodurch der kohlensaure Kalk in kieselsauren verwandelt wird. Der vollständige Porenschluss bewirkt hier das Abblättern der Oberflächenkruste.
   Hierfür geeignet wird neuerdings von Glinzer das Keimsche Fixativ (Augsburg) bezeichnet.

---

[27]) Deutsche Bauzeitung 1893, S. 569, und 1894, S. 175 und 189.

[28]) Leitfaden der Baustoffkunde a. a. O.

b) Fluorieren — Auftrag von Metall-Siliciofluoriden. Unter Austritt von Kohlensäure entstehen unangreifbare Verbindungen von Calcium, Magnesium, Kieselsäure. Natürliche Poren auch nach wiederholter Behandlung immer vorhanden. Erhöhung der Festigkeit und Belebung der Farbe. Wahrscheinlich auch für Sandsteine mit kalkigem Bindemittel geeignet, die in Deutschland übrigens kaum verwendet werden. Für Sandsteine mit nicht kalkigem Bindemittel vorher Behandlung mit sogenanntem Avantfluat (Natronwasserglas). Auch für ein Zemenfluat und Gypsfluat sind günstige Proben vorhanden.

In neuerer Zeit ist nun eine ganze Reihe von Steinschutzmitteln aufgetaucht, die nach den Anpreisungen der sie vertreibenden Firmen alle Sicherheit gegen Steinzerstörung geben sollen, die aber leider in der Praxis noch zu wenig erprobt sind, um ein sicheres Urteil zu gestatten. Geh. Baurat Schuster hat in einem 1895 im Hannoverschen Architekten- und Ingenieurverein gehaltenen Vortrag [29]) seine Erfahrungen mitgeteilt, die bei Untersuchung von Sandsteinen und Backsteinen gewonnen worden sind. Abgesehen von den Kalksteinen, für die schon nach den damaligen Untersuchungsergebnissen die Anwendung der Kesslerschen Fluate als unübertroffen bezeichnet wird, verdiene für alle anderen Materialien das von Hartmann und Hauers erfundene Mittel „Testalin“ unbedingt den Vorzug. Ueber dieses Mittel, die Art des Auftragens, den chemischen Vorgang bei und nach dem Tränken, über die mit getränktem Material angestellten Versuche werden eingehende Mitteilungen gemacht und die Versuche selbst als günstig bezeichnet. Namentlich ist die Angabe beachtlich, dass durch Testalin die Poren der Steine nicht verschlossen würden. Nach Schuster ist die härtende Eigenschaft des Testalins auch im Innern von Gebäuden mit grossem Vorteil anwendbar, z. B. um dem Abtreten von Sandsteinstufen entgegenzuwirken. Die Kosten einer Tränkung mit Testalin stellten sich an Material damals auf etwa 20 Pf. für 1 qm.

Die Schuster'schen Beobachtungen werden, soweit Fluate in Betracht kommen, durch Mitteilungen des Dr. Rathgen, Chemiker bei den Königl. Museen in Berlin, auf dem Denkmalpflegetag in Düsseldorf 1902, sowie in Braunschweig 1906 [30]) bestätigt.

Rathgen weist noch als wesentlich bei der Anwendung mit Fluat darauf hin, dass dieses nicht, wie es wohl häufig geschehen sei, in zu stark konzentrierter Lösung aufgetragen werden darf. Rathgen sagt dann aber weiter: „Zu den Fluaten übergehend, darf ich vielleicht hervorheben, dass zwischen der Wirkungsweise der Fluate und der der meisten anderen Steinkonservierungsmittel ein prinzipieller Unterschied besteht. Die Fluate bewirken eine chemische Veränderung der Oberfläche der Kalksteine oder der kalkhaltigen Sandsteine, verstopfen aber die natürlichen Poren des Steins nicht völlig und geben so der etwa noch im Stein befindlichen Feuchtigkeit Gelegenheit zur Verdunstung. Im Gegensatz zu den Fluaten verstopfen andere Tränkungsmittel die Poren des Steins gänzlich; sie sollen daher nur bei möglichst trockenen Steinen verwendet werden, weil sonst die etwa noch im Innern des Steines vorhandene Feuchtigkeit keinen Ausgang mehr findet. Zu diesen letzteren Mitteln gehören Harzlösungen, trochnende Oele, ferner das bekannte Testalin, bei dem durch die aufeinanderfolgende Behandlung von ölsaurem Kalium (alkoholische Seifenlösung) und essigsaurer Tonerde eine im Wasser unlösliche Tonerdeseife entsteht, auch das in Deutschland bisher weniger

---

[29]) Vgl. Zeitschrift des Arch.- u. Ing.-Vereins zu Hannover 1895, S. 346 ff. und Deutsche Bauztg. 1895, S. 290, 328 und 348.

[30]) III. und IV. Tag f. Denkmalpflege, stenogr. Bericht 1902, S. 31, 1906, S. 73.

benutzte Szerelmey-Tränkungsmittel, das mir nach einer flüchtigen Untersuchung einer älteren Probe aus einem paraffinhaltigen Gemenge von Mineralöl und Leinöl zu bestehen scheint.

Ob die durch die Fluatierung bewirkte Härtung der Steinoberfläche immer auch eine Konservierung zur Folge hat, lässt sich nicht ohne weiteres sagen, besonders nicht bei solchen Steinen, die z. B. durch den Gehalt wasserlöslicher Salze schon Zersetzungserscheinungen aufweisen."

Rathgen stand also auf Grund neuerer Untersuchungen im Gegensatz zu Schuster, indem er auch Testalin als porenschliessend bezeichnete.

Die in Geschäftsanzeigen zu lesenden günstigen Urteile über die Bewährung von Steinschutzmitteln machen sorgsamste Prüfung im Einzelfall, welches Mittel in Frage kommt, nicht entbehrlich. Systematisch angelegte Versuche liegen hier noch wenige vor. Auch hier ist es C. Gurlitts Verdienst, eine Arbeit angeregt zu haben, die wenigstens für einen begrenzten Teil Deutschlands, nämlich das Königreich Sachsen, die Erfahrungen zusammenstellt, die man dort mit Steinschutzmitteln gemacht hat. Die Arbeit zeigt zugleich, wie schwierig das Vorgehen ist und wie mühevoll der Weg, um ein einigermassen brauchbares Ergebnis zu erhalten. Die Arbeit liegt vor in einer amtlichen Broschüre [31]), die grösste Beachtung verdient. Wie dem Vorwort zu entnehmen ist, wurde gelegentlich einer Beratung über die Erhaltung des Zwingers in Dresden (1898) die Frage aufgeworfen, welche Mittel anzuwenden seien, um verwitternden Stein vor völligem Verfall zu retten. Es ergab sich, dass von den anwesenden Fachleuten keiner eine befriedigende Antwort darauf zu geben vermochte, ob die hierfür in Vorschlag gebrachten Mittel tatsächlich sich als brauchbar erwiesen hätten. Auf Anregung eines bei jener Beratung zugezogenen Mitglieds der Königl. Sächs. Kommission zur Erhaltung der Kunstdenkmäler (C. Gurlitt) befasste sich diese Kommission mit der berührten Frage näher, und nach ihrem Antrag wurde von dem Königl. Sächs. Ministerium des Innern ein besonderer Sachverständigenausschuss bestellt und der an der Dresdener Baugewerkschule bestehenden Prüfungsanstalt für Baumaterialien angegliedert.

Die aus anderen Staaten vorliegenden und von der Kommission zur Kenntnis genommenen Gutachten hervorragender Sachverständiger über die Steinerhaltungsfrage widersprachen sich vielfach inhaltlich, weshalb man beschloss, zunächst Elbsandsteine zu untersuchen, die lange der Verwitterung ausgesetzt waren. Als solche wurden von alten Bauten Steine entnommen, und zwar ein Stück des Reliefs am Grünen Tor (erbaut 1691), des Königl. Schlosses aus Cottaer Sandstein und ein Teil des Georgentors (erbaut 1530) aus Postelwitzer Sandstein. Nach Abschluss der Vorarbeiten wurde beschlossen, ein Verzeichnis anzulegen, in dem Erfahrungen einzutragen seien, die über Steinmaterial und Imprägnierungen (Steinerhaltungsmittel) gemacht worden sind. Zu diesem Zwecke wurden Fragebogen aufgestellt, die durch Vermittlung der zuständigen Behörden einmal an namhafte Steinbruchbesitzer, Steinbildhauer, Steinmetzen und Maurermeister, sodann auch an die Landbauämter, die Militärbauämter, die Baudirektion des Königl. Ministeriums des Innern und an die Kaiserlichen Oberpostdirektionen im Lande zur gutachtlichen Aeusserung und Ausfüllung übersendet wurden.

Aus dem Ergebnis dieser Untersuchungen und Umfragen ist folgendes mitzuteilen:

---

[31]) Steinerhaltungsmittel, Berichte über Untersuchungen mit Steinerhaltungsmitteln und deren Wirkungen. Mit einem Vorwort, herausgegeben von der Kgl. Sächs. Kommission zur Erhaltung der Kunstdenkmäler, 114 Seiten Text mit 19 Abbildungen. Verlag von Gerhard Kühtmann, Dresden 1907, Preis 6 M.

Die angestellten Gesteinsversuche ergaben vergleichsweise 1. bezüglich der Wasseraufnahme: Nur das Imprägnieren mit Wachs verringert wesentlich die Wasseraufnahme, bei Behandlung der Probekörper mit den übrigen Mitteln als Fluat, Testalin, Szerelmeys Steinschutzmittel konnte eine erhebliche Verringerung der Wasseraufnahme im Vergleich zum Naturstein nicht beobachtet werden. Bei längerer Dauer des Versuchs zeigte sich jedoch auch beim gewachsten Material eine stärkere Zunahme der Wasseraufnahme. Da übrigens die Beobachtungen an gewachsten Würfeln (aus verwittertem Stein) nicht mit dem Versuch an nicht verwittertem gleichartigen Stein übereinstimmten, ist eine Wiederholung dieses Versuchs eingeleitet worden;

2. bezüglich der Druckfestigkeit: Die Versuche ergaben, dass das Fluat eine Erhöhung der Druckfestigkeit, namentlich der wasserfesten Materialien bewirkte, während das Wachs die Festigkeit verringert. Für das Fluat dürfte dies darin begründet sein, dass durch dieses Mittel eine chemische Veränderung der Oberfläche erzeugt wird, indem sich eine Verkiesung (Härtung) einstellt. Durch die übrigen Imprägnierungsmittel wurde keine wesentliche Beeinflussung der Druckfestigkeit wahrgenommen;

3. bezüglich der Abnutzbarkeit: Fast alle Imprägnierungen wirken im Sinne einer Verringerung der Abnutzbarkeit gegenüber dem Naturstein. Hierbei ist die Struktur und das Bindemittel des Sandsteins von wesentlichem Einfluss, weshalb hier von näheren Angaben abgesehen werden kann;

4. bezüglich des Einflusses auf die Farbe: Durch Testalin wird die Farbe matt und tot; Wachs vertieft die Farbe etwas; Fluat übt fast keinen Einfluss aus. Beim Auftragen dieses Mittels auf den Stein ist Vorsicht zu empfehlen, weil sich weisse Ausblühungen zeigen, wenn mehr Flüssigkeit aufgetragen wird, als der Stein aufnimmt. Leinöl färbt dunkelgelb, so dass es zur Imprägnierung wertvoller Gegenstände kaum in Frage kommen kann. Szerelmeys Steinschutzmittel bewirkt als fettiger Stoff ebenfalls eine Verdunkelung, wobei aber der Glanz des Steins nicht in dem Masse verloren geht, wie beim Testalin.

Für die Umfrage über Steinerhaltungsmittel sind 229 Fragebogen versandt worden. Von den hierauf eingegangenen Berichten enthielt fast die Hälfte entweder gar keine oder keine genügende Beantwortung der gestellten Fragen. In den richtig ausgefüllten Fragebogen sind etwa 160 Fälle behandelt, davon beziehen sich 49 auf Anwendung von Testalin, 43 auf Anwendung von Fluaten, 28 auf Anwendung von Leinölfirnis, 20 auf Anwendung von Wachslösungen, 11 auf Anwendung von Wasserglas, 3 auf Anwendung von Keimschen Mineralfarben, 6 auf besondere und seltner angewandte Schutzmittel. — Die Beantwortungen sind von sehr verschiedenem Werte, je nach der Stellung und dem Bildungsgrad der Begutachter, auch scheinen die Anforderungen, die an ein gutes Steinmaterial gestellt werden, in den einzelnen Fällen nicht die gleichen gewesen zu sein. Leider enthalten viele Fragebogen nur eine Mitteilung über die Anwendung von Schutzmitteln, aber keine Aussage über den Erfolg.

Nach den so zusammengestellten Urteilen ergibt sich nun für die verschiedenen Steinschutzmittel für Sachsen folgendes Bild:

1. Testalin. Dieses Mittel scheint nach der Anzahl der eingegangenen Berichte in Sachsen am meisten in Anwendung zu sein. Die Urteile über den Erfolg sind vielfach sich widersprechend, fast ebenso oft günstig wie ungünstig lautend (in letzterem Falle, wie wohl auch bei anderen Mitteln, vielleicht infolge nicht genügender Sorgfalt und Sachkenntnis bei Anwendung des Mittels). In mehreren Fällen soll das Steinmaterial hinsichtlich seiner

Festigkeit zwar durch Testalin in bemerkenswerter Weise erhalten, aber gegen Verschmutzen und Verrussen ebenso empfindlich geblieben sein, wie nicht geschützter Stein. Die Notwendigkeit, den Anstrich oft, etwa in zweijährigen Zwischenräumen zu wiederholen, wird vielfach betont.

2. Fluate. Nach Testalin scheinbar am meisten verwendet. Auch hier schwankende Urteile über den Erfolg, doch in der Mehrzahl günstig. Gute Wirkung oft mehr in Erhaltung der Steinsubstanz und ihrer Festigkeit, als in Fernhaltung des Verschmutzens. Gute Erfolge bei wiederholter Fluatierung.

3. Leinölfirnis. Das Tränken mit reinem Leinölfirnis ist vielfach in Anwendung gekommen. Urteile günstig. Geringes Dunklerwerden der Steinfarbe zugegeben, im übrigen Aussehen der Steinstruktur unverändert, sobald (nach 3 bis 4 Wochen) der Fettglanz verschwunden sei. Wiederholung der Anstriche erforderlich. In dem Bericht wird reiner Leinölfirnis, heiss und auf gut ausgetrockneten Stein aufgebracht, als ein gutes Schutzmittel hingestellt.

4. Wachslösungen. Ganz ungünstig eigentlich kein Urteil (von 20). Dauer des Schutzes beschränkt, weshalb Erneuerung nach einigen Jahren empfohlen wird. Lösungsmittel für Wachs sind Terpentin, Benzin und Chloroform (Schultzsche Wachslösung).

5. Wasserglas. Seltener und mit wechselndem Erfolg verwendet.

6. Keimsche Anstrichmittel. Klares Bild war nicht zu gewinnen.

7. Sondermittel. Die sollen sich im allgemeinen gut bewährt haben. Als solche Mittel werden angeführt: a) Anstrich mit schwacher Borsäurelösung mit etwas Zementzusatz, b) zweimaliger Anstrich mit Plastrin, c) Anstrich mit Zaponlack, d) zwei verschiedene Aluminiumlösungen (10 jährige Erfahrung) bei trockenster Jahreszeit aufgestrichen, e) Lösung aus Wachs und Stearin in Benzin und Terpentin, f) Paraffinlösung in Benzin.

Vorstehende Mitteilungen, die aus dem von der Kommission für Erhaltung der Kunstdenkmäler herausgegebenen Druckheft zum Teil wörtlich übernommen sind, entstammen den Gutachten, die die Herren Professor Kayser, damals Direktor der Baugewerkenschule in Dresden und Leiter der dortigen Prüfungsanstalt, und Professor Böhm an der Technischen Hochschule dortselbst, im Auftrage der Sonderkommission erstattet haben. Mit der Herausgabe der Untersuchungen hat sich der Vorsitzende der Königl. Sächs. Kommission für Erhaltung der Kunstdenkmäler, Geh. Regierungsrat Dr. Genthe, ein grosses Verdienst erworben. Tatsächlich ist in Sachsen die vorerwähnte Kommission (nach Auflösung der eingesetzten Sonderkommission) beauftragt worden, Versuche von Imprägnierungen mit Steinerhaltungsmitteln an alten und neuen Bauwerken, unter Zuziehung von geeigneten Sachverständigen, vorzunehmen. Die dazu erforderlichen Mittel sind ihr vom Königl. Sächs. Ministerium des Innern im Betrage von jährlich 1000 M. zur Verfügung gestellt worden.

Geh. Hofrat Gurlitt, hat im Anschluss an seinen Vortrag auf dem Denkmalspflegetag in Düsseldorf 1902 auch in der Süddeutschen Bauzeitung 1903[32]) einen Aufsatz „Ueber Steinerhaltung" gebracht und hierbei u. a. folgende Fragen gestellt: 1. Wo sind — namentlich vor längerer Zeit — Imprägnierungen und auf welcher Art Stein vorgenommen worden? 2. Und wie erhielten sich diese Steine im Vergleich zu den unter gleichen Verhältnissen versetzten nicht imprägnierten? Dieser Aufsatz hatte zur Folge, dass von

[32]) Nr. 2, S. 14—16, und Nr. 3, S. 18–20.

fachmännischer Seite eine bemerkenswerte Veröffentlichung in derselben Zeitschrift[33]) erschien, in der die Verfasser, die selbst Inhaber eines Steingeschäftes sind, ihre langjährigen Erfahrungen mitteilen. Wegen des Inhalts im einzelnen darf auf die genannte Zeitschrift verwiesen werden. Es genüge zu erwähnen, dass die fragliche Veröffentlichung zunächst die Hauptursachen der Steinzerstörung bespricht und sie in physikalische, in chemische und in mechanische Einflüsse übersichtlich scheidet. Dabei wird als bemerkenswert erwähnt, dass in vielen Fällen die direkt vom Regen bespülten Flächen (Draufsichten) gesund bleiben — wahrscheinlich werden die sich bildenden schädlichen Stoffe sofort weggeschwemmt — dagegen aber die Untersichten (von Gesimsen) oder die nach innen gekehrten Seiten von Säulen und Pfeilern usw. durch die im Nebel oder in der feuchten Luft gelösten Säuren angegriffen werden.

Bezüglich der Anwendung steinerhaltender Mittel wird bemerkt, dass diese noch verhältnismässig selten ist, und zwar wohl auch deshalb, weil rasch geliefert werden muss und weil gerade zur Behandlung mit Mitteln wie Testalin, Fluat usw. Zeit gehört. Die Gründe, die dafür angeführt werden, sind einleuchtend. Die nun folgenden Ausführungen beziehen sich auf die Erfahrungen, die die Verfasser bei Anwendung der Kesslerschen Fluate und des Testalins gemacht haben. Sie bestätigen die günstige Wirkung der Fluatbehandlung insbesondere bei Kalksteinen; so wird bemerkt, dass Donaukalksteine, mit Fluat behandelt, so dicht werden, dass sie schleiffähig werden und eine schwache Politur annehmen. Ueber Testalin ist das Urteil noch zurückhaltend. Es wird hier betont, dass Testalin die natürliche Porosität der Steine aufzuheben scheine. Der seifenartige Ueberzug verhindere auf jeden Fall die Wasseraufnahme auf eine gewisse Zeit, ebenso die Einwirkung chemischer Prozesse. Da aber Testalin eine organische Verbindung erzeuge, so würden mit der Zeit die Fette durch die Säuren der Luft angegriffen.

Die Mittel seien indes noch zu kurze Zeit im Gebrauch.

Entscheidender Wert wird wohl mit Recht darauf gelegt, w i e die Steine behandelt werden. Wo anstatt des mehrmaligen Anstreichens oder Anspritzens (vermittels besonderer zu diesem Zweck erfundener Spritzen) eine förmliche Tränkung der Steine mit der Flüssigkeit möglich ist, wird diese entschieden vorzuziehen sein; doch wird dies nur selten in Frage kommen, namentlich nicht bei bestehenden Bauten. Die beiden Fachmänner sprechen zum Schluss ihren Zweifel aus, ob es Mittel gibt, natürliche Gesteine, die angegriffen sind, gesund zu machen. Jedenfalls bedürfe es zur Lösung dieser Frage des eingehenden Studiums eines hierzu berufenen Chemikers und vieler Proben. Es würde sich darum handeln, dem Stein das ihm von Natur fehlende oder bereits zerstörte Bindemittel wieder zuzuführen. Da aber jede Gesteinsart eine andere Zusammensetzung hat, müsste für jeden Stein auch ein anderes Mittel gefunden werden. Ob der letztere Schluss in vollem Umfang berechtigt ist, mag dahingestellt bleiben, doch darf man der am Ende ausgesprochenen Behauptung, dass ein Universalschutzmittel, für alle Steine brauchbar, für gute oder für schlechte, für Kalk- und zugleich für Sandstein, für dichte und poröse usw. nicht hergestellt werden kann, wohl zustimmen. Es ergibt sich dies auch aus den vorhergehenden Betrachtungen.

Auch macht Haas[34]) bezüglich der Steinschutzmittel geltend, dass ein solches Mittel, fabrikmässig hergestellt, am wirksamsten ist für einen Stein

---

[33]) Nr. 7, S. 50—54, Ueber Steinzerstörung und Steinerhaltung, von J. Zwisler und G. Steinlein.

[34]) Vgl. Deutsche Bauzeitung 1908, S. 700 u. f.

von der Zusammensetzung, welche für die Fabrikation des Mittels zugrunde gelegt wurde. Da man nun nicht für jede Steinsorte die Zusammensetzung ermitteln und danach und nach Standort, Benutzungsort usw. das geeignete Schutzmittel jeweils bestimmen kann, wird man sich nach Haas damit begnügen, ein Mittel anzuwenden, das anderwärts unter ähnlichen Verhältnissen erprobt ist.

In Erkenntnis der Vorteile des Steinschutzes werden am Münster in Ulm durch das Münsterbauamt Versuche mit bekannten Steinschutzmitteln gemacht. In ähnlicher Weise geschieht dies durch die Kölner Dombauhütte, und zwar liegen hier Erfahrungen aus 6 Jahren vor. Sie beziehen sich zunächst auf die Wirkung des Szerelmey, von welchem Dombaumeister Hertel mitteilt [35]), dass dieses Mittel

1. dem Steine ein Aussehen gibt, als sei er mit schmutzigem Petroleum bestrichen,
2. bei Sandstein den Uebelstand habe, dass getränkte Steine, die vorher eine gelbliche Farbe hatten, tiefbraun und fast schwarz werden,
3. bei Anstrich auf sonst ganz gesunden, aber nicht ganz trockenen Steinen eine Art von Verwitterung hervorrufe, so dass die Anwendung auf nur ganz trockene Steine ein wesentliches Moment für den Erfolg zu sein scheine.

Hertel bemerkt dabei mit Recht, dass für eine Tränkung grösserer Flächen, um welche es sich in der Praxis meist handelt, es namentlich ausschlaggebend sein werde, welchen Einfluss die Fluatierungen und Tränkungen auf das Aussehen der Steine bezüglich der Farben und des Kornes ausüben und regt an, dieser Frage grössere Beachtung zu schenken. Ferner verweist er darauf, dass von den Fabrikanten der Mittel, um eine Wirkung derselben garantieren zu können, hinsichtlich Reinigung und Trocknung des Steinmaterials vor der Behandlung oft Bedingungen gestellt werden, die in der Praxis gar nicht durchführbar seien.

Nach Rathgen [36]) erfordert nur das Szerelmeymittel die Beschaffung ganz trockener Steine, da Fluat und auch Testalin die Poren des Steins nicht in dem Masse schliessen wie Szerelmey und daher auch bei einem nicht ganz trockenen Stein erfolgreich angewendet werden können. Rathgen ist damit bezüglich des Testalins zu einer anderen, günstigeren Meinung gelangt, als er sie 1906 darlegte, wo er diesem Mittel eine die Poren gänzlich abschliessende Wirkung zusprach.

Im Handbuch der Architektur [37]) bespricht Gurlitt die Steinschutzmittel in ihrer Wirkung an verwitterten Steinen. Ausser Oelfarbenanstrich, Zement, Meyers Steinkitt interessieren hier die Ausführungen über die Kesslerschen Fluate, Testalin und ähnliche, die für Kunstdenkmäler, bei denen es auf das Erhalten der „Haut“ ankommt, nicht für anwendbar erklärt werden. Ueber das Szerelmey-Steinschutzmittel werden die günstigen Erfahrungen mitgeteilt, die in England (Parlamentsgebäude) gemacht wurden.

Auch der bayerische Generalkonservator Dr. Hager-München [38]) hebt hervor, dass es ein erprobtes Schutzmittel bei begonnenem Zersetzungs- und Verwitterungsprozess unter Beibehaltung der sogenannten Haut des Steins bis jetzt nicht gibt. Im übrigen hält er dafür, dass von allen Schutzmitteln man wohl mit den Kesslerschen Fluaten die relativ besten Erfah-

---

[35]) XII. Tag für Denkmalpflege, Halberstadt 1912, stenogr. Bericht S. 124.

[36]) XII. Tag für Denkmalpflege, Halberstadt 1912, stenogr. Bericht S. 125.

[37]) IV. Teil, 8. Halbband, 1. Heft, Stuttgart 1906, S. 556 u. 557.

[38]) VII. Tag f. Denkmalpflege, Braunschweig, stenogr. Bericht S. 60.

rungen gemacht habe und das Testalin z. B. hinter den Kesslerschen Fluaten zurückstehe. Als Beleg dafür werden zwei Beispiele der Tränkung mit Testalin in München genannt. Auch andere Mittel, Tränkungen mit Kali-Wasserglas, Kieselsäure, Kalkwasser oder heissem Firnis stehen nach Hager den Kesslerschen Fluaten nach. Auch er ist wie Gurlitt entschiedener Gegner des Oelfarbenanstrichs. Hagers Ausführungen in Braunschweig sind zunächst im Hinblick auf die Konservierung von Steinskulpturen, und zwar in erster Linie alter Steinskulpturen, gemacht. Bei weit vorgeschrittener Verwitterung hält er auch die Kesslerschen Fluate mit Rücksicht auf das dann erforderliche und vom Standpunkt der Denkmalpflege meist unzulässige Abarbeiten der Steinoberfläche nicht für geeignet. Jedoch gibt er den Fluaten vor anderen Mitteln den Vorzug.

Systematische Versuche mit den Steinerhaltungsmitteln sind also nötig, um uns in der Frage, in der man noch keineswegs klar sieht, weiter zu bringen.

Sehr zu begrüssen ist es daher, dass solche Versuche, wie sie u. a. auch in der Süddeutschen Bauzeitung angeregt werden, im Gange sind. Es sind dies die Versuche, die nach Dr. Rathgens Mitteilungen[39]) durch diesen vorgenommen wurden und noch werden. Die Versuche, die vor einigen Jahren in beschränktem Umfange begonnen worden sind, hat man 1906 auf Veranlassung der Ministerialbaukommission und durch Beihilfe einer Reihe von Firmen durch kostenlose Lieferung von Materialien in grösserem Massstabe wieder aufgenommen. Bei den ersten Versuchen handelte es sich um die Konservierung von Marmor durch Tränkungen mit Fluat, Testalin und Wachsbenzinlösung. Die getränkten Stücke wurden nach dem Vorgange von Professor Seipp der Verwitterung ausgesetzt. Der Grad der Verwitterung wurde nach bestimmtem Zeitlauf festgestellt. Rathgen erwähnt als Ergebnis, dass die auf zwei Museumsdächern in Berlin ausgelegten Marmorstücke in viel stärkerem Masse verwittert waren, als die im Tiergarten aufgestellten und ferner, dass die jetzt übliche Tränkung von Denkmälern mit Wachsbenzinlösung nur dann völlig wirksam ist, wenn sie alle zwei Jahre, und nicht wie jetzt, alle 5 Jahre erfolgt. Die neuen Versuche erstreckten sich auf Carraramarmor und auf Hardheimer, Kirchheimer und Krenzheimer Kalkstein und sieben Sandsteinarten, nämlich Wartauer, Rackwitzer, Plagwitzer, roten Maintaler, Cudowaer, gelben und grauen Cottaer Sandstein, die der Verwitterung ausgesetzt wurden, nachdem sie mit Fluaten, Testalin, Zapon und Szerelmey getränkt worden waren. Bei den Sandsteinen ging der Fluatierung eine Behandlung mit Avantfluat voraus. Bei dem Marmor wurden statt Szerelmeylösungen richtige Emulsionen von Bienenwachs und Karnaubawachs verwendet. Die Tränkungen wurden von den Firmen ausgeführt, die das betreffende Mittel herstellen oder vertreiben.

Es wurden dann die behandelten Stücke in Vergleich mit unbehandelten, also in ihrem natürlichen Zustand verbliebenen Stücken gestellt. Alle Steine wurden zunächst in trockenem Zustand, die getränkten Steine, nachdem sie wieder völlig trocken geworden waren, von neuem gewogen, um die aufgenommene Tränkungssubstanz festzustellen. Sodann wurden sie 2 Jahre lang der Verwitterung ausgesetzt, hiernach in gereinigtem Zustand wieder gewogen. Die eingetretene Gewichtsabnahme ist als Mass der Verwitterung angenommen worden. Dieses Erkennungsmittel wird nach Ansicht des genannten Forschers um so zuverlässiger, je länger die Versuche dauern. Von der Anfertigung von Dünnschliffen vor und nach der Auslage ist der

---

[39]) Vgl. Zeitschrift f. Bauw. 1910, S. 608, 1912, S. 66.

Kosten wegen bisher abgesehen worden. Ebenso von analytischen Bestimmungen, weil sonst die betreffenden Steinstücke für den Fortgang des Versuchs hätten ausscheiden müssen. Die Untersuchung, die Ende 1911 etwa 4 Jahre lang durchgeführt war — bis dahin liegen Versuchsergebnisse vor — hat den Zweck, die für unser Klima besten Schutzmittel für die erwähnten Steinarten festzustellen.

Dr. Rathgen hat auf den Verhandlungen der Denkmalpflegetage[40]) Näheres über die Ergebnisse seiner Untersuchungen mitgeteilt und hierüber auch in der Zeitschrift für Bauwesen[41]) unter Beifügung von Tabellen und Anschauungstafeln berichtet. Es ist hiernach von ihm festgestellt:

1. An Tränkungssubstanz ist im allgemeinen von Testalin und Zapon am wenigsten und von den Fluaten und Szerelmey am meisten in die Steine aufgenommen worden. Im einzelnen sind grosse Schwankungen zu beobachten. Dieses verschiedene Verhalten ist wohl aus der Grösse und Menge der Poren und aus der Zusammensetzung des Bindemittels der Sandsteine zu erklären, worüber Analysen und Schliffe Aufschluss zu geben vermöchten.
2. Die Steine haben im Gewicht um so mehr abgenommen, als sie vorher Tränkungssubstanz aufgenommen hatten. Die Verwitterung ist also zweifelsohne in den ersten zwei Jahren auf Kosten der Tränkungssubstanz vor sich gegangen, d. h. die Gewichtsabnahme hat sicher in überwiegendem Masse ihren Grund darin, dass zuerst das Steinschutzmittel verwittert. Die in den letzten zwei Jahren 1910 und 1911 erfolgten Gewichtsabnahmen stehen indessen nicht mehr in einem bestimmten Verhältnis zu den aufgenommenen Tränkungsmengen. Die Gewichtsabnahme ist geringer geworden als in den ersten zwei Jahren.
3. In einigen Fällen (bei Sandsteinen) hat eine Gewichtszunahme stattgefunden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der kohlensaure Kalk des Bindemittels der Sandsteine in schwefelsauren Kalk übergeführt ist, der schwerer ist, oder auch auf das Haften von Russ und Staubteilchen.
4. Eine solche wie unter 3 beschriebene Ausnahme von dem allgemeinen Verhalten aller Sandsteinproben, dass die Gewichtsabnahme geringer ist, als das Gewicht der absorbierten Steinerhaltungsmittel, machen die mit Testalin getränkten Stücke des roten Maintalers, des Cudowaer, des gelben und grauen Cottaer Sandstein.
5. Nur in zwei Fällen kann man nach zweijährigen Beobachtungen von einem sicheren, durch das Tränkungsmittel bewirkten Schutz sprechen (Zaponierung bei grünem Cottaer, Magnesiumfluat bei dem gelben Cottaer).
6. Im Gegensatz zu den Sandsteinen ist bei den Kalksteinen und auch bei dem Marmor die Gewichtsabnahme in allen Fällen eine viel grössere als das Gewicht der jeweilig aufgenommenen Tränkungssubstanz; das in grösseren Mengen von den Kalksteinen aufgenommene Szerelmey hat in den zwei Jahren einen gewissen Schutz ausgeübt, ähnlich der Bienenwachsüberzug bei dem Marmor.

Ueber den Einfluss der Schutzmittel auf die Steine konnte Rathgen Ende 1911, also nach vierjähriger Auslage, folgendes mitteilen:

---

[40]) Vergl. III. Tag für Denkmalpflege in Düsseldorf 1902, VII. Tag in Braunschweig 1906, X. Tag in Danzig 1910, XII. Tag in Halberstadt; a. a. O.

[41]) Zeitschrift f. Bauw. 1910 und 1912 a. a. O.

I. Sandsteine.

a) Aussehen. 1. Szerelmey. Grosse bleibende Unterschiede sind nicht hervorgetreten. Die mit Szerelmey getränkten Steine waren bei der ersten Auslage am dunkelsten und hatten sich in der ersten Zeit geschwärzt. Gegen Ende der zweijährigen Auslage waren sie wieder heller geworden, Ende 1911, nach vier Jahren, sind sie noch weiter aufgehellt, z. T. sogar noch heller geworden als die ungetränkten, als normal bezeichneten Stücke.

2. Fluat. Die fluatierten Steine, die zuerst wie die normalen aussahen, schwärzten sich während der ersten Auslage und sind inzwischen noch etwas dunkler geworden (vielleicht, weil bei ihnen weniger von der Oberfläche weggewaschen ist, wie bei den anderen Steinen).

b) Schutzwirkung. Von einem wirksamen Schutz ist in vier Fällen zu sprechen. Eine Unwirksamkeit oder Schädlichkeit des Steinschutzmittels ist aber auch nicht festzustellen, d. h. die Entscheidung über die Wirksamkeit wird erst in späteren Jahren zu treffen sein.

II. Kalkstein.

a) Aussehen. — Ist durchgehend dasselbe geblieben, auch das der Marmorstücke wenig verändert.

b) Gewichtsverlust. — Ist bei den Kalksteinen und dem Marmor ausnahmslos viel grösser als bei den Sandsteinen. Gewichtsabnahme ist im dritten und vierten Jahre durchgehends grösser als in den ersten zwei Jahren.

c) Wirkung. Gute Wirkung des Szerelmey bei den Kalksteinen und der Bienenwachsemulsion bei dem Carrara-Marmor, die wohl anhalten wird. Doch ist letzteres wohl nach jedem zweiten Jahr zu erneuern. Auch Schutzwirkung des Testalins, im Verhältnis zur Gesamtverwitterung, im ganzen aber so gering, dass weitere Ergebnisse abzuwarten sind.

Bei den fluatierten Kalksteinen war ein geringes Mehr an Gewichtsverlust gegenüber den ungetränkten zu beobachten. Daraus ist noch nicht abzuleiten, dass Fluatierung der Kalksteine zu verwerfen sei. Dagegen wird man heute schon ziemlich bestimmt behaupten können, dass eine Fluatierung des Marmors besser unterbleibt (da hier der Gewichtsverlust gegenüber den unbehandelten Stücken doch bedeutend grösser ist, die Fluatierung also schädlichen Einfluss auf Marmor ausübt).

III. Neue Marmorsorten.

Ausser Carrara-Marmor sind drei weitere Sorten, und zwar Laaser (Tirol), Prieborner, Pentelinischer, geprüft worden. Ergebnis: Prieborner ist weniger wetterbeständig als die anderen.

Zu bemerken ist, dass die Auslage fast wagerecht erfolgte, also u. a. hierdurch ein anderes Aussehen und andere Erscheinungen bedingt sind wie bei senkrechten Steinflächen.

Um den natürlichen Verhältnissen, unter denen oft nur eine Steinfläche der Verwitterung ausgesetzt ist, näher zu kommen, sind nun auch mehrere Steinproben so aufgestellt worden, dass nur ihre Vorderfläche den Witterungseinflüssen zugänglich ist.

Irgendein zuverlässiges Urteil über den grösseren oder geringeren Wert der verwendeten Steinschutzmittel konnte nach Rathgen noch nicht gefällt werden. „Es scheint mir, dass nicht nur für Marmor, für Kalksteine und für Sandsteine je eines der Mittel das beste ist, sondern dass auch je nach der

Art des Sandsteins vielleicht die Anwendung verschiedener Mittel in Frage kommt.“ Ergänzungen der natürlichen Verwitterungsversuche, wie Rathgen sie ausführt, bilden die Versuche der sächsischen Kommission und die künstlichen Verwitterungsversuche von Seipp und Hirschwald. Nach Rathgens Ueberzeugung werden die natürlichen Versuche allein zum Ziele führen und uns Aufschluss über den Wert der Steinschutzmittel geben, vielleicht allerdings erst nach 20 bis 30 Jahren. Auch Hirschwald empfiehlt in seinem bekannten Werke solche Dauerversuche, etwa nach Rathgenschem Vorbild. Ohne solche wird die Frage nicht zu lösen sein, wenn anders man die Untersuchungen über die Widerstandskraft gegen die Einwirkung des Atmospharilien usw. vollständig und genau durchführen will. Dementsprechend hat der VI. Kongress des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik (New York 1912) bezüglich der Prüfung von Steinen auf Wetterbeständigkeit den Beschluss gefasst, anzuregen, dass die Versuchsanstalten der verschiedenen Länder das Hirschwaldsche Prüfungsverfahren studieren und über das Ergebnis dem nächsten Kongress (St. Petersburg 1915) berichten sollen.

Die Zahl der von Rathgen ausgelegten Steinarten und der Auslageplätze ist inzwischen bedeutend vermehrt worden, so dass seine Versuche ausgedehnt werden können. Auch ist beabsichtigt, die durch den Regen ausgelaugten Bestandteile aufzufangen, Schnitte der frischgetränkten und ausgelegten Stücke anzufertigen. Ferner sollen einige Steinproben im Walde ausgelegt werden, um festzustellen, in welchem Masse die Tränkungsmittel einen Nährboden für Algen, Moose usw. bilden. Auf dem XII. Denkmalpflegetag ist weiter noch angeregt worden, die Versuche auch auf das Material der Backsteinbauten auszudehnen.

Rathgen hat noch mitgeteilt, dass seine Versuche nunmehr auch erweitert, ins Grosse übertragen werden sollen, und dass im Sommer und Herbst 1911 und 1912 im Auftrag einer Ministerialkommission Tränkungen mit den drei hauptsächlichsten Steinschutzmitteln (Fluat, Testalin und Szerelmey) an zahlreichen Steinen von alten Baudenkmälern und von neueren Bauten in zwölf preussischen Städten vorgenommen worden seien. Sie sollen dauernd beobachtet werden; deshalb sind die betreffenden Steine alle mit ausgemeisselten Zeichen versehen. Auch hier wird ein nennenswertes zuverlässiges Ergebnis erst nach Verlauf eines längeren Zeitraums zu erwarten sein.

Wie näher dargelegt wurde, ist die Zahl der Feinde, die die Bausteine bedrohen, nicht gering. Zur Abwehr ist der angegriffene Teil in erster Linie angewiesen auf die in gesundem Kern und kräftigem Gefüge ruhende Widerstandskraft, die ihn befähigt, dem feindlichen Ansturm möglichst lange standzuhalten. Gleichzeitig erscheint es jedoch Gebot der Selbsterhaltung, von all den Mitteln Gebrauch zu machen, die ein passendes Rüstzeug zu sein versprechen, d. h. die natürlichen und künstlichen Steinschutzmittel anzuwenden. Sie sind berufen, dem Gestein innerlich neue Kraft zuzuführen oder es mit einer schützenden Hülle zu umgeben, so dass die Angriffe wirkungslos bleiben oder in ihrer Wirksamkeit wesentlich herabgedrückt werden.

Die Steinerhaltung ist eine Frage, die nicht nur Geologen und Chemiker, Architekten und Ingenieure, sondern auch die grosse Gruppe der Bauherren sowie auch die Steinmetzen und Steinbruchbesitzer, nicht zuletzt auch alle Forscher und Freunde der Bau- und Kunstdenkmäler interessieren muss. In heutiger Zeit, die so sehr vom Grundsatz der Wirtschaftlichkeit beherrscht ist, kann es nicht gleichgültig sein, ob die in Bauten steckenden Anlagewerte, die sich alljährlich auf viele Millionen belaufen, ohne Rücksicht darauf an-

gelegt werden, für welche Dauer man baut oder bauen könnte. Hier ist es vielmehr Pflicht jedes gewissenhaften Baumeisters, unter Beihilfe der Gesteinskundigen von vornherein nach dem Rechten zu sehen; denn das finanzielle Interesse seines Bauherrn ist in hohem Masse bei der Auswahl des Steinmaterials berührt. Aber auch die Steinproduzenten müssen bei dem wachsenden Wettbewerb, der ihnen durch neue Baustoffe und neue Bauweisen (Kunststein, Beton, Eisenbeton u. dgl.) erwachsen ist, es sich angelegen sein lassen, dass ihre Erzeugnisse sich auf dem Baumarkt behaupten können. Verstärkt wird diese Anteilnahme der Steinindustrie durch die Tatsache, dass Werksteine an Bauten unseres Zeitalters zuweilen schon nach verhältnismässig kurzem Bestand der Verwitterung anheimgefallen sind. Zu der Sorge für die Neubauten der Gegenwart und Zukunft tritt die Pflege der Bauten der Vergangenheit. Hier stehen, abgesehen von Nutzwerten, die hohen idealen Werte auf dem Spiele, die in unseren Baudenkmälern, den sichtbaren Zeugen der Anschauungen und Bestrebungen unserer Vorfahren, ruhen. Sie auch späteren Geschlechtern so lange wie möglich zu erhalten, ist heute als eine kulturelle und nationale Notwendigkeit allgemein anerkannt. Man darf sich nicht auf das hohe Alter mancher Bau- und Kunstdenkmäler berufen, die dem Sturm der Jahrhunderte, scheinbar ohne Schaden zu erhalten, getrotzt haben. Denn auch an ihnen ist zu beobachten, dass die Verwitterungserscheinungen — wenigstens in grösseren Industriemittelpunkten — neuerdings erheblich rascher fortschreiten, als es noch vor einigen Jahrzehnten der Fall war. Da zudem unser Denkmälerbestand durch die Zugeständnisse, die durch Bedürfnisse der Neuzeit und des modernen Lebens bedingt sind, Einbusse erleidet, indem manches ehrwürdige Bauwerk einem neuen Zweckbau weichen muss, so ist Grund genug vorhanden, auf das noch Verbleibende vermehrte Fürsorge zu verwenden. So haben denn auch gerade die Vertreter der Denkmalpflege der Frage der Steinerhaltung und der Steinerhaltungsmittel neuerdings ihre besondere Sorge gewidmet, wie dies die Verhandlungen der Denkmalpflegetage zeigen, bei denen dieser Gegenstand wiederholt zur Beratung gestanden hat und zweifellos künftig noch stehen wird.

Fassen wir vorstehende Darlegungen zusammen, so wird die Steinerhaltung gefördert:

1. durch Vorkehrungen zur Verminderung der Rauch-, Russ- und Staubplage, insbesondere in den Grossstädten;
2. durch ständige Beobachtung und pflegliche Unterhaltung des Steinwerks bei ausgeführten Bauten, überhaupt durch geordnete Bauunterhaltung des Ganzen (Ableitung des Tagewassers, der Bodenfeuchtigkeit, Beobachtung des Pflanzenwuchses u. a. m.);
3. durch sorgfältige Technik der Ausführung und Art der Steinbearbeitung, die in der Einzelausbildung der Werkstücke der Gesteinseigenart entsprechend und in Rücksicht auf klimatische und Witterungsverhältnisse erfolgen soll (Wasserableitung, Fugenschnitt usw.);
4. durch Anordnung von sonstigen Schutzvorkehrungen und schützenden Bauteilen für die dem Verwittern eher ausgesetzten Teile eines Bauwerkes;
5. durch zeitweise gründliche Reinigung von Werksteinfassaden;
6. durch die sogenannten Steinerhaltungsmittel, die der verwendeten oder zu verwendenden Gesteinsart möglichst angepasst sein sollten. Ein abschliessendes Urteil über ihren Nutzen abzugeben, ist man heute noch nicht in der Lage.

Erfahrene Restauratoren und Praktiker legen den fabrikmässig hergestellten Steinerhaltungsmitteln heute noch weniger Gewicht bei, offenbar, weil die Anwendungsmöglichkeit unter Garantie für Erfolg namentlich bei bestehenden Bauten beschränkt ist und die Fabrikanten der Mittel zum Teil schwer erfüllbare Vorbedingungen stellen. Es wird zu prüfen sein, ob hier Abhilfe geschaffen werden kann. Vielleicht wird der Anwendung des Sandstrahlgebläses oder Staubsaugern beim Reinigen von Bauteilen und ganzen Bauten, das der Anwendung von Schutzmitteln vorauszugehen hat, eine grössere Rolle in Zukunft zufallen.

Es würde jedenfalls schon ein Gewinn sein, wenn der Nachweis demnächst erbracht würde, dass die Verwitterung der Bausteine durch künstliche Steinschutzmittel, wenn nicht beseitigt, so doch für längere Zeit aufgehalten werden kann. Zurzeit stehen Fluat, Szerelmey und Testalin im Vordergrund des Interesses. Die Versuche über die Wirksamkeit und Bewährung der Steinerhaltungsmittel sind demnach fortzusetzen, um ein möglichst sicheres Urteil zu gewinnen, inwieweit sie einen wirksamen Schutz gewährleisten. Die Untersuchungen an den von Bauten entnommenen Steinproben werden durch die schon eingeleiteten Versuche mit Steinschutzmitteln an den Bauten selbst in erwünschter Weise ergänzt werden. Zu den Versuchen an Steinproben wären Dünnschliffe und analytische Untersuchungen ergänzend mit heranzuziehen. Um ein einheitliches und einwandfreies Material über die Verwitterungsursachen, ihre Bekämpfung und die Eignung der Steinerhaltungsmittel zu erhalten, wäre es erwünscht, wenn, wie dies Dombaumeister Hertel angedeutet hat, sämtliche in der Wissenschaft und Praxis angestellten Versuche von einer Stelle aus geleitet und nachgeprüft würden. Diese Stelle wäre etwa denkbar als ein aus anerkannten Fachleuten und Praktikern gebildeter Ausschuss, dessen Zusammensetzung die Gewähr bieten müsste, dass alle einschlägigen Momente berücksichtigt und entsprechend bewertet würden. Ihm müssten jedenfalls angehören je ein Geologe, Chemiker, Vertreter einer Prüfungsanstalt, Baukünstler, Restaurator, Kunstgelehrter, Steinlieferant und Fabrikant von Steinerhaltungsmitteln.

Diesem Ausschuss fiele die Aufgabe zu, nach vorgezeichnetem Arbeitsplan unter Zuziehung der örtlichen Sachverständigen die bedeutendsten Werksteinbauten des Landes aufzusuchen, das Steinmaterial an Ort und Stelle, später auch im Laboratorium, zu prüfen und zu begutachten, etwaige Verwitterungserscheinungen zu verzeichnen, ihren Ursachen nachzugehen, die Wirkung der verschiedenen Steinerhaltungsmittel festzustellen und hiernach die Ergebnisse niederzulegen.

Ob der Gedanke, dessen Ausführung nicht unbeträchtliche Mittel erfordern würde, Aussicht auf Verwirklichung hat, bleibe dahingestellt. Die grosse Bedeutung der Steinerhaltungsfrage, auch nach der wirtschaftlichen Seite hin, rechtfertigt es jedenfalls, ihn auch hier auszusprechen.

In der Steinindustrie gebräuchliche Bezeichnungen Deutscher Gesteine

nebst kurzen geologischen und petrographischen Erläuterungen.

Von C. Gäbert, unter Mitwirkung von H. Bücking, K. Oebbeke, A. Steuer, W. Schottler, G. Klemm u. a.

I. Sandsteine.

Alsenzer und Lauterecker Sandstein = hellgrauer, gelblich- bis grünlichgrauer, selbst rötlicher Sandstein des unteren pfälzischen Rotliegenden.

Anröchter Dolomit = Grünsandstein aus der oberen Kreide (Turon) von Anröchte.

Baumberger Sandstein = grauer, gelber oder gelblichgrauer, kalkiger und mergeliger Sandstein aus der oberen Kreide (Senon) der Baumberge bei Münster i. W.

Bayerfelder Sandstein = grünlicher Sandstein des Keupers, Bayerfeld, Rheinpfalz.

Bentheimer Sandstein = weisse bis gelbliche Sandsteine des Neokoms (Kreide) aus der Gegend von Bentheim.

Bildhauersandstein = Quadersandsteinhorizont der turonen Kreideformation des Elbsandsteingebirges, meist schwach kalkhaltig, z. B. Cotta, Pirna.

Blasensandstein = Sandsteinhorizont der Keuperformation mit Tongallen, die auswittern und dann das blasige Aussehen hervorrufen, z. B. bei Ansbach i. B.

Blättersandstein = tertiäre, meist kieselige Sandsteine und Quarzite mit reichlichen Blattabdrücken, z. B. im Mainzer Tertiärbecken (Münzenberg).

Bochumer Grünsand = glaukonitischer Sandstein von grüner Farbe aus der oberen Kreideformation (Turon).

Burgreppacher Sandstein = gelblicher Sandstein des Keupers, Burgreppach in Unterfranken.

Burgsandstein = Sandsteine des mittleren Keupers in Franken.

Bückeburger Sandstein = mittelkörniger Sandstein von weisser bis gelblicher, auch bläulicher Farbe aus der unteren Kreide (Wealden) vom Wesergebirge.

Champenay-Sandstein = ein zu Türschwellen sehr geeigneter, harter, weiss und rot gestreifter Sandstein des oberen Rotliegenden bei Champenay im Breuschtal, fälschlich zum Teil als Vogesensandstein bezeichnet.

Deistersandstein = Hastingsandstein, gelbliche und graue Sandsteine der unteren Kreideformation (Wealden), Bredenbeck usw.

Elbsandstein = Quadersandstein (siehe dort).

Essener Grünsand = durch Glaukonit dunkelgrün gefärbte, an Versteinerungen reiche, mergelige und kalkige Sandsteine der oberen Kreide (Cenoman).

Flonheimer Sandstein = Sandsteine des mittleren Rotliegenden im westlichen Rheinhessen bei Alzey, Flonheim usw.

Gildehäuser Sandstein = gleichförmig feinkörniger, sehr harter, grauer bis rostfarbiger Sandstein des Neokoms, nördlicher Teutoburger Wald.

Grauwacke = vorwiegend grau gefärbter Sandstein aus Quarzkörnchen sowie zahlreichen Bruchstücken von Granit, Gneiss, Tonschiefer, Kieselschiefer, Quarzit usw. mit kalkigem oder kieseligem, auch tonigem Bindemittel, Lausitz, Vogtland, Harz, Rheinprovinz usw.

Grünsandstein = grünliche, glaukonitische Sandsteine der Kreideformation, Kelheim, Abbach, Regensburg.

Haardter Sandstein = entfärbter, zum Teil vielfach verkieselter Vogesensandstein, Haardt (Gegend von Weissenburg, Frankweiler, Königsbach, Bad Dürkheim und Umgebung).

Hastingsandstein (siehe Deistersandstein).

Haustein = Kalksandstein des mittleren Oligozäns bei Altkirch im Oberelsass.

Heilbronner Stein = Schilfsandstein (siehe unten) der Gegend von Heilbronn und Stuttgart.

Hettinger Sandstein (grès d'Hettange) = Sandstein der unteren Liasformation bei Hettingen nördlich von Diedenhofen, auch „Luxemburger Sandstein" genannt.

Hilssandstein = Sandstein der unteren Kreideformation (Neokom) des Hils-Bergzuges nordwestlich vom Harz.

Kapuzinersandstein = braune Sandsteine des pfälzischen Tertiärs (verkittete oligozäne Meeressande).

Koburger Bausandstein = Sandstein des mittleren Keupers in Thüringen und Franken.

Kohlensandstein = Ruhrsandstein = Ruhrkohlensandstein = quarzitische, konglomeratartige Sandsteine der Steinkohlenformation, von gelblichgrauer, grauer oder blauer Farbe, grob- und feinkörnig, z. B. bei Herdecke, Hattingen, Witten usw.

Königsbacher Sandstein = gelblicher Sandstein von Königsbach (Rheinpfalz), Buntsandstein.

Lauterecker Sandstein siehe Alsenzer Sandstein.

Lauterthaler Sandstein = gelblichgrauer Sandstein des Keupers, Lauterthal (Rheinpfalz).

Lettenkohlensandstein = feinkörnige, gelblich- bis dunkelgraue, auch rotbraune Sandsteinhorizonte des unteren Keupers mit eingeschalteten Lettenkohlenflözchen, Würzburg, Schweinfurt usw.

Luxemburger Sandstein siehe Hettinger Sandstein.

Mainsandstein = a) Sandstein des Buntsandsteins, meist rötlich bis rot gefärbt, Bettingen, Wertheim, Boxthal, Reistenhausen usw. (mittlerer Buntsandstein), weiss bei Heigenbrücken (unterer Buntsandstein); b) Sandstein des Keupers. Grüner Mainsandstein: Schilfsandstein; weisser Mainsandstein: Keupersandstein bei Zeil usw.

Miltenberger Sandstein = grobkörniger Sandstein von Miltenberg, Freudenberg.

Molassesandstein (Molasse) = milde, meist glaukonit- und glimmerführende Sandsteine der tertiären Molasseformation (verfestigte Sand-, Konglomerat- und Mergelmassen) zwischen Alpen, Jura und bayrischem Wald.

Murgtaler Sandstein = weisser Sandstein der Buntsandsteinformation, Sulzbach, Kupperheim im Murgtal.

Muschelsandstein = Sandstein der unteren Abteilung des Muschelkalkes, technisch verwertbar nur im nördlichen Lothringen, der südlichen Rheinprovinz und Luxemburg.

Mühlenberger Sandstein = hellgraue bis gelbe, dickbankige Grauwackensandsteine des Mitteldevons von Mühlenberg bei Dahl.

Neckarsandstein = roter Sandstein des mittleren Buntsandsteins, auch Pseudomorphosensandstein genannt, z. B. Heidelberg, Neckargerach, Dilsberg, Hirschhorn, Eberbach.

Nesselberger Sandstein = weisser bis gelblicher Sandstein von Nesselberg (Hannover), Wealdenformation.

Obernkirchener Sandstein = feinkörnige, kieselige Sandsteine der Wealdenformation, Obernkirchen bei Bückeburg.

Osning-Sandstein = fein- bis mittelkörniger Sandstein von weisser bis gelbbrauner Farbe aus der Kreide (Neokom) des Teutoburger Waldes.

Pfalzburger Sandstein siehe Voltziensandstein.

Pfinzthaler Sandstein = hellroter, harter Buntsandstein von Grötzingen, Durlach, Ettlingen u. a. O.

Plattensandstein = ebenplattiger, toniger, rötlicher Sandstein der oberen Buntsandsteinformation, nördliche Rheinpfalz, Schwarzwald (Michelbach, Aglasterhausen, Waldwimmersbach, Lossburg).

Plötzkyer Sandstein = gelblicher und hellgrauer, kieseliger Sandstein der unteren Steinkohlenformation, Gommern, Plötzky, Pretzien in der Provinz Sachsen.

Porta-Sandstein = gelblichgrauer, aus scharfeckigen Quarzkörnchen bestehender Sandstein der Juraformation (Dogger) von der Porta Westfalica.

Pseudomorphosensandstein = Sandstein der unteren Stufe des mittleren Buntsandsteins im Odenwald, Schwarzwald, Vogesen usw.

Quadersandstein = Sandstein der oberen Kreideformation an der Elbe in Sachsen und Böhmen, auch „Elbsandstein" (siehe dort) genannt.

Redinger Sandstein = mürber, meist zu Sand verarbeiteter Sandstein des oberen Keupers, Redingen u. a. O. im nördlichen Lothringen.

Rimmertquarzit = weisse Quarzite und Grauwackensandsteine der devonischen Formation (Unterdevon) aus der Gegend von Olpe, Rimmert, Benolpe u. a.

Rochlitzer Sandstein, auch Rochlitzer Porphyr genannt = Quarzporphyrtuff der Rotliegendformation, Rochlitzer Berg, Sachsen.

Rufacher Sandstein = gelber Kalksandstein des Oligozäns, Rufach im Oberelsass.

Ruhrkohlensandstein siehe Kohlensandstein.

Rüthener Dolomit = Rüthener Grünsandstein (siehe dort).

Rüthener Sandstein = durch Glaukonit grün gefärbter, kalkiger Sandstein der oberen Kreide (Turon).

Schilfsandstein = Sandstein des mittleren Keupers, der häufig schilfähnliche Pflanzenreste führt, z. B. in der Gegend von Kitzingen, Castell, Zeil a. Main, Heilbronn, Stuttgart, Kulmbach, in Baden, Lothringen (vergl. Heilbronner Sandstein).

Schlesischer Sandstein = hellgraue bis gelbliche, meist feinkörnige Sandsteine der oberen Kreideformation, Altwarthau, Friedersdorf, Kudowa.

Seeberger Sandstein = weissgrauer, glimmeriger Sandstein der Rhätformation zwischen Gotha und Arnstädt (Thür.), z. B. am Grossen Seeberg.

Soester Grünsand = glaukonitischer Sandstein von grüner Farbe, dem Rüthener Sandstein ähnlich, obere Kreideformation (Turon).

Sollinger Sandstein = rötliche und weisse, meist dünnplattige Sandsteine des Sollings in Braunschweig, mittlerer Buntsandstein.

Stubensandstein = 1. leicht zu Sand (Stubenstreusand) zerfallender Sandstein der Keuperformation, z. B. von Erlangen, Nürnberg; 2. meist mürber Sandstein des oberen Oligozäns im Rheintal.

Stuttgarter Werkstein = Heilbronner Stein (siehe dort).

Tigersandstein = (Leopardensandstein) Sandsteinhorizonte des unteren und mittleren Buntsandsteins, die durch Manganbutzen ein gefleckstes Aussehen erhalten, z. B. im Vorspessart (Aschaffenburg usw.), Odenwald, bei Heidelberg, in den Vogesen u. a. O. Bei Weissenburg gehören solche dem Keuper an.

Udelfanger Sandstein = gelbbrauner Sandstein der Buntsandsteinformation, Udelfangen (Rheinprovinz).

Vogesensandstein = mittlere Abteilung des Buntsandsteins, Heiligenberg, Zabern, Lützelburg u. a. O., vielfach fälschlich auf den Voltziensandstein des oberen Buntsandsteins angewandt.

Voltziensandstein = feinkörniger, lichtgelblicher bis roter, vielfach gefleckter, zu Hausteinen viel verwendeter Sandstein; oberer Buntsandstein in Elsass-Lothringen (Sulzbad, Zabern, Pfalzburg, Diemeringen, Pirmasens, Saargebiet). Vielfach fälschlich als Vogesensandstein bezeichnet, weshalb für denselben die Bezeichnung Pfalzburger Sandstein vorgeschlagen worden ist.

Werler Grünsand = dasselbe wie Soester Grünsand (siehe dort).

Wesersandstein = Buntsandstein (sogen. Bausandsteinzone), Holzminden, Stadtoldendorf.

Wrexener Sandstein = Sollinger Sandstein (siehe dort).

II. Kalksteine, Marmore, Dolomite.

Calcaire de Jaumont, Jaumontkalk = Kalkstein des oberen Dogger im westlichen Deutsch-Lothringen (Gorze, Gravelotte, St. Hubert, Marengo, Jaumont usw.) oolithisch struierter, dem Caën-Stein (England, Normandie) ähnlicher Kalkstein; fälschlich auch als Jaumontsandstein bezeichnet.

Calcaire de Servigny = bei Silbernachen (Servigny) in Lothringen, 1 bis 2 m mächtige Bänke im obersten Muschelkalk, früher viel zu Türschwellen verwandt, jetzt meist als Gemarkungsstein.

Eifelmarmor („Eifler Granit") = dichte graublaue Kalksteine des Devons, meist mit zahlreichen Versteinerungen, die das Gestein lokal körnig erscheinen lassen (Blankenheim, Roderath, Rären).

Elberfelder Kalkstein = dichter Kalkstein des Mitteldevons, dasselbe wie Massenkalk (siehe dort).

Enzenauer Marmor = rötliche und graue, kieselige Kalksteine von Enzenau i. Bayern.

Fettkalk = zum Kalkbrennen benutzter dichter Kalkstein aus dem Mitteldevon.

Flinzkalk = dickplattig abgesonderte, sehr dichte Kalksteine von dunkler Farbe, aus dem Mitteldevon.

Gundersheimer Zuckerkalk, auch Sodakalk genannt = fast chemisch reiner, körniger oder dichter weisser Kalkstein des Cerithienkalkes in Rheinhessen, bei Gundersheim und Westhofen.

Hohebrücker Kalk = brauner, sandiger Kalk des mittleren Doggers, als Bruchstein und zu Wegebeschotterung brauchbar, an zahlreichen Punkten des lothringischen Juraplateaus.

Kelheimer Marmor = grauweisser, dichter Kalkstein von Kelheim bei Regensburg i. Bayern.

Kohlenkalk = dunkelfarbige, zuweilen weiss geaderte Kalksteine (teilweise mit „Marmor" bezeichnet) der Culmformation (d. i. die untere Abteilung der Steinkohlenformation), Wildenfels Sa., Aachen.

Korallenkalk = zuckerkörnige, klotzige, weisse, zum Teil sehr reine Kalke des mittleren braunen Jura, Lothringen.

Korallenoolith = fester oolithischer Kalkstein der Juraformation (Malm), z. B. vom kleinen Bremen im Wesergebirge.

Kramenzelkalk, auch Knotenkalk oder Nierenkalk genannt, dessen Kalkmasse in lauter dünne parallele Linsen und Lagen geteilt ist, zwischen denen Häute und Flasern von Tonschiefer durchziehen (Vogtland, Thüringen, Westfalen, Rheinland), Silur- und Devonformation.

Lahnmarmor siehe Nassauer Marmor.

Lithographenschiefer = dünnplattiger Kalkstein des weissen Jura, z. B. von Solnhofen, Pappenheim i. Mittelfranken, Nüplingen i. Württ.

Mainmuschelkalk = oolithischer, an kleinen Hohlräumen reicher, fast reiner Kalkstein am Main in Unterfranken (sog. Würzburger Muschelkalk).

Massenkalk = in mächtigen Bänken abgesonderter Kalkstein des Mitteldevons, z. B. von Warstein, Letmathe, Iserlohn, Elberfeld.

Mecklinghäuser Marmor = oberdevonischer Kramenzelkalk, von fleischroter, grünlicher oder bläulicher Farbe, Mecklinghausen.

Nassauer Marmor (Lahnmarmor) = dichte, lebhaft gefärbte und durch zahlreiche Versteinerungen ausgezeichnete Kalksteine des Mittel- und Oberdevons, z. B. bei Limburg, Villmar, Weilburg.

Neuburger Granit = dichter Kalkstein („Marmor"), Rosenheim, Bay., Tertiärformation.

Nierenkalk = Kramenzelkalk (siehe dort).

Nodosuskalk = Bänke im oberen Muschelkalk mit dem Leitfossil Ceratites nodosus.

Nonkeiler Kalk = gelblicher oolithischer Kalk aus dem mittleren braunen Jura von Nonkeil im nördlichen Lothringen.

Oolithkalkstein = aus kleinen, kugeligen, durch Kalk verkitteten Körnchen bestehender Kalkstein, z. B. der sogen. „Rogenstein" der Buntsandsteinformation.

Oppenheimer Kalkstein = Cerithienkalk bei Oppenheim und Nierstein.

Other Kalk = weisser oolithischer Kalk aus dem mittleren braunen Jura von Deutsch-Oth und anderen Punkten des nördlichen Lothringen.

Plattendolomit = plattige Kalksteine der Zechsteinformation, Mügeln, Geithain, Crimmitschau Sa.

Pläner = lichtgrau bis gelblich gefärbter, toniger Kalkstein der sächsischen Kreideformation, Plauenscher Grund, Dresden.

Rogenstein = oolithischer Kalkstein des unteren Buntsandsteins, Thüringen, am Harz, im Dogger im Elsass (Hauptrogenstein).

Rohrdorfer Granit = dichter Kalkstein („Marmor") von Rosenheim in Bayern (Tertiärformation).

Rosenheimer Granit = dichter Kalkstein („Marmor") von Rosenheim in Bayern (Tertiärformation).

Saalburger Marmor, Thüringer Marmor = dichte, grünliche, bläuliche, rötlichweisse, braunrote und schwarze Kalksteine der Gegend von Saalburg (Reuss), Obersilur und Devon.

Schaumkalk = feinporige Kalksteine des unteren Muschelkalks, z. B. in Thüringen, am Main, Heidelberger Gegend, auch im norddeutschen Muschelkalk.

Schlesischer Marmor = körniger Kalkstein in kristallinen Schiefern, z. B. bei Grosskunzendorf, Seitenberg, Prieborn usw.

Schneckenkalk, Hydrobienkalk = tertiäre Kalke des Mainzer Beckens.

Schwarzkalk = toniger Kalk des unteren Lias (Gryphitenkalk), der als hydraulischer Kalk und zur Cementfabrikation (Diesdorf) vielfach verwendet wird, zahlreiche Punkte in Lothringen und im Elsass.

Stinkkalk = bituminöse Kalksteine bzw. Dolomite, die beim Anschlagen infolge des Bitumengehalts übel riechen, im Zechstein Thüringens, vielfach auch im Lias verbreitet.

Trasskalk = Süsswasserkalke des pfälzischen Permocarbon.

Treuchtlinger Marmor = dichter, gelblicher Kalkstein, Treuchtlingen in Mittelfranken.

Trochitenkalk = oberer Muschelkalk, Lothringen usw., Südwest-Pfalz, Kraichgau, Gegend südlich von Würzburg usw.

Untersberger Marmor = dichter Kalkstein der oberen Kreideformation der Gegend des Untersberges bei Salzburg und Reichenhall.

Wellenkalk = dünnplattige Kalksteine des unteren Muschelkalkes mit welligen Schichtflächen.

Zechstein = hell- bis dunkelgraue Kalksteine der Zechsteinformation, Thüringen, Nordsachsen.

III. Eruptivgesteine: Granit, Syenit, Porphyr, Diabas, Diorit, Basalt usw.

Beuchaer Granit = pyroxenführender Granitporphyr von Beucha bei Leipzig.

Fichtelgebirgsgranit = mittelkörnige, bläulichgraue und gelbliche Granite (meist zweiglimmerig), Gegend von Münchberg, Kösseine, Gefrees, Selb.

Lausitzer Granit = Biotitgranit der sächsischen Lausitz (Demitz, Thumitz, Kamenz, Häselich, Bautzen usw.).

„Melaphyr" = Sammelname für die in der Nord- und Nordwestpfalz vorkommenden Porphyrite, Kuselite, Tholeyite.

Odenwaldgranit = hornblendeführender Biotitgranit vom Felsberg im Odenwald (Reichenbach, Felsberg, Heinzelwald).

Schlesischer Granit = Biotitgranit der Gegend von Striegau, Strehlen usw.

Syenit = vorwiegend aus Hornblende und Kalifeldspat bestehendes granitähnliches Eruptivgestein, z. B. Plauenscher Grund bei Dresden, Meissen Sa.

„Syenit" = fälschliche Bezeichnung für die Diabase (siehe dort) der Lausitz usw.

Fichtelgebirgssyenit, auch mit Wölsauer oder Arzberger Syenit bezeichnet = an Hornblende und Biotit reiche Granite von Wölsau, Redwitz, Leitenberg u. a. O.

Odenwaldsyenit = schwarzer, zum Teil weiss gesprenkelter Diorit (siehe dort) des inneren Odenwaldes (Lindenfels, Bensheim).

Löbejüner Granitporphyr = Quarzporphyr von Löbejün bei Halle a. S.

Lenneporphyr = Quarzkeratophyr oder Keratophyr und Keratophyrtuff, Eruptivgesteine aus der Gruppe der Quarzporphyre und quarzfreien Porphyre, sehr fest, oft dicht mit splittrigem Bruch, von grauer, gelber oder roter Farbe, von Würdinghausen, Brachthausen, Benolpe, Kirchhundem, Altenhundem u. a.

Keratophyr = Lenneporphyr (siehe dort).

Quarzkeratophyr = Lenneporphyr (siehe dort).

Diabas = hartes, meist grün und weisslich gesprenkeltes Eruptivgestein, das hauptsächlich aus Kalknatronfeldspat und Augit besteht, fälschlich vielorts als Grünstein, „Grünsteinporphyr", „Syenit" bezeichnet (Lausitz, Fichtelgebirge, Vogtland).

Diorit = hartes, meist schwarzgrün und weisslich gesprenkeltes Eruptivgestein, das hauptsächlich aus Natronkalkfeldspat und Hornblende besteht; wie die Diabase vielfach fälschlich als „Grünstein", „Syenit", „Dioritporphyr" usw. bezeichnet (Lausitz, Odenwald).

„Diorit" von Reichweiler in der bayrischen Rheinpfalz = ein tiefschwarzer Melaphyr.

„Dioritporphyr" = hornblendeführender Diabas (siehe dort) (Proterobas) des Fichtelgebirges, grün und weiss gesprenkelt, Ochsenkopf, Röthenbach, Neubau, Fichtelberg.

Grünstein siehe Diabas, Diorit; vergl. auch Grünschiefer.

Zobtenfels = Gabbro des Zobtenberges, Schlesien, auch „Urgrünstein" genannt.

„Basalt" = fälschlich auf dunkle Ganggesteine, wie Minette, Kersantit, Malchit, ferner auf Melaphyr und manche Porphyre angewendet; auch dunkle Hornfelse werden lokal als „Basalt" bezeichnet.

„Sonnenbrenner" = Basalte mit geringem Nephelingehalt, die an der Luft graue Flecke und Risse bekommen und allmählich in eckige Körner zerfallen.

Basaltlava = Basalt von schlackig-poröser Struktur, Eifel, Mayen, Niedermendig usw.

Lungstein = poröse Basaltlava, Vogelsberg.

„Menniger" Lava = soviel wie Niedermendiger Basaltlava (siehe dort).

Trachyt = jüngere, hauptsächlich aus Alkalifeldspat (Sanidin), Hornblende, Glimmer oder Augit bestehende Eruptivgesteine mit meistenteils grauer, poröser, rauher Grundmasse, Siebengebirge, Eifel, Westerwald.

„Wacken" = Sammelbegriff in der Rheinpfalz für die als Pflaster- und Schottermaterial verwendeten Erstarrungsgesteine.

IV. Tuffe und verwandte Gesteine.

Blätterstein (Blättersteinschiefer) = poröse, schwammig struierte Abart der Schalsteine (siehe dort), Nassau.

Daug = vulkanische Tuffe und Schlackenagglomerate im Vogelsberg.

Grünschiefer = feinkörnige bis dichte, vorzugsweise den kristallinen Schiefern eingelagerte Gesteine, die wahrscheinlich zum grössten Teil aus Diabasen und deren Tuffen hervorgegangen sind (Schlesien, Vogtland, Erzgebirge).

„Jaspis" = gebänderter Tonstein, wahrscheinlich Porphyrtuff oder auch kontaktmetamorph veränderte Tonschiefer des unteren Rotliegenden,

westlich vom Donnersberg in der Pfalz, verkieselte Rotliegendtuffe von Kohren-Gnandstein in Sachsen.

Rochlitzer Porphyr, auch „Rochlitzer Sandstein" genannt = Porphyrtuff des Rotliegenden, Rochlitzer Berg, Sachsen.

Schalstein = schieferiges, grob- bis feinkörniges, vorherrschend grünlich-graues Gestein, aus kleinen Fragmenten von Schiefer, Feldspat, Kalkstein bestehend, meist umgewandelte, unreine Diabastuffe darstellend (Nassau, Westfalen, Vogtland).

Schwemmstein (Rheinischer Schwemmstein) = Bimssteintuff, namentlich im Neuwieder Becken, aus dem leichte Mauersteine geformt werden.

Trass (Druckstein, Tuffstein) = trachytischer Bimssteintuff aus der Umgebung des Laacher Sees, Brohltal, Nettetal, auch im Ries bei Nördlingen verbreitet.

Weiberner Stein = Phonolithtuff der Eifel, bei Weibern, Rieden.

V. Kontaktmetamorphe Gesteine.

Fruchtschiefer = durch Kontaktmetamorphose (in der Umgebung von Granitstöcken) gehärteter Schiefer mit neugebildeten Mineralien (Cordierit, Andalusit), die wie Knötchen oder „Früchte" im Schiefer inneliegen (Vogtland, Erzgebirge, Vogesen, Haardt).

Hornfels = aus Tonschiefern und Phylliten in der Umgebung von Granitstöcken durch Kontaktmetamorphose hervorgegangene, dichte, massige, sehr feste Gesteine, Andlau (Vogesen), Kirchberg, Eibenstock (Erzgebirge).

VI. Tonschiefer, kieselige Gesteine, Konglomerate.

Griffelschiefer = Tonschiefer, die infolge des Zusammentreffens von zwei sich kreuzenden Schieferungen in stengel- oder griffelförmige Stücke spalten, Sonneberg, Gräfenthal (Thüringen) im Untersilur, Ludwigstadt, Dürrenwald (Bayern) im Culm.

Knollenstein = Quarzit (Braunkohlenquarzit), stark kieselige Sandsteine und Konglomerate, meist mit eigentümlich glatter Oberfläche und häufig von bizarrer Gestalt, die verkieselte Partien ursprünglich lockerer Sande darstellen, Nester und Bänke im Tertiär bildend (Nordsachsen, Thüringen, Westfalen).

Nagelfluh = konglomeratische, steinharte Verfestigungsprodukte diluvialer und tertiärer Schotter mit kalkigem Bindemittel, Voralpen (Münchener Gegend, Rigi usw.).

Molasse siehe dort unter I.

VII. Kristalline Schiefer: Gneis, Granulit, Urtonschiefer usw.

Augengneis = ein Gneis, dessen Feldspate augige Knollen bilden, Erzgebirge, Schneeberg in Oberfranken, Schwarzwald usw.

Gneis = parallelstruiertes (schieferiges) Gestein, wie der Granit aus Quarz, Feldspat und Glimmer (Hornblende) bestehend, Erzgebirge, Thüringer Wald, Bayrischer Wald.

Granulit = ebenschieferiges, meist hellfarbiges, vorwiegend aus Feldspat und Quarz zusammengesetztes, meist Granat führendes Gestein, sächsisches Granulitgebirge (Rosswein, Penig, Limbach usw.)

Grünschiefer siehe dort unter IV.

Urtonschiefer = Phyllit oder Urschiefer, licht- bis dunkelgrüne, auch violett und schwärzlich gefärbte, vorwiegend aus Quarz und Glimmer bestehende Tonschiefer, deren Bruchflächen metallischen oder seidenartigen Glanz aufweisen, Erzgebirge, Fichtelgebirge, Thüringer Wald, Bayrischer Wald.

Alphabetisches Ortsregister.

Alphabetisches Sachregister.

(Siehe Kapitel XIX, Steinerhaltung und Steinerhaltungsmittel, S. 445)