

My own Loves

Hirschwald

Leitsätze
für die praktische Beurteilung, zweckmäßige Auswahl
und Bearbeitung
natürlicher Bausteine

Gebrüder Borntraeger Berlin

g/18.49

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000300055

J. Hirschwald

**Leitsätze für die praktische Beurteilung, zweckmäßige
Auswahl und Bearbeitung natürlicher Bausteine**

Leitsätze

für die praktische Beurteilung, zweckmäßige Auswahl
und Bearbeitung

natürlicher Bausteine

von

Prof. Dr. J. Hirschwald

Geheimer Regierungsrat

Vorsteher des Mineralog.-geolog. Instituts
der Kgl. Technischen Hochschule Berlin

Zusammengestellt

unter Zugrundelegung des im Auftrage des Ministeriums
der öffentlichen Arbeiten herausgegebenen Werkes:

Die Prüfung der natürlichen Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit

Mit 18 Textfiguren

Berlin

Verlag von Gebrüder Borntraeger

W 35 Schöneberger Ufer 12 a

1915

Alle Rechte,
insbesondere das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

**BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW**

II 31094

Druck von E. Buchbinder (H. Duske) in Neuruppin.

Akc. Nr. 1814/49

Vorwort.

Von den mineralischen Rohmaterialien, welche uns die Erdrinde in reicher Fülle darbietet, wird keines in so gewaltigen Massen ausgebeutet, wie das dem Bau unserer Häuser, Straßen, Brücken, Tunnel- und Hafenanlagen dienende natürliche Gestein. Aber nur ein beschränkter Teil der zahlreichen in Betrieb stehenden Brüche liefert ein Material, das in aller Vollkommenheit diejenigen Eigenschaften vereinigt, denen das natürliche Gestein seine Wertschätzung als vornehmstes Baumaterial verdankt; fast so verschiedenartig wie ihre mineralogische Zusammensetzung sind auch die bautechnischen Eigenschaften der Gesteine, ihre Festigkeit, Wetterbeständigkeit und Bearbeitungsfähigkeit.

Aufgabe der technischen Prüfungsanstalten ist es, die Bruchgesteine auf alle jene Eigenschaften zu untersuchen, aus denen sich ein Urteil über die Qualität derselben ableiten läßt.

Solche in sachgemäßer Weise durchgeführten Untersuchungen vermögen dem Bautechniker einen wichtigen Anhalt für die Wahl derjenigen Steinbrüche zu liefern, aus denen er ein geeignetes Material für den jeweils vorliegenden Zweck erwarten darf. Mit der sorgfältigen Auswahl des Bruches ist aber die Beschaffung eines durchweg angemessenen Gesteins noch nicht gewährleistet. Namentlich bei den sedimentären Felsarten, den Sandsteinen, Grauwacken und Kalksteinen, zeigt fast jede einzelne Bank des Bruches mehr oder weniger beträchtliche Abweichungen in der Zusammensetzung bzw. Struktur des Gesteins, die dasselbe für den einen oder anderen Zweck besonders geeignet oder ungeeignet erscheinen lassen, und es fehlt meist auch nicht an solchen Schichten, die ein minderwertiges oder gänzlich unbrauchbares Gestein liefern.

Es bedarf daher der sachkundigen Auswahl seitens des Bauleiters wie des Steinbruchtechnikers, um die Verwendung durchweg angemessenen Materials zu sichern. Insbesondere wird es darauf ankommen, die schlechten Lagen von der Lieferung auszuschließen; ferner ist zu bestimmen, welche Bänke lediglich für das aufgehende Mauerwerk und welche für Bauglieder verwendet werden dürfen, an deren Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung der Atmosphärien besondere Anforderungen zu stellen sind, wie Gesimse, ornamentierte Werkstücke, Brüstungen, Fialen, Strebebögen usw.

Unerlässlich ist hierzu eine hinreichende Kenntnis der besonderen Ausbildung des betreffenden Gesteinsvorkommens in seinen einzelnen Lagen und hierzu bedarf es einer sachkundigen Untersuchung des Bruches, mit der zugleich eine Zusammenstellung von Probestücken aus den verschiedenen Bänken für die spätere Lieferungskontrolle zu verbinden sein wird.

Alles das setzt aber voraus, daß der Bautechniker, dem diese Tätigkeit obliegt, auch eine genügende Kenntnis besitzt von den allgemeinen Methoden der praktischen Gesteinsuntersuchung und der Beurteilung ihrer Resultate; ferner von der mineralogischen Zusammensetzung und Struktur der wichtigsten natürlichen Bausteine, sowie von der Bedeutung dieser Eigenschaften für den Wetterbeständigkeitsgrad des Materials; von den allgemeinen geologischen Verhältnissen der Gesteinsablagerungen, behufs sachgemäßer Beurteilung der Gesteinsausbildung im Bruch und endlich, von der zweckmäßigen Orientierung des Steinschnitts gemäß der Schichtung des Gesteins und seiner Spaltbarkeit.

Zweck der vorliegenden kleinen Schrift ist es, dem Bautechniker die wichtigsten Gesichtspunkte, welche er bei der Beurteilung und Auswahl des Gesteinsmaterials sowie bei der Lieferungskontrolle zu berücksichtigen hat, in knappen Sätzen und kurzen Erläuterungen an die Hand zu geben. Zur Erlangung weitergehender Information ist bei den einzelnen Leitsätzen auf das ausführliche Werk des Verfassers verwiesen: Die Prüfung der natürlichen Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit, Berlin 1908 (Abkürzung des Hinweises: Pf. S. —) und daneben auf die zweite, umgearbeitete und erweiterte Auflage desselben Werkes: Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung, Berlin 1912, Verlag von Gebrüder Borntraeger (Abkürzung des Hinweises: Hb. S. —).

Mineralogisch-geologisches Institut
der Technischen Hochschule Berlin,
im Dezember 1914.

J. Hirschwald.

Inhalts-Übersicht.

	Seite
I. Einleitung. Allgemeine Einteilung der natürlichen Gesteine und wichtigste Eigenschaften der einzelnen Gesteinsklassen . . .	1
II. Beurteilung der Gesteine nach äußeren Kennzeichen und auf Grund einfacher Versuche	2
III. Untersuchung von Steinbrüchen	11
IV. Grundzüge der bautechnischen Gesteinsprüfung	19
V. Sachgemäße Bearbeitung und Verwendung der natürlichen Gesteine mit Rücksicht auf Schichtung und Spaltung	23
VI. Die Auswahl geeigneten Gesteinsmaterials für die verschiedenen Zwecke des Hochbaues, Eisenbahn- und Wasserbaues	30
VII. Kontrolle bei Abnahme der Gesteinslieferung	35

I. Einleitung.

Allgemeine Einteilung der natürlichen Gesteine und wichtigste Eigenschaften der einzelnen Gesteinsklassen.

1. Nach der Art ihrer Entstehung werden die natürlichen Gesteine in folgende Klassen eingeteilt:

a) Primäre Gesteine: Erstarrungsprodukte glutflüssiger Magmen; Struktur: kristallinisch-körnig und massig, d. h. regellos.

Granit, Syenit, Diorit, Diabas, Gabbro, Porphy, Porphyrit, Trachyt, Dolerit, Basalt, Phonolith (Klingstein).

b) Sekundäre Gesteine: Erhärtetes Sedimentmaterial aus der Verwitterung bezw. mechanischen Zerstörung primärer Gesteine entstanden; Struktur: klastisch (trümmerförmig) und geschichtet.

Sandstein, Grauwacke, Konglomerat, Breccie, Kalkstein¹⁾, Tonschiefer, Tuffstein.

c) Metamorphische Gesteine: Umwandlungsprodukte sekundärer und primärer Gesteine. Struktur: kristallinisch-körnig und geschichtet.

Gneis, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer, Phyllit, Marmor z. T.

2. Gemeinsam ist allen diesen Gesteinen die körnige Struktur²⁾; verschieden sind sie 1. durch die kristallinische oder durch trümmerförmige Beschaffenheit der körnigen Bestandteile und 2. durch die Art, wie letztere zu festem Gestein verbunden sind. Diese Kornbindung wird bewirkt: Bei den kristallinischen primären und metamorphischen Gesteinen durch das kristallinische Gefüge (Unmittelbare Kornbindung); bei den sekundären Gesteinen durch ein besonderes Bindemittel (Mittelbare Kornbindung).

3. Von der Intensität der Kornbindung ist die Festigkeit des Gesteins in erster Linie abhängig, während die substantielle Natur des Bindemittels vorzugsweise für die Wetterbeständigkeit des Gesteins von Bedeutung ist.

4. Die körnigen Bestandteile der primären und metamorphischen Gesteine, sowie der Sandsteine und Kalksteine sind sämtlich einfache

¹⁾ Die meisten festen Kalksteine zeigen jedoch infolge späterer Umwandlung ein mehr oder weniger vollkommen mikro-kristallinisches Gefüge.

²⁾ Auch die scheinbar homogenen Gesteine (dichter Kalkstein und Basalt, sowie die Grundmasse der meisten Porphyre) besitzen eine körnige Struktur, doch ist dieselbe von mikroskopischer Feinheit.

Mineralien (Quarz, Feldspat, Hornblende, Augit, Diallag, Leucit, Nephelin, Glimmer, Chlorit, Talk, Kalkspat, Magnesit- und Dolomitspat; Nebenbestandteile: Granat, Turmalin, Olivin, Magneteisen, Titaneisen, Eisenkies) und nur bei den Grauwacken, Konglomeraten und Breccien finden sich daneben auch zusammengesetzte Gesteinsbruchstücke.

5. Von den einfachen Mineralien sind die gesteinsbildenden Silikate fast durchweg wetterbeständig, falls sie nicht schon in der Erdrinde eine stärkere Umwandlung und Auflockerung erfahren haben¹⁾. Auch die Carbonate (Kalkspat, Magnesit- und Dolomitspat) halten sich in reiner Luft unverändert, während sie durch Einwirkung von Rauchgasen angegriffen werden. In gewissem Grade gilt dies auch von den durch Säuren zersetzbaren Silikaten, wie Leucit, Nephelin, Olivin usw.

Unter den Nebenbestandteilen ist es vor allem der Eisenkies (FeS_2), der sehr leicht verwittert und durch Abscheidung freier Schwefelsäure namentlich auf die kalk- und magnesiahaltigen Gesteine zerstörend einwirkt.

6. Die Bindemittel der sedimentären Gesteine bestehen aus Quarz, klastischem Gesteinsmehl, Ton, Kalk, Mergel, magnesiahaltigem Kalk, Eisenoxyd, Eisenhydroxyd usw. Die amorphen Bindemittel sind häufig mehr oder weniger durch Kieselsäure infiltriert oder von zeolithischer Substanz, Kalkspat, Dolomitspat, Glaukonit usw. durchwachsen und dadurch gefestigt.

7. Wetterbeständige Bindemittel sind: Quarz und die stark siliifizierten Substanzen verschiedener Beschaffenheit; bis zu einem gewissen Grade auch die mit Kalkspat und mit Glaukonit durchwachsenen Bindemittel, jedoch nicht gegen Einwirkung von Rauchgasen. Als wetterunbeständig sind alle im Wasser erweichbaren Bindemittel-Substanzen zu betrachten; s. S. 8, Prüfungsmethode.

II. Beurteilung der Gesteine nach äußeren Kennzeichen bezw. auf Grund einfacher Versuche.

Anmerkung: Den einzelnen Gesteinen sind ihre hauptsächlichen Mineralbestandteile hinzugefügt; die wichtigsten Nebenbestandteile in Klammern.

1. Granit. Quarz, Feldspat, Glimmer (Granat, Hornblende, Augit, Turmalin, Eisenkies).

¹⁾ Als wetterbeständig im technischen Sinne werden solche Mineralien bezw. Gesteine bezeichnet, welche innerhalb der für Bauwerke in Betracht kommenden Zeiträume keine derartige Veränderung durch die Einwirkung der Atmosphären erleiden, daß dadurch ihre Festigkeit in erheblicher Weise beeinträchtigt wird.

Günstige Eigenschaften: Frische Beschaffenheit der Bestandteile, namentlich des Feldspats¹⁾; geringer Glimmergehalt; größerer Quarzgehalt, zumal in zusammenhängenden Partien; Abwesenheit von Eisenkies⁴⁾; feinkörnige bis mittelkörnige, gleichmäßig kompakte Struktur. Bei grobkörniger Ausbildung oder Ausscheidung großer Feldspatkristalle werden besondere Anforderungen an die frische und rißfreie Beschaffenheit des Feldspats zu stellen sein.

Günstige Gesteinsausbildung im Bruch, für Werkstücke: Grob-bankförmig, bei regelmäßiger weitschariger Klüftung; für Treppenstufen, Abdeck- und Bekleidungsplatten sowie Pflastersteine: plattenförmig³⁾.

Ungünstige Eigenschaften: Mehr oder weniger verwitterter Feldspat²⁾; starker Glimmergehalt, namentlich wenn derselbe in zusammenhängenden Einlagerungen auftritt; grobkörnige Struktur mit rissigen, großen Feldspatkristallen; geringer Quarzgehalt; größerer Gehalt an Eisenkies (erzeugt bei seiner Verwitterung mißfarbige braune Flecken im Gestein und beschleunigt die Zersetzung des angewitterten Feldspats und Glimmers⁴⁾); lockere Struktur bezw. mürbe Beschaffenheit des Gesteins.

Ungünstige Gesteinsausbildung im Bruch: Kugelförmige und unregelmäßig polyedrische Absonderung; unregelmäßige oder auch dichtscharige Klüftung; stark „stichiges“ Gestein (s. Pf. S. 591—610 und Hb. S. 648—679).

2. Syenit. Orthoklas (syn. Kalifeldspat), Hornblende (Glimmer, Quarz, Augit, Titanit, Magnetit, Eisenkies).

Diorit. Plagioklas (syn. Kalknatronfeldspat), Hornblende (Glimmer, Augit, Granat, Titaneisen, Quarz, Eisenkies).

Diabas. Plagioklas, Augit (Chlorit, Titaneisen, Olivin, Eisenkies).

Gabbro. Plagioklas, Diallag (Olivin, Titaneisen).

Günstige Eigenschaften: Frische Beschaffenheit der Bestandteile, namentlich des Feldspats¹⁾; reichlicher Hornblende- bezw. Augitgehalt; Abwesenheit von Eisenkies⁴⁾; feinkörnige bis mittelkörnige, gleichmäßig kompakte Struktur.

Günstige Gesteinsausbildung im Bruch: Siehe Granit.

Ungünstige Eigenschaften: Mehr oder weniger verwitterter Feldspat²⁾, geringer Gehalt an Hornblende bezw. Augit, oder bei größerem

¹⁾ Die frische Beschaffenheit des Feldspats ist erkennbar an dem Glas- bis Fettglanz, der reinen Färbung, der Härte = 6 (mit dem Messer nicht ritzbar). Auch Hornblende und Augit besitzen in frischem Zustande Glas- bis Fettglanz und eine Härte von 5—6, sind demnach mit dem Messer nur schwer ritzbar.

²⁾ Feldspat in mehr oder weniger verwittertem Zustand zeigt eine unreine Färbung, ein mattes Ansehen und geringe Härte, ist demnach mit dem Messer mehr oder weniger leicht ritzbar. Dasselbe gilt für nicht mehr frische Hornblende und Augit.

³⁾ Siehe auch: Untersuchung der Steinbrüche, S. 11.

⁴⁾ Eisenkies ist ausgezeichnet durch starken Metallglanz und goldähnliche Färbung. Hieran ist das Mineral, selbst in kleinen Körnchen, leicht im Gestein zu erkennen, namentlich mit Hilfe der Lupe, deren Anwendung überhaupt für die praktische Gesteinsuntersuchung angelegentlichst zu empfehlen ist.

Gehalt, Umwandlung in Serpentin (leicht mit dem Messer ritzbar), grobkörnige Ausbildung mit rissigen, großen Feldspatkristallen, starker Glimmergehalt, reichlicher Gehalt an Eisenkies; lockere Struktur bzw. mürbe Beschaffenheit des Gesteins.

Ungünstige Gesteinsausbildung im Bruch: Dünnschichtige Absonderung, unregelmäßige oder dichtscharige Klüftung (s. Pf. S. 617—622 und Hb. S. 692—699).

3. Felsitporphyr. Orthoklas, Quarz, Glimmer (Hornblende, Eisenkies).

Hornblendeporphyr. Plagioklas, Hornblende (Orthoklas, Quarz, Titaneisen, Eisenkies).

Augitporphyr. Plagioklas, Augit (Olivin, Magneteisen, Eisenkies).

Günstige Eigenschaften: Grundmasse mikrokristallin oder, falls dicht, mit glattem bis splittrigem Bruch, durchaus frisch, mit dem Messer nicht ritzbar; bei den Felsitporphyren starker Quarzgehalt und geringer Glimmergehalt, bei den Porphyriten hoher Hornblende- bzw. Augitgehalt; Abwesenheit von Eisenkies; Ausscheidungen von Feldspat bzw. Hornblende und Augit unzersetzt¹⁾.

Günstige Gesteinsausbildung im Bruch:

- a) für Werkstücke: grob-bankförmig, bei regelmäßiger, weitschariger Klüftung; bei gangförmiger Ausbildung von geringer Mächtigkeit: keine Schalen- und Säulenbildung an den Grenzflächen;
- b) für Pflastersteine: dünnbankig bis plattenförmig, bei regelmäßiger, mittelschariger Klüftung²⁾.

Ungünstige Eigenschaften: Grundmasse nicht mehr vollkommen frisch, mit dem Messer mehr oder weniger leicht ritzbar, beim Anhauchen schwacher bis starker Tongeruch; reichlicher Gehalt an Eisenkies³⁾; Ausscheidung von verwittertem Feldspat bzw. Hornblende oder Augit. Die stark mürbe gewordenen, sogen. Tonsteinporphyre sind namentlich für Wasserbauten und zu Mauerwerk, welches mit feuchtem Erdreich in Verbindung steht, völlig unbrauchbar.

Ungünstige Gesteinsausbildung im Bruch: Dünnbankig bis plattenförmig, bei unregelmäßiger, dichtschariger Klüftung. Brauchbar nur für Straßenschotter (s. Pf. S. 622—626 und Hb. S. 700—706).

4. Trachyt. Sanidin (syn. glasiger Feldspat), Hornblende, Glimmer (Quarz, Magnetit).

Quarztrachyt (Rhyolit). Sanidin, Quarz, Glimmer, Hornblende (Magnetit).

Andesit. Andesin (Plagioklas), Hornblende oder Augit (Quarz, Glimmer, Magneteisen).

¹⁾ S. Fußnoten 1, 2 und 4 S. 3.

²⁾ S. auch Untersuchung der Steinbrüche, S. 11.

³⁾ Ein mäßiger Gehalt an Eisenkies ist für harten, quarzreichen Felsitporphyr unbedenklich, vermindert aber die Haltbarkeit der weicheren Abänderungen und, bis zu einem gewissen Grade, auch der frischen Porphyrite.

Günstige Eigenschaften: Gleichmäßig kristallinisch-kleinkörnig mit kompaktem Gefüge; vorwaltender Hornblendegehalt und demgemäß dunkle Färbung; geringer Glimmergehalt; bei porphyrischer Ausbildung vorwaltend Hornblende-Ausscheidungen, keine großen Sanidinkristalle. Die Quarztrachyte verdienen im allgemeinen gegenüber den Trachyten den Vorzug.

Günstige Gesteinsausbildung im Bruch: Grob-bankförmig bei regelmäßiger, weitschariger Klüftung.

Ungünstige Eigenschaften: Poröses Gefüge; vorwaltender Sanidin-gehalt und demgemäß helle Färbung; starker Glimmergehalt; porphyrische Ausbildung mit großen, rissigen Sanidinkristallen.

Ungünstige Gesteinsausbildung im Bruch: Dünnplattige Absonderung mit unregelmäßiger oder dichtschariger Klüftung. Auch als Schottermaterial nicht zu empfehlen (s. Pf. S. 634—636 und Hb. S. 720—730).

5. Basalt. Plagioklas, Augit (Titaneisen, Magnetit, Olivin)¹⁾.

Günstige Eigenschaften: Mikrokristallinisch; Vorherrschen des Augitgehalts und demgemäß dunkle Färbung; Abwesenheit oder geringer Gehalt an Olivin²⁾, keine glasigen Bestandteile³⁾; glatter oder muschlicher Bruch; keine Andeutung einer körnigen oder plattenförmigen Absonderung.

Günstige Gesteinsausbildung im Bruch:

- a) für Werkstücke: grob-bankförmig, bei regelmäßiger, weitschariger Klüftung;
- b) für Pflastermaterial: regelmäßig säulenförmige Zerklüftung mit dünnplattiger Querteilung.

Ungünstige Eigenschaften: Ungleichmäßige Körnung; Vorherrschen des Plagioklasgehalts und dadurch bedingte hellgraue Färbung; großer Gehalt an Olivin²⁾; reichlich glasige Bestandmasse³⁾; eckig-körniger Bruch; weiße sternförmige Flecken⁴⁾.

¹⁾ Gesteine von gleicher Zusammensetzung, aber mittel- bis grobkörniger Struktur, werden als Dolerit bezeichnet.

Außer den Plagioklasbasalten, welche den bei weitem größten Teil der betreffenden Gesteinsvorkommen bilden, gibt es auch Nephelin- und Leucitbasalte, in denen an Stelle von Plagioklas Nephelin bezw. Leucit auftritt. Diese Abänderungen sind bei sonst gleichen Eigenschaften weniger wetterfest als die Feldspatbasalte. Die Nephelin- und Leucitbasalte sind durch Salzsäure erheblich leichter zersetzbar als die Feldspatbasalte; eine sichere Unterscheidung ist jedoch meist nur durch die mikroskopische Untersuchung von Dünnschliffen zu ermöglichen.

²⁾ Der Olivin ist leicht an der olivgrünen Färbung und dem Glasglanz zu erkennen. Er findet sich teils in kleinen Körnchen, teils in größeren Kugeln und Knollen im Basalt ausgeschieden.

³⁾ Auch die glasigen Bestandteile im Basalt sind lediglich durch das Mikroskop nachweisbar. Sie finden sich meist nur bei grobkörniger Ausbildung des Gesteins; in gleichmäßig feinkörnigen Basalten fehlen sie ganz, oder sind doch sehr untergeordnet vorhanden.

⁴⁾ Eckig-körniger Bruch, sowie weiße, mehr oder weniger sternförmige Flecken sind die Kennzeichen sogen. Sonnenbrenner. Auch Basalte, an denen die weißen Flecken durch viertelstündiges Kochen mit Salzsäure hervortreten, gehören dieser schlechten Gesteinsbildung an (s. Hb. S. 749—752).

Ungünstige Gesteinsausbildung im Bruch:

- a) für Werkstücke: dünnplattige Absonderung; dünn-säulenförmige oder unregelmäßige Klüftung;
- b) für Pflastersteine und Schottermaterial: starke unregelmäßige Zerklüftung der Gesteinsmasse; kugelförmige Absonderung (s. Pf. S. 638—651 und Hb. S. 732—759).

6. Phonolith (Klingstein). Sanidin, Nephelin (Aegirin, Hornblende).

Günstige Eigenschaften: Dichtes Gefüge und glatter Bruch, ohne Andeutung einer schaligen Ablösung; Härte 5—6 (mit dem Messer schwer ritzbar).

Ungünstige Eigenschaften: Lockeres, körniges Gefüge mit blättrigem Bruch und dünnschaliger Ablösung; Härte 3—4 (mit dem Messer leicht ritzbar).

Gesteinsausbildung im Bruch: Selten in kompakten Felsen, meist in plattigen Absonderungen, zuweilen säulenförmig und demgemäß bezw. zu Bausteinen oder Mauerplatten usw. verwendbar.

7. Trachytlava, Basaltlava, Phonolithlava. Von analoger Zusammensetzung wie die Gesteine zu Abs. 4—6, jedoch mehr oder weniger porös, blasig bis schlackig.

Je größer die Hohlräume und je vollkommener sie miteinander verbunden sind, desto weniger wetterfest ist das Gestein. Überdies kommen bei der Beurteilung desselben die Dichtigkeit des Mineralgefüges und die sonstigen unter Abs. 4—6 angeführten Eigenschaften in Betracht.

8. Gneis. Quarz, Feldspat, Glimmer (Hornblende, Augit, Granat, Eisenkies).

Günstige Eigenschaften: Geringer Glimmergehalt; unvollkommene Parallelstruktur; reichlicher Quarzgehalt; Feldspat vollkommen frisch; scharf kristallinisches, kompaktes Gefüge von Quarz und Feldspat; Abwesenheit von Eisenkies.

Günstige Gesteinsausbildung im Bruch: Ebenflächig geschichtet; nicht zu dünnplattige Absonderung; weitscharige Klüftung.

Ungünstige Eigenschaften: Reichlicher Glimmergehalt, zumal in starken, zusammenhängenden Lagen; geringer Quarzgehalt; nicht mehr vollkommen frischer Feldspat; Quarz und Feldspat sandförmig in lockerer Verwachsung; krummschichtig; reichlicher Gehalt an Eisenkies. — Von mittlerer Qualität sind die glimmerreichen, grobkörnigen, flasrigen Gneise, vorausgesetzt, daß der Feldspat von frischer Beschaffenheit ist.

Ungünstige Gesteinsausbildung im Bruch: Sehr unebene Schichtung; dünnplattige Absonderung; dichtscharige Klüftung (s. Pf. S. 610—612 und Hb. S. 683—691).

9. Glimmerschiefer. Quarz, Glimmer (Granat, Hornblende, Eisenkies). Im Chloritschiefer ist der Glimmer durch Chlorit, im Talkschiefer durch Talk ersetzt.

Günstige Eigenschaften: Reichlicher Quarzgehalt; grobkörnig-flasrige Struktur; Abwesenheit von Eisenkies.

Ungünstige Eigenschaften: Spärlicher Quarzgehalt, zumal wenn derselbe von sandförmiger Körnung; Einlagerung starker, quarzfreier Glimmerlagen; reichlicher Gehalt an Eisenkies.

Beurteilung der Gesteinsausbildung im Bruch wie beim Gneis, s. Abs. 8 (s. Pf. S. 610—617 und Hb. S. 683—691).

10. Sandstein. Körnige Bestandmasse: wesentlich sandförmiger Quarz; Nebenbestandteile: ev. Feldspat, Glimmer, Glaukonit; Eisenkies; Bindemittel: Kieselsäure, klastisches Gesteinsmehl, Ton, Mergel, Kalk, Brauneisen, Eisenoxyd, Glaukonit, Kalkspat, Magnesit- und Dolomitspat¹⁾.

Günstige Eigenschaften: a) Körnige Bestandteile: Lediglich Quarz, allenfalls in vereinzelt Körnchen frischer Feldspat, Glimmer, Glaukonit; b) Kontaktzement: Rein kieselig, bei glitzernder Beschaffenheit der Quarzkörnchen infolge Ausbildung von Kristallfacetten; c) Porenzement: kieselig oder stark silifizierte anderweitige Bindemittelsubstanzen, wie klastisches Gesteinsmehl, Ton usw., doch ist bei starker, kieseliger Kornbindung die Natur des Porenzements von untergeordneter Bedeutung für die Qualität des Gesteins; auch können die Poren leer oder mit pulvrigem Kaolin, Eisenocker usw. erfüllt sein; d) Keine ausgesprochene Parallelstruktur und Schichtung; beträchtliche Festigkeit.

Günstige Gesteinsausbildung im Bruch: Ebenflächig-horizontale oder schwachgeneigte Schichtung; starke Bänke mit regelmäßiger, weitschariger Klüftung ohne unregelmäßige Querrisse. Trockene Lage des Bruchs.

Ungünstige Eigenschaften: a) Körnige Bestandteile: Neben Quarz auch reichlich Körnchen von mehr oder weniger zersetztem Feldspat oder Glaukonit, starker Eisenkiesgehalt; zahlreiche Glimmerblättchen; b) Kontaktzement: Kalkspat, Dolomitspat, wenig silifizierte oder kieselfreie Ton-, Mergel-, Kalk- oder Glaukonitsubstanz, desgl. klastisches Gesteinsmehl; c) Porenzement: wie zu b); d) Dünnschichtig und schiefrig, demgemäß beim Zerschlagen ebenflächige Spaltung; Glimmerblättchen oder Tongallen auf den Schichtungsflächen; geringe Festigkeit.

Ungünstige Gesteinsausbildung im Bruch: Stark geneigte mulden- bzw. sattelförmige Schichtung; schwache Bänke, zumal bei dichtschariger oder unregelmäßiger Klüftung; Kopfspaltung oder sonstige „stichige“ Ausbildung; reichliche „Sandlöcher“. Nasse Lage des Bruchs (s. Pf. S. 252—346 u. Hb. S. 360—484.)

¹⁾ Es ist zu unterscheiden zwischen der Bindemittelsubstanz, welche die Zusammenlagerungsflächen *b* der Quarzkörnchen *K* verbindet, dem „Kontaktzement“, und derjenigen Substanz, welche die eckigen Hohlräume *p* erfüllt, dem „Porenzement“ (Fig. 1). Die Festigkeit und Wetterbeständigkeit der Sandsteine ist in erster Linie abhängig von dem Kontaktzement. Die althergebrachte Bezeichnung Tonsandstein, Mergelsandstein, Kalksandstein usw. bezieht sich im allgemeinen auf die Substanz des Porenzements und ist daher für die Qualitätsbestimmung der Sandsteine keineswegs maßgebend. Ein sog. Tonsandstein kann z. B. ein rein quarziges Kontaktzement besitzen und alsdann ein vorzüglich festes und wetterbeständiges Gestein bilden.

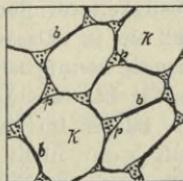


Fig. 1.

Einfache Prüfungsmethode: Die für die Beurteilung der Sandsteine in erster Linie maßgebende Bestimmung des die Kornbindung vermittelnden Kontaktzements kann in zweifacher Weise erfolgen, 1. durch mikroskopische Untersuchung von Dünnschliffen und 2. durch Bestimmung der Festigkeitsverminderung des Gesteins nach längerer Wasserlagerung. Sandsteine mit rein kieseligem Kornbindung erleiden hierbei nur eine geringe Einbuße ihrer Festigkeit; dieselbe vermindert sich jedoch durch Wassereinwirkung in dem Maße, als das Bindemittel in geringerem Grade silifiziert ist, während Sandsteine mit rein tonigem, mergeligem oder kalkigem Bindemittel im Wasser vollständig mürbe werden.

Die exakte Ausführung der beiden vorgenannten Untersuchungen ist Aufgabe der Material-Prüfungsanstalten. Für die Praxis und namentlich für die Beurteilung der einzelnen Bruchlagen, sowie für die Lieferungskontrolle ist es jedoch erwünscht, über leicht ausführbare Untersuchungsmethoden zu verfügen, selbst wenn dieselben nur näherungsweise bzw. relative Resultate ergeben.

Als Ersatz für die mikroskopische Untersuchung von Dünnschliffen kann, insbesondere wenn es sich um grobkörnige Gesteine handelt, die Untersuchung an den rohen Schlagflächen (nicht an bearbeiteten Flächen) mittels einer scharfen Lupe (6—8fache Vergrößerung) dienen.

Die näherungsweise Bestimmung des Verhaltens der Gesteine gegen Wassereinwirkung wird auf folgende Weise ausgeführt:

Von dem fraglichen Gestein werden, parallel der Schichtung, 4—6 keilförmige Proben der in Fig. 2 angegebenen Abmessung geschlagen, so daß der Keilwinkel ca. 20° beträgt. Die Hälfte dieser Proben wird 4 Tage unter Wasser gelegt. Man

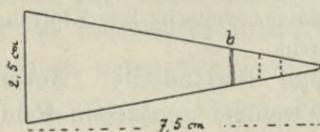


Fig. 2

versucht nun, von der scharfen Kante beginnend, die Proben stückweise mit den Fingern, so weit dies noch gelingt, abzureißen und bestimmt das Maß b der letzten Bruchfläche. Bei den Sandsteinen mit rein kieseligem Kontaktzement wird der Unterschied dieser Abmessung an den trockenen und wassergelagerten Proben nur gering sein; bei solchem mit anderem, mehr oder weniger stark silifiziertem Korn-

bindemittel bzw. beträchtlich bis sehr bedeutend. Einen Maßstab für den Erweichungsgrad liefert der Quotient b/b_1 , wobei b das Maß der Bruchfläche an trockenen, b_1 das gleiche an wassergelagerten Proben bedeutet.

Für die Beurteilung gelten folgende Durchschnittswerte:

Kontaktzement rein kieselig:	Quotient $b/b_1 = 0,75-0,85$
„ stark silifiziert:	„ „ = 0,66
„ mäßig „ :	„ „ = 0,57
„ ohne beträchtliche Silifizierung:	„ „ = 0,44.

Anmerkung: Auch Sandsteine, deren Bindemittel wesentlich aus Kalkspat oder Magnesit bzw. Dolomitspat besteht, erleiden im Wasser keine erhebliche Festigkeitsverminderung. Derartige Sandsteine sind aber leicht daran zu erkennen, daß sie in Salzsäure, unter reichlicher Entwicklung von Kohlensäure, alsbald vollständig zermürben. Sie erweisen sich an Orten mit reichlicher Rauchgasbildung, zumal bei feuchtem Klima (Flußniederungen), als schlechte Baumaterialien. Auch für Bauten im Meerwasser dürfen sie, wegen der Löslichkeit des Bindemittels im Salzwasser, nicht verwendet werden.

11. Grauwacke. Körnige Bestandmasse: Quarz, Feldspat, Glimmer, Kieselschiefer- und Tonschieferbrocken, mitunter auch Körnchen von kristallinen Schiefen, Quarziten und Kalk. (Nebenbestandteile:

Kohlige Substanz; Eisenkies.) Bindemittel: Vorwiegend kieselig, oder tonschiefrig bis tonig, auch aus feinpulverigem Aggregat der körnigen Bestandmasse bestehend, seltener rein kalkig.

Günstige Eigenschaften: Vorwiegend Quarz mit untergeordnetem Feldspat usw. und rein kieseliger oder stark silifizierter Kornbindung; Abwesenheit von Kalk und Eisenkies; grobkörnige Struktur; keine Schieferung.

Ungünstige Eigenschaften: Reichlicher Gehalt an Tonschieferbrocken, Kalk, kohligter Substanz (schwarze Färbung), Eisenkies; schwach silifiziertes, toniges oder kalkiges Bindemittel; schiefrige Ausbildung.

Günstige und ungünstige Ausbildung im Bruch: Übereinstimmend mit Sandstein s. S. 7.

12. Dachschiefer. Feinkörnige bezw. blättrige Bestandteile: Glimmer, Quarz; z. T. Kalkspat, Magnesit- und Eisenspat, kohlige Substanz, Graphit, Magneteisen; Eisenkies. Bindemittel: Mehr oder weniger stark silifizierte tonige oder mergelige Substanz.

Günstige Eigenschaften: Reicher Glimmergehalt in zusammenhängenden, flasrig miteinander verbundenen Lagen, erkennbar an dem Seidenglanz auf der Schieferungsfläche und ihrer etwas welligen Ausbildung, oder bei geringerem Glimmergehalt starke Silifizierung¹⁾; dichtes Gefüge; beträchtliche Härte; gänzlich frei von Eisenkies, namentlich bei einem Gehalt an Kalkspat²⁾; Farbe: grauschwarz, bläulichschwarz, grünlich oder rötlich. Beim Anschlagen der Tafeln hell klingend.

Günstige Ausbildung im Bruch: Vollkommen ebenflächige, gleichmäßig dünne Schieferung; regelmäßige, weitscharige Klüftung. Trockene Bruchlage.

Ungünstige Eigenschaften: Geringer Glimmergehalt und demgemäß nur sehr matter Glanz auf der Schieferungsfläche; bei stärkerem Glimmergehalt sehr vollkommene ebene Schieferungsfläche als Zeichen mangelnder Verwachsung der Glimmerlagen; geringe Härte, starke Wassererweichung¹⁾; lockeres Gefüge; beträchtlicher Eisenkies-Gehalt, zumal bei größerem Gehalt an Kalkspat²⁾. Farbe: tief schwarz, auf dem Querbruch ohne Glanz, etwa wie schwarze Kreide (starker Gehalt an kohligter Substanz). Beim Anschlagen der Tafeln dumpf klingend.

Ungünstige Ausbildung im Bruch: Unebene, dicke Schieferung, engscharige Klüftung oder bei weitschariger Klüftung unregelmäßig-querläufige Risse; transversale Schieferung neben der ursprünglichen Strukturschieferung. Nasse Bruchlage (Pf. S. 536—560 u. Hb. S. 594—645).

¹⁾ Eine starke Silifizierung ist daran erkennbar, daß der Schiefer bei 24-stündiger Wasserlagerung keine beträchtliche Verminderung der Härte erfährt. Man prüft den ev. Härteunterschied des trockenen und wassergelagerten Schiefers durch Ritzen mit einer feinen Stahlnadel, wobei darauf zu achten ist, daß der Strich nach derselben Strukturrichtung (orientiert nach der Form der Unebenheiten auf der Schieferungsfläche) erfolgt.

²⁾ Ein Kalkgehalt verursacht starkes Aufbrausen beim Betupfen mit Salzsäure.

13. Kalkstein. Kalkspat oder amorpher kohlensaurer Kalk (z. T. Magnesiumkarbonat, Ton, Eisenoxyd, Eisenhydroxyd, kohlige und bituminöse Substanz; Kieselsäure, Glimmer, Glaukonit, Serpentin; Eisenkies).

Dolomitischer Kalk: Desgl. mit beträchtlichem Gehalt an Magnesiumkarbonat.

Dolomit: Desgl mit hohem Gehalt an Magnesiumkarbonat.

Marmor: Desgl. in kristallinisch-körniger Ausbildung¹⁾.

Günstige Eigenschaften: a) Dichte Kalksteine, dichte dolomitische Kalksteine und Dolomite: Mikrokristallinische Struktur, erkennbar (mittels der Lupe) an dem feinkörnigen, kompakten Gefüge und der feinsplittrigen, mehr oder oder weniger glänzenden Bruchfläche, namentlich aber an der beträchtlichen Festigkeit und der geringen Härte- und Festigkeitsverminderung im Wasser (s. Prüfungsmethode S. 8); weiße, gelblichweiße, lichtgraue, grünliche oder rötliche Färbung; Abwesenheit von Eisenkies; kein Tongeruch beim Anhauchen. Auch die von zahlreichen Poren durchsetzten Schaumkalke, die oolithischen und muschelreichen Kalke, sowie die Kalktuffe können wetterbeständig sein, wenn ihre Masse mikrokristallinisch ausgebildet ist. b) Marmor: Kompaktes, fein- bis mittelkörniges, gleichmäßig-kristallinisches Gefüge; keine schichtenförmigen Einlagerungen von Glimmer, Serpentin usw.; eine graue oder bläuliche Färbung darf nicht durch fein zerteilten Eisenkies bewirkt sein (Untersuchung mit der Lupe). Ein Tropfen Tinte auf die polierte Fläche gegeben und nach einigen Minuten entfernt, soll keinen oder nur einen unbedeutenden Flecken hinterlassen

Günstige Gesteinsausbildung im Bruch: Grob-bankförmig, horizontale bis schwach geneigte, ebenflächige Schichtung; regelmäßige, weitscharige Klüftung, ohne unregelmäßige Querrisse. Trockene Lage des Bruchs.

Ungünstige Eigenschaften: a) Dichte Kalksteine usw. wie oben: Vorwiegend amorphe Struktur, erkennbar (mittels der Lupe) an dem homogenen oder erdigen Gefüge bzw. der glatten oder erdigen, nicht glänzenden Bruchfläche, insbesondere aber an der bedeutenden Härte- und Festigkeitsverminderung im Wasser (s. Prüfungsmethode S. 8); schwärzliche, durch organische Substanz bedingte Färbung; empyreumatischer Geruch beim Zerschlagen mit dem Hammer; Tongeruch beim Anhauchen; größerer Eisenkiesgehalt. b) Marmor: Lockeres Gefüge, erkennbar an der stärkeren Einsaugung von Farblösung (Tinte) an der polierten Oberfläche; sehr grobe oder auch ungleichmäßige Körnung; schichtenförmige Einlagerung von Glimmer, Serpentin, Eisenkies; bläulichgraue Färbung durch fein zerteilten Eisenkies und schwarze Färbung durch kohlige Substanzen bewirkt.

¹⁾ Neben den kristallinisch-körnigen Abänderungen werden in der Technik auch diejenigen dichten Kalksteine als Marmor bezeichnet, welche politurfähig sind.

Diese Eigenschaften sind nur für die Verwendung des Gesteins im Freien als ungünstig zu betrachten, während sie beim Marmor für Innen-Architektur nicht in Betracht kommen.

Ungünstige Gesteinsausbildung im Bruch: Dünnbankig bis dünnplattig; stark geneigte mulden- bzw. sattelförmige Schichtung; dichtscharige oder sehr unregelmäßige Klüftung. Nasse Bruchlage.

Einfache Prüfungsmethode: In gleicher Weise wie bei den Sandsteinen kann die Festigkeitsverminderung, welche die Kalksteine im Wasser erleiden, durch Prüfung der Bruchfestigkeit an keilförmigen Probestücken bestimmt werden (s. S. 8). Die guten Kalksteine mit kristallinischer oder mikrokristallinischer Struktur erweichen im Wasser nicht erheblich, während Gesteine, welche vollkommen oder teilweise aus amorpher Kalksubstanz bestehen, eine mehr oder weniger bedeutende Festigkeitsverminderung erleiden. Infolge des dichten Gefüges der Kalksteine ist es erforderlich, die Wasserlagerung auf 8 Tage auszudehnen.

Für die Beurteilung gelten folgende Durchschnittswerte:

Struktur vollkommen kristallin:	Quotient $b/b_1 = 0,85$
„ vorherrschend kristallin, untergeordnet amorph:	„ „ = 0,75
„ vorherrschend amorph, untergeordnet kristallin:	„ „ = 0,6
„ vollkommen amorph:	„ „ = 0,5.

Auch die Härteprüfung mit einer spitzen Stahlnadel an glatten Schlagflächen der trockenen und wassergelagerten Proben vermag einen Anhalt zur Beurteilung der Strukturausbildung der Kalksteine zu liefern (Pf. S. 489—502 u. Hb. S. 508—591).

14. Vulkanische Tuffe. Porphyrtuff, Diabastuff (Schalstein), Trachyt-, Basalt- und Phonolithtuff.

Die Tuffe sind Zementierungsprodukte aschen-, sand- und brockenförmiger Eruptionsmassen von analoger Zusammensetzung wie die gleichnamigen Gesteine (s. Abb. 2—7, S. 3 u. f.). Ihre Wetterfestigkeit ist vorzugsweise abhängig von der mineralogischen Beschaffenheit und Reichhaltigkeit der Bindemittelsubstanz.

Gute Bindemittel: Quarz, zeolithische Substanzen und Kalkspat.

Schlechte Bindemittel: Tonige, mergelige und amorphe kalkige Substanzen.

Die Prüfung kann in gleicher Weise wie bei den Sandsteinen durch Bestimmung der Bruchfestigkeit an trockenen und wassergelagerten, keilförmigen Probestücken erfolgen s. S. 8 (Pf. S. 655—660 u. Hb. S. 766 bis 777).

III. Untersuchung von Steinbrüchen.

1. Jede sedimentäre Gesteinsablagerung besteht aus einer Aufeinanderfolge meist paralleler Schichten von ungleicher Mächtigkeit und mehr oder weniger beträchtlicher Verschiedenheit der petrographischen Ausbildung. Auch bei den eruptiven Gesteinsarten, obgleich dieselben meist in ihrer Gesamtmasse eine gleichmäßigere Ausbildung als die sedimentären zeigen,

ist eine allmähliche Änderung der Zusammensetzung und Struktur nach der Tiefe und nach den Rändern oder in schlierenartig verlaufenden Partien häufig zu beobachten.

2. Die bei Lieferungsangeboten übliche Einsendung ausgewählter Probewürfel unter Beifügung eines Prüfungsattestes, das sich auf eine einzelne Gesteinslage bezieht, vermag daher keinen Anhalt für die Beurteilung des gesamten Fördermaterials eines Bruches zu liefern; vielmehr ist hierzu eine Zusammenstellung von Proben aus sämtlichen Bänken und die Ausführung der Prüfung an dem Material derjenigen Lagen erforderlich, welche ersichtliche Verschiedenheiten der Gesteinsausbildung aufweisen¹⁾.

3. Neben den Gesteinseigenschaften, welche an kleinen Probewürfeln zu bestimmen sind, nämlich: Farbe, Körnung, Kornbindung, Porosität, Schichtung, Mineralzusammensetzung, Festigkeit und Wetterbeständigkeit, kommen für die bautechnische Bewertung des Gesteins aber noch andere Verhältnisse in Betracht, welche sich nur durch die Untersuchung im Bruch feststellen lassen, insbesondere, neben der Mächtigkeit der einzelnen Bänke: Art der Klüftung des Gesteins und die davon abhängige Abmessung der zu gewinnenden, stichfreien Werkstücke, mehr oder weniger gleichmäßige Ausbildung des Gesteins innerhalb der einzelnen Bänke, ebenflächige horizontale oder geneigte Schichtung, mulden- oder sattelförmige Zusammenstauchung und dadurch bedingte offene oder versteckte Rißbildung, Wasserführung der Klüfte und der tonigen Zwischenlagen, etwaige Verschlechterung des Gesteins in der Nähe nasser Klüfte usw.

4. Eine von der Bruchverwaltung gelieferte genaue Beschreibung des Bruches unter Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse wird eine wichtige Beigabe zu den eingereichten Proben bilden. Empfehlenswert ist es, namentlich vor Abschluß größerer Lieferungsverträge, diese Untersuchung seitens eines Angestellten der Bauleitung kontrollieren ev. ausführen zu lassen. Auf Grund der dadurch gewonnenen Kenntnis von der Ausbildungsweise des Gesteins in den verschiedenen Lagen wird eine zweckmäßige Auswahl der Bänke für die Herstellung der Werkstücke zu den einzelnen Bauteilen und Gliederungen, gemäß ihrer mechanischen Beanspruchung und je nachdem sie der Witterung mehr oder weniger stark ausgesetzt sind, getroffen und eine sachgemäße Kontrolle der Lieferung hinsichtlich der Innehaltung der gegebenen Vorschriften ausgeübt werden können.

¹⁾ Der Nichtbeachtung dieser im Grunde selbstverständlichen Regel ist es in erster Linie zuzuschreiben, daß so häufig minderwertiges Gesteinsmaterial zur Verwendung gelangt. In welchem Umfange dies tatsächlich geschieht, ergibt sich aus den 1893/1894 ausgeführten bauamtlichen Erhebungen, nach welchen von den seit dem Jahre 1850 im Bereich des preußischen Staates aus natürlichem Gestein ausgeführten Hochbauten, Brücken, Schleusen und Eisenbahnbauten bereits nach 32 Jahren über 30% eine mehr oder weniger beträchtliche Verwitterung eines Teils ihres Baugesteins erlitten haben.

5. Bei der Untersuchung des Bruches sind folgende Verhältnisse zu berücksichtigen:

- a) Brüche in sedimentärem Gestein (Sandstein, Grauwacke, Kalkstein, Tonschiefer, Tuffstein).
1. Lagerungsform: horizontal, geneigt, sattel- oder muldenförmig, mehrfach gefaltet;
 2. Schichtung: ebenflächig oder wellig, dick- oder dünn-schichtig, parallelflächig oder diskordant;
 3. Bankförmige Absonderung: Mächtigkeit der einzelnen Bänke;
 4. Klüftung: weitscharig, mittel- oder dichtscharig, in paralleler oder unregelmäßiger Anordnung, senkrecht oder schiefwinklig zur Bankabsonderung, nach einer oder mehreren Streichungsrichtungen, mit oder ohne Verwerfung, d. h. Verschiebung der Bänke zu beiden Seiten der Kluft oder Spalte;
 5. Bestimmung der Gesteinsabmessungen für die zu gewinnenden Werkstücke aus den einzelnen Bänken, nach Maßgabe der Bankmächtigkeit und der Entfernung der Klüfte voneinander;
 6. Wasserführung der Klüfte und Lagerfugen in der nassen Jahreszeit und dadurch etwa bedingte Veränderung des Gesteins in der Nähe der Klüfte und Fugen; Bestimmung der Entfernung, bis zu welcher das Gestein dadurch verschlechtert wird (rostgelbe Färbung in Verbindung mit Auflockerung);
 7. Beschaffenheit des Gesteins in jeder der einzelnen Bänke; Farbe; Größe und Gleichmäßigkeitsgrad der Körnung (feinkörnig, feinkörnig, mittelkörnig, grobkörnig, gleichkörnig oder ungleichkörnig in verschiedenen Graden); Schichtungsgrad (ohne wahrnehmbare Schichtung, grobschichtig, dünn-schichtig); Ursache der Schichtung (durch Farbenunterschiede, Verschiedenheit der Korngröße bzw. der Porosität, Muscheleinlagerungen, Hohlräume, Einlagerung von Nebenbestandteilen); Schieferung (parallelschichtig, transversal); Festigkeitsgrad (durch Zerschneiden keilförmiger Proben, nach S. 8 zu bestimmen: weich, mittelfest, fest, sehr fest); Beschaffenheit der Bruchfläche (erdig, glatt, splittrig, muschelartig); Spaltbarkeit (mehr oder weniger vollkommen bis schiefzig, parallel der Schichtfläche bzw. senkrecht dazu nach einer oder mehreren Richtungen, event. parallel den Kluftflächen, sogen. Kopfspaltung).
 8. Untersuchung der etwaigen Verwitterungsrinde und der Gesteinsfestigkeit an älteren, stehen gebliebenen Anbruchflächen; Feststellung des Alters derselben;
 9. Art des Abbaues (durch Sprengarbeit, Keilspalten, Schrämen, Unterhöhlen);
 10. Jährliche Förderung.

b) Brüche in eruptivem Gestein (Granit, Syenit, Porphyr, Basalt usw.).

1. Lagerungsform: Stockförmig, kuppen- oder deckenförmig, strom- und gangförmig;
2. Absonderung: Dick- oder dünnbankig bis plattenförmig; kugelförmig; prismatisch; Unterschied der Ausbildung in den oberen und tieferen Lagen, bei gangförmigen Gesteinen am Rande (Salband) und in der Mitte des Ganges;
3. Klüftung: Weitscharig, mittel- oder dichtscharig, in paralleler oder unregelmäßiger Anordnung, senkrecht oder schiefwinklig zur Bankabsonderung, nach einer oder mehreren Streichungsrichtungen, polyedrisch oder vollkommen unregelmäßig;
4. Bestimmung der Gesteinsabmessungen des zu gewinnenden Materials in den verschiedenen Bruchlagen, nach Maßgabe der Entfernung der Lager- und Kluffugen voneinander;
5. Wasserführung der Klüfte in der nassen Jahreszeit und etwaige Veränderung des Gesteins in der Nähe der Klüfte; Bestimmung der Entfernung, bis zu welcher das Gestein dadurch verschlechtert wird (rostgelbe Färbung, mürbe Beschaffenheit usw.);
6. Beschaffenheit des Gesteins und Abänderungen desselben in den oberen und tieferen Lagen, in etwaigen schlierenartigen und gangförmigen Durchsetzungen; bei Brüchen in gangförmigem Gestein, am Salband und in der Mitte des Ganges; Farbe, Größe und Gleichmäßigkeitsgrad der Körnung, Festigkeitsgrad, stellenweise Anreicherung einzelner Gemengteile, namentlich des Glimmers, frische Beschaffenheit des Feldspats (glas- bis fettglänzend, mit der Nadel nicht ritzbar) oder Zersetzung desselben (mattes Aussehen, mit der Nadel ritzbar); Parallelstruktur durch schichtenförmige Ausscheidung einzelner Gemengteile, Spaltbarkeit usw. (s. auch Abs. 7 S. 13);
7. Untersuchung der etwaigen Verwitterungsrinde und Gesteinsfestigkeit an älteren, stehen gebliebenen Anbruchsflächen; Feststellung des Alters derselben;
8. Art des Abbaues;
9. Jährliche Förderung.

5. Von sämtlichen Bänken bzw. Lagen, welche ein Material von augenscheinlich verschiedener Beschaffenheit besitzen, sind in genügender Anzahl Probestücke, sowohl als Beleg für die Lieferungskontrolle, als auch für die etwaige Untersuchung in der Materialprüfungsanstalt zu entnehmen und daran die Richtung der Lagerfläche und Klufffläche zu bezeichnen.

6. Bei Untersuchung von Steinbrüchen sollte man nicht verabsäumen, zugleich die in den benachbarten Orten befindlichen, aus dem betreffenden Material errichteten älteren Hochbauten, Brücken, Wegeunterführungen usw. einer eingehenden Besichtigung zu unterziehen, um daran den Wetterbeständigkeitsgrad des fraglichen Gesteins festzustellen. Zu berücksichtigen

ist hierbei der Erhaltungszustand der glatten Werkstücke des aufgehenden Mauerwerks, insbesondere am Sockel; ferner der Gesimse, Abdeckplatten, Skulpturen und anderer exponierten Bauteile, sowohl an der Wetterseite, wie an den übrigen Fronten. Bei Wasserbauten sind namentlich die Steine in Höhe des veränderlichen Wasserstandes zu beachten. An verwitterten Steinen ist festzustellen, ob dieselben lagerhaft bearbeitet und versetzt oder „auf den Spalt“ gestellt sind¹⁾.

Schematische Beispiele für die Untersuchung und Beschreibung von Steinbrüchen.

A. Sandsteinbruch zu, 3 km westlich von dem Dorfe, Kreis, Reg.-Bez.

Hierzu ein Profil (Fig. 3)

Der Sandstein gehört der Kreideformation an. Der Bruch ist seit dem Jahre 1852 in ununterbrochenem Betrieb. Gegenwärtige Förderung ca. 1400 cbm. Besitzer: zu

1. Gesamtmächtigkeit des aufgeschlossenen Lagers: 14,5 m. Abbausohle: ca. 72 m lang und ca. 18 m tief.

2. Lagerung: Nahezu horizontal. (Event. Fallwinkel und Streichungsrichtung anzugeben.)

3. Das aufgeschlossene Lager ist in seiner ganzen Mächtigkeit von zwei Systemen senkrechter Spalten durchsetzt, von denen die weniger regelmäßig verlaufenden parallel der Bruchwand gerichtet sind (Bezeichnung an den Flächen der für die Untersuchung in der Materialprüfungsanstalt bestimmten Probestücke: Q_1), die schärfer ausgebildeten nahezu rechtwinklig dazu stehen (Bezeichnung wie oben Q_2). Nach Q_1 bricht das Gestein unvollkommen und muschelig, nach Q_2 dagegen ziemlich ebenflächig.

¹⁾ Auch empfiehlt es sich, den zunächst dem Steinbruch gelegenen Friedhof zu besichtigen, da die Grabsteine für die Bestimmung der Wetterbeständigkeit des Materials sehr geeignet sind. Da sich deren Alter aus der Inschrift ergibt, so ist das Fortschreiten der etwaigen Verwitterung in bestimmten Zeitabschnitten an den Steinen verschiedenen Alters festzustellen. Ferner finden sich meist Werkstücke in quader- und plattenförmiger Bearbeitung, letztere der Lagerrichtung entsprechend, so daß auch der Einfluß des Steinschnitts auf die Widerstandsfähigkeit des Materials bestimmt werden kann. Bei der freien Aufstellung wird der Erhaltungszustand sowohl an der Wetterseite, wie in der geschützten Lage an demselben Werkstück, in glatter und skulpturierter Bearbeitung, zu beobachten sein und endlich wird man Material aus den verschiedenen Bänken des Bruchs antreffen, deren Qualitätsunterschiede somit festgestellt werden können. Die vorhergegangene, eingehende Besichtigung des Bruches und die dabei gewonnene Kenntnis der Unterscheidungsmerkmale für das Material der einzelnen Bänke wird wenigstens teilweise eine Identifizierung ermöglichen. Bei Dorfkirchhöfen in der Nähe von Steinbrüchen wird häufig die Umfriedungsmauer aus lose aufgesetzten Bruchsteinen gebildet, von denen sich kleine Scherben entnehmen lassen, um an der frischen Schlagfläche die Bank, aus welcher der Stein stammt, zu bestimmen und dessen Wetterbeständigkeitsgrad an der Beschaffenheit der Rinde festzustellen.

Die Entfernung der Bruchspalten schwankt, abgesehen von einzelnen Stellen dichter Scharung, zwischen 0,7 und 3,5 m.

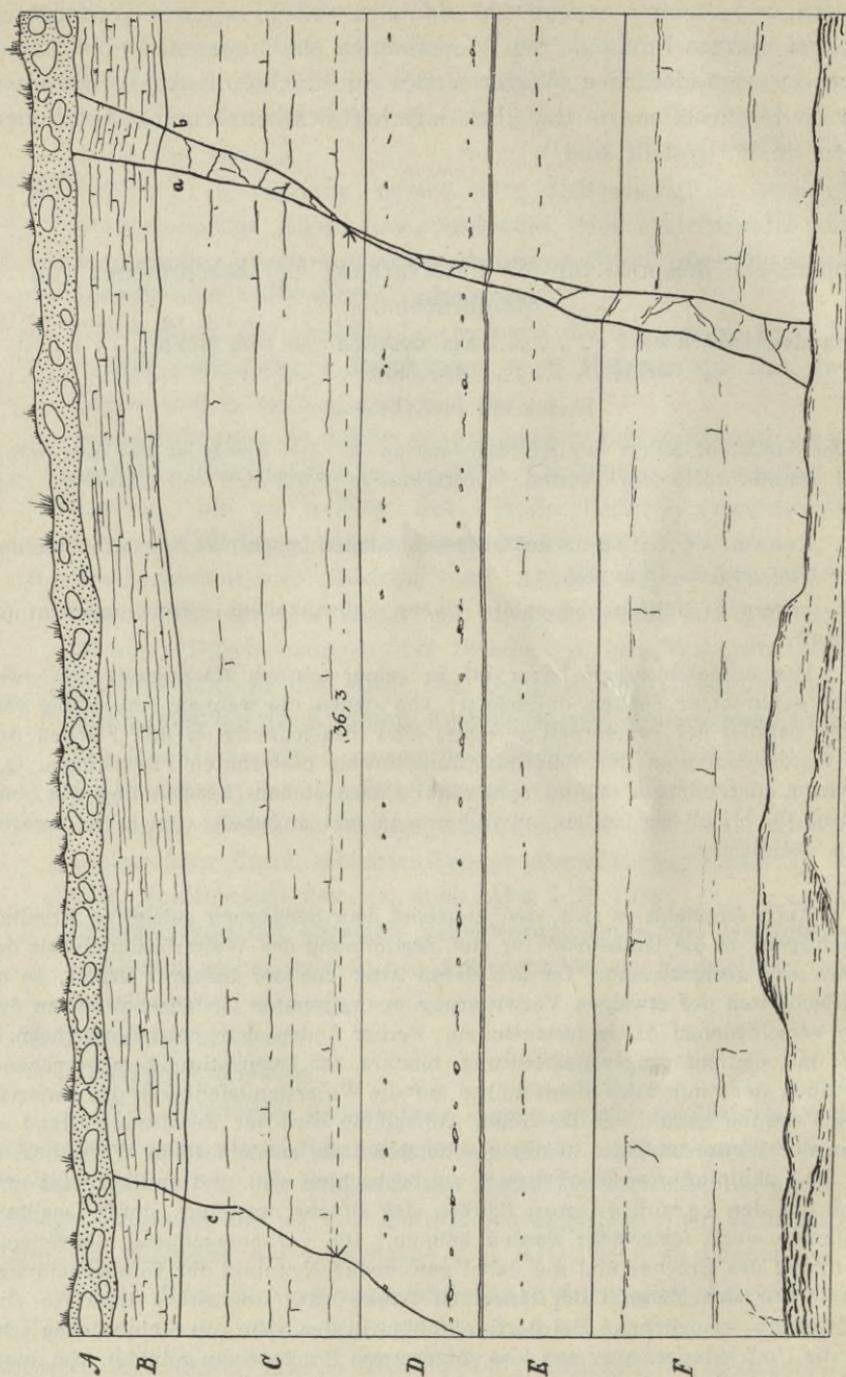


Fig. 3. Sandsteinbruch zu
(Profil).

4. Abraum: 0,5 bis 1 m starke Sandschicht mit zahlreichen, ziemlich mürben Bruchstücken des Sandsteins aus Schicht A (Probematerial Nr. 1).

5. Reihenfolge der Schichten:

A. 1 bis 1,4 m mächtige Lage aus stark zerklüftetem, gelbem, zermürbtem Sandstein (Probematerial Nr. 2).

B. 3 bis 3,5 m mächtige Lage aus hellgelbem, geschichtetem, etwas mürbem Sandstein, der in Schichten von 0,5 bis 0,7 m Mächtigkeit bricht, mit quaderartiger Ablösung (Probematerial Nr. 3). Maximalgröße der zu gewinnenden Werksteine: 0,4 m hoch, 0,6 m lang, 0,5 m breit. Leicht zu bearbeiten.

C. 2,1 m mächtige Lage aus weißem, ungeschichtetem, mittelhartem Sandstein mit zwei Reihen Sandlöchern (Probematerial Nr. 4). Maximalgröße der zu gewinnenden Werksteine: 0,7 m hoch, 1,5 m lang, 1 m breit. Leicht zu bearbeiten.

D. 1,9 bis 2,3 m mächtige Lage aus ungeschichtetem, weißem, hartem Sandstein (Probematerial Nr. 5). Maximalgröße der zu gewinnenden Werksteine: 0,8 m hoch, 1,4 m lang, 1 m breit. Etwas schwerer zu bearbeiten als B und C.

Anmerkung: Zwischen den Schichten C und D tritt ein ca. 9 mm starker toniger Besteg auf, der im Frühjahr und Herbst etwas wasserhaltig ist.

E. 3,5 m mächtige Lage aus grauem, grobkörnigem, sehr quarzigem, hartem Sandstein mit spärlichen Glaukonitkörnchen (Probematerial Nr. 6). Maximalgröße der zu gewinnenden Werksteine: 1 m hoch, 1,5 m lang, 1,2 m breit. Ziemlich schwer zu bearbeiten.

6. Der Bruch zeigt an der östlichen Seite zwei sich kreuzende, unter ca. 60° einfallende Klüfte a b von je 1,5 cm Breite, an welchen die Schichten schwach verworfen sind. Zwischen den Klüften zerstückeltes Gestein. Auf 20 bis 30 cm von den Klüftflächen entfernt zeigt der Sandstein eine stärkere, rostgelbe Färbung und etwas geringere Festigkeit. An der westlichen Seite tritt eine ca. 1 cm breite, den erstgenannten nahezu parallele Kluft auf.

7. Die Bruchfeuchtigkeit des Gesteins ist gering. Reichliches Sickerwasser tritt während der nassen Jahreszeit jedoch in den Klüften a, b und c auf.

8. Ältere Anbruchstellen der Lagen D und E, welche aus der ersten Zeit des Betriebes stammen dürften, zeigen eine mäßige Oberflächenverwitterung ohne namhafte Festigkeitsverminderung (Probematerial Nr. 7 und 8).

9. Auf der Oberfläche des Bruches finden sich vereinzelte Blöcke, die mit einer grauen Flechte überzogen sind, im Innern aber noch ziemlich fest erscheinen (Probematerial Nr. 9).

10. Jährliche Förderung: ca. 1400 cbm.

11. Abbaumethode: Unterhöhlungsarbeit.

12. Bisherige Verwendung: Bezeichnung der Bauwerke und der Verwendungsweise des Materials zu denselben.

B. Granitbruch zu, unmittelbar an dem nördlichen Ausgange des Dorfes, Kreis, Reg.-Bez.

Hierzu ein Profil (Fig. 4).

Der Bruch wurde im Jahre 1902 aufgeschlossen, doch ist der Abbau in der ersten Zeit nur vorübergehend betrieben worden. Seit 1905 steht er in geregelter Betrieb.

1. Gesamtmächtigkeit des aufgeschlossenen Gesteins: ca. 13 m. Abbausohle: ca. 10 m lang und ca. 3,5 m tief.

2. Abraum: Ackerboden 0,2 bis 0,6 m mächtig, mit vereinzelten Granitblöcken durchsetzt (Probematerial der letzteren Nr. 1).

3. Reihenfolge der Lagen:

A. ca. 1 m mächtige, zersetzte Schwarte, rostbraun gefärbt, mürbe und von dünnplattiger Absonderung (Probematerial Nr. 2).

B. ca. 3 m mächtige Lage von unregelmäßig bankförmig abgeordnetem, an der Oberfläche ockerig gefärbtem, zerklüftetem Gestein (Probematerial Nr. 3). Verwendung zu Steinschlag.

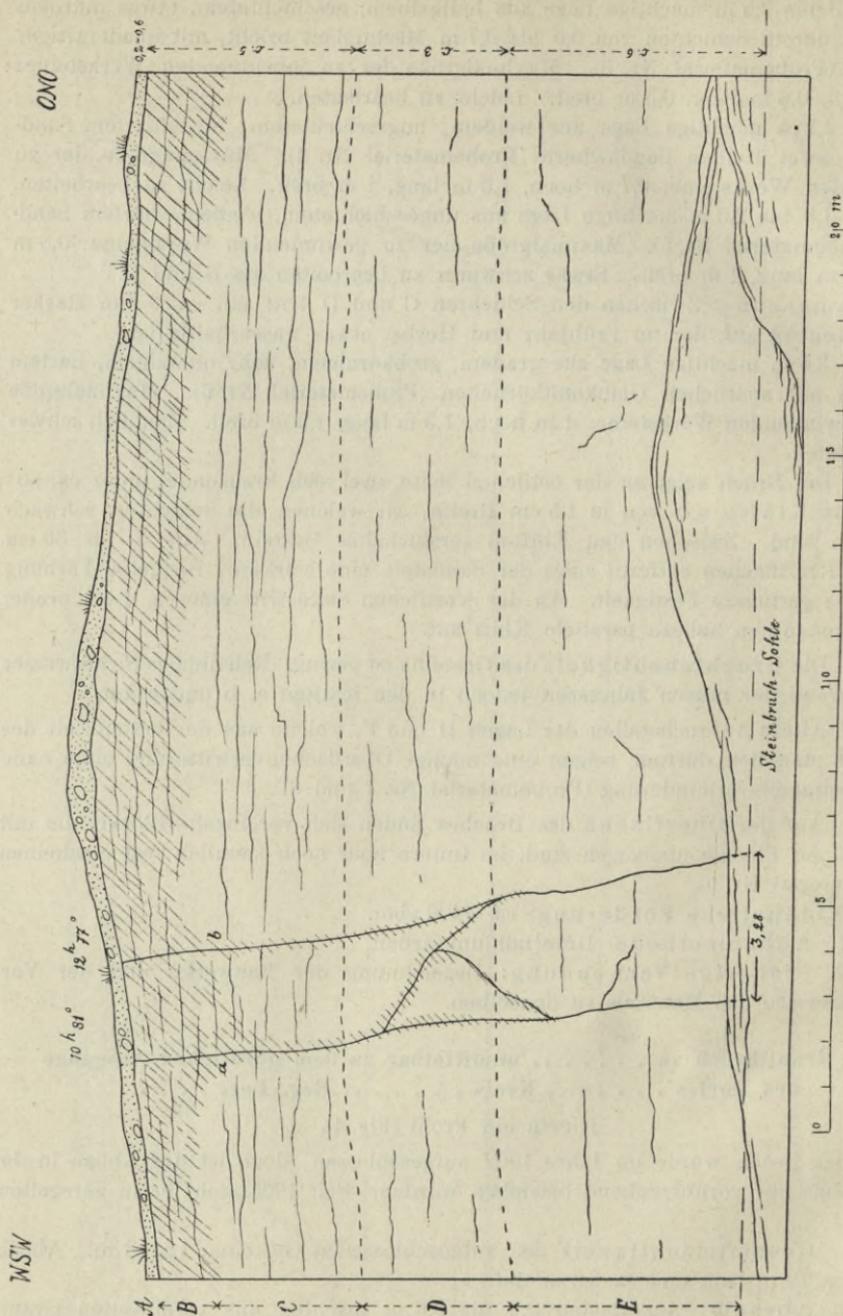


Fig. 4. Granitbruch zu
(Profil).

C. ca. 3 m mächtige Lage von feinkörnigem Gefüge, z. T. in bankförmigen Blöcken von 0,3 bis 0,5 m Mächtigkeit brechend (Probematerial Nr. 4). Maximalgröße der zu gewinnenden Werksteine: 0,4 m hoch, 1 m lang, 0,6 m breit.

D. ca. 6 m mächtige, feste Lage von klein- bis mittelkörnigem Gefüge (Probematerial Nr. 5). Stellenweise ist der Granit ungleichkörnig, mit vorwaltendem Feldspat und enthält hin und wieder kleinere Drusenräume mit Feldspat- und Quarzkristallen (Probematerial Nr. 6). Maximalgröße der zu gewinnenden Werksteine: 0,8 m hoch, 1,2 m lang, 0,8 m breit.

4. Der Bruch zeigt an der Westseite zwei nahezu parallele, steil einfallende Klüfte a b, zwischen denen das Gestein innerhalb der Lage C zerstückelt ist. Bis auf 15 cm von den Klüften entfernt erscheint der Granit schwach rostbraun gefärbt (Probematerial Nr. 7). Unregelmäßig ausgebildete Ablösungsflächen durchsetzen das Gestein annähernd parallel der Bruchwand (Bezeichnung an den Flächen der Proben: Q_1) in Entfernungen von 0,5 bis 1,5 m; scharf ausgebildete, ebenflächige Druckspalten parallel den Klüften a b (Bezeichnung wie oben: Q_2) in Entfernungen von 1,2 bis 3 m. Beide Ablösungsflächen schneiden sich unter ca. 80° .

5. Bruchfeuchtigkeit gering; in den Spalten a b tritt jedoch reichliches Sickerwasser auf.

6. Die seit dem Jahre 1902 stehen gebliebene Anbruchfläche zeigt stellenweise eine schwach rostbraune Färbung, ohne wahrnehmbare Festigkeitsverminderung (Probematerial Nr. 8).

7. Auf der Oberfläche des Bruches finden sich rostbraun gefärbte Granitblöcke (Probematerial Nr. 9).

8. Jährliche Förderung: ca. 600 cbm.

9. Abbaumethode: Durch Sprengarbeit und Keilspalten.

10. Bisherige Verwendung des Materials:

a) Aus der Lage B: Schottermaterial für den Chausseebau der Umgegend.

b) Aus der Lage C: Treppenstufen, Sockelbekleidung usw. Angabe der Bauwerke.

c) Aus der Lage D: Werksteine usw. Angabe der Bauwerke.

IV. Grundzüge der bautechnischen Gesteinsprüfung.

Die Gesteinsprüfung soll sich auf die Bestimmung der Festigkeit und Härte der Bausteine, sowie auf alle diejenigen Eigenschaften derselben erstrecken, welche ihren Wetterbeständigkeitsgrad bedingen. Als solche Eigenschaften kommen in Betracht: a) die mineralogische Zusammensetzung und Struktur; b) die Porosität und Wasseraufsaugungsfähigkeit; c) die Erweichbarkeit im Wasser; d) die Frostbeständigkeit. Demgemäß zerfällt die Gesteinsuntersuchung in folgende Einzelprüfungen:

1. Die Festigkeitsprüfung. Dieselbe hat in erster Linie den Zweck, die Widerstandsfähigkeit der Gesteine gegen ihre Beanspruchung auf Druck und ev. auf Biegung, Zug und Abscherung festzustellen. Ferner dient die Festigkeitsprüfung aber auch zur Bestimmung der Kornbindungsintensität, der Erweichbarkeit der Gesteine im Wasser, sowie zum Nachweis der experimentellen Frostwirkung. (Näheres siehe in den folgenden Absätzen.)

Die Prüfung wird an würfelförmigen bzw. prismatischen Gesteinsproben ausgeführt, welche mittels Schneidegatter aus größeren Blöcken hergestellt werden. Vom Steinmetzen bearbeitete Probekörper sind hierzu nicht geeignet. Die Prüfungszeugnisse dürfen sich nicht nur auf Angabe der Durchschnittswerte beschränken, sondern müssen daneben auch die Einzelwerte, mindestens aber die Maximal- und Minimalwerte enthalten, damit daraus ein Anhalt für die Beurteilung des Gleichmäßigkeitsgrades des Gesteins gewonnen werden kann. (s. Hb. S. 53—83.)

a) Durchschnittswerte der Druckfestigkeit in kg/qcm.

	Vorzüglich fest	Fest:	Mittelfest:	Mürbe:
Granit	2300—3700	1600—2200	1000—1500	600— 900
Porphyr	2500—3500	1800—2400	1200—1700	500—1100
Basalt	3500—4500	2500—3400	1300—2400	800—1200
Sandstein	1500—2200	900—1400	500— 800	250— 400
Grauwacke	1700—2200	1400—1600	950—1300	350— 550
Kalkstein	2000—2500	1200—1900	800—1000	200— 700
Marmor	1500—2000	1200—1400	900—1100	300— 800

b) Einen ungefähren Anhalt für die Beurteilung der Zug-, Schub- und Biegungsfähigkeit auf Grund der gefundenen Druckfestigkeitswerte P liefern folgende, aus Mittelwerten berechnete Faktoren:

	Druckfestigkeit in kg/qcm	Reduktionsfaktoren für P:		Biegungs- festigkeit
		Zugfestigkeit	Schubfestigkeit	
Granit	P	0,028	0,069	0,069
Porphyr	„	0,033	0,064	0,105
Sandstein	„	0,029	0,077	0,094
Kalkstein	„	0,059	0,083	0,119

c) Kornbindungsfestigkeit, d. h. die Festigkeit, mit welcher die körnigen Bestandteile des Gesteins miteinander verbunden sind. Dieselbe ist von Bedeutung für die Beurteilung des Wetterbeständigkeitsgrades der Gesteine.

Die Kornbindungsfestigkeit wird aus der Zugfestigkeit und dem Porositätskoeffizienten abgeleitet. Näheres s. Pf. S. 177, 264, 325 u. Hb. S. 181—192.

2. Bestimmung der mineralogischen Zusammensetzung und Struktur. Die Untersuchung geschieht zunächst an frischen Schlagflächen des Gesteins mittels der Lupe, dann aber an Dünnschliffen mittels des Mikroskops.

Es sind festzustellen:

- Die vorwaltenden und untergeordneten Mineralbestandteile des Gesteins, unter besonderer Berücksichtigung schädlicher, leicht zersetzbarer Beimengungen, wie Eisenkies usw.;
- die frische Beschaffenheit bzw. der bereits im Bruchgestein vorhandene Verwitterungsgrad der Gemengteile, namentlich des Feldspats;
- die Anordnung der Gemengteile und die Art der Kornbindung, insbesondere:
 - bei kristallinen Gesteinen: die mehr oder weniger kompakte Beschaffenheit der Kornbindung;

2. bei sedimentären, klastischen Gesteinen: die mineralogische Beschaffenheit des Bindemittels;

- d) die regellose bzw. geschichtete Struktur und deren Ursache: parallele Anordnung der körnigen Bestandteile, schichtenförmige Einlagerung einzelner Gemengteile usw. (s. Pf. S. 82 und 256 und Hb. S. 369).

3. Bestimmung der Porosität, der Wasseraufsaugung und des Sättigungskoeffizienten. (Theoretische Frostprüfung.)

- a) Behufs Feststellung der absoluten Porosität wird zunächst das Raumgewicht des Gesteins an glatt geschnittenen Würfeln durch Ausmessung und Wägung bestimmt, alsdann das spez. Gew. des Gesteinspulvers mittels des Pycnometers. Ist δ das Raumgewicht der Kubikeinheit und γ das spez. Gew., so berechnet sich daraus der Poreninhalt in Prozenten des Gesamtvolumens oder der Porositätskoeffizient P nach der Formel:
$$P = \frac{(\gamma - \delta) 100}{\gamma}$$
 (s. Pf. S. 149—151 und Hb. S. 107—110).
- b) Die Wasseraufsaugungsbestimmung geschieht durch Feststellung des Gewichts von scherbenartig geschlagenen, bei 50° C getrockneten Probestücken und des Gewichts derselben Proben nach ihrer Wasserlagerung bis zu maximaler Sättigung (s. Pf. S. 151—154 und Hb. S. 110—115).
- c) Der Sättigungskoeffizient S ist diejenige Zahl, welche angibt, welcher Volumteil der Poren eines Gesteins von dem unter gewöhnlichen Druck aufgenommenen Wasser gefüllt wird.

Bestimmung: Die zu b) verwendeten Proben werden des weiteren im Vakuum und darauf im Kompressor bei 150 Atm. mit Wasser gesättigt. Ist W_c die hierbei aufgenommene Wassermenge, W_2 das Gewicht des unter gewöhnlichem Druck aufgenommenen Wassers, so ist der Sättigungskoeffizient $S = \frac{W_2}{W_c}$ (s. Pf. S. 154—156 und Hb. S. 203—204).

- d) Theoretische Frostprüfung. Da das Wasser sich bei der Eisbildung um ein Zehntel seines Volumens ausdehnt, so kann das in den Poren des Gesteins gefrierende Wasser nur dann einen Druck auf die Wandungen der Hohlräume ausüben, wenn die Poren um mehr als neun Zehntel ihres Volumens vom Wasser erfüllt sind. Hiernach erscheint der Sättigungskoeffizient S als grundlegendes Kriterium für die Beurteilung der Frostbeständigkeit der Gesteine. Da die Füllung der Poren bei der natürlichen Wasseraufsaugung aber keine durchweg gleichmäßige sein wird, so bedarf es der Einführung eines Sicherheitsfaktors und es ist nach zahlreichen Beobachtungen der kritische Wert für $S = 0,8$ festgestellt worden (s. Pf. S. 36 bis 50 und Hb. S. 199—210).

- e) Die experimentelle Frostprüfung. Dieselbe beruht auf Bestimmung der Festigkeitsverminderung, welche das wassersatte Gestein nach 28maliger Frostwirkung erleidet. Zu berücksichtigen ist hierbei auch das durch den Frost hervorgerufene „Absanden“ und die Bildung von Rissen.

Wie alle künstlichen Nachahmungen der natürlichen Gesteinsverwitterung, so ist auch die experimentelle Frostprüfung mit erheblichen Mängeln behaftet. Die Aufnahme von Regen- und Schneewasser, welche das Gestein im Bauwerk erleidet, ist meist zehnfach geringer als die Sättigung durch Wasserlagerung, während andererseits eine 28malige Wiederholung des Gefrierens etwa nur der natürlichen Frostwirkung eines einzigen Jahres entspricht. Die experimentellen Bedingungen sind demnach von denen des natürlichen Vorganges wesentlich verschieden und es erlangen daher die Resultate der experimentellen Frostprüfung nur einen bedingten Wert. Eine notwendige Ergänzung derselben bildet die theoretische Frostprüfung. Näheres siehe Pf. S. 207—221 und Hb. S. 227—247.

4. Die Bestimmung der Erweichbarkeit der Gesteine im Wasser. Im Wasser erweichbar sind nur solche Gesteine, welche ganz oder teilweise aus Substanzen bestehen, deren Zusammenhang auf Adhäsion beruht, wie dies z. B. der Fall ist bei den tonigen und erdigkalkigen Bindemitteln der Sandsteine und den gleichartigen Gemengteilen der Tonschiefer, Schiefertone und Mergelkalke. Nicht erweichbar im Wasser sind dagegen die kristallinen Gesteine, welche lediglich der Kohäsion ihren Zusammenhang verdanken. Auch Gesteine mit adhärentem Gefüge können gegen Wasserwirkung mehr oder weniger widerstandsfähig werden, wenn sie von einer homogenen Substanz durchwachsen sind, wie z. B. die durch Kieselsäure infiltrierten Tone und erdigen Kalke. Stark wassererweichbare Gesteine sind durchweg frostunbeständig.

Ziffernmäßig wird der Grad der Wassererweichung (η) bestimmt nach der Formel $\eta = \frac{K_w}{K_t}$, in welcher K_w die Festigkeit des Gesteins in wassergelagertem, K_t diejenige im trockenen Zustand bedeutet (s. Pf. S. 178—180 und Hb. S. 192—199).

5. Die Bestimmung der Abnutzungshärte. Dieselbe kommt im wesentlichen nur bei der Prüfung der Schotter- und Pflastersteine in Betracht.

Ausführung: Es wird die Stärke der Abnutzung bestimmt, welche die Gesteinsproben erfahren, wenn sie mit einem Druck von 30 kg auf eine mit Schmirgel beschickte, horizontal rotierende Eisenscheibe abgeschliffen werden. Die nachfolgenden Durchschnittswerte wurden erhalten bei 440 Touren einer Schleifscheibe von 25 cm Radius (Schleifbahn ca. 650 m) unter Anwendung von 400 g Naxoschmirgel Nr. 3 (Hb. S. 89—99).

	Sehr hart:	Hart:	Ziemlich hart:	Mürbe:
	Durchschnittliche Stärke der Abnutzung in mm:			
Granit	0,9—1,1	1,2—1,4	1,6—1,8	2,2—2,6
Porphyr	0,7—0,9	1,0—1,2	1,4—1,6	1,8—2,4
Basalt	0,8—1,0	1,1—1,3	1,5—1,7	1,9—2,9
Quarzit	0,5—0,7	0,8—1,2	1,3—1,6	1,7—2,0
Sandstein	1,4—3,0	4,0—5,0	6,0—7,0	8,0—12,0

	Sehr hart:	Hart:	Ziemlich hart:	Mürbe:
	Durchschnittliche Stärke der Abnutzung in mm:			
Kieselige Grauwacke	1,0—1,3	1,5—2,0	2,4—2,8	3,0—3,4
Kieselskalkstein	1,2—1,5	1,7—2,4	2,8—3,2	3,6—4,0
Kalkstein	2,8—4,0	5,0—6,0	7,0—8,0	9,0—11,0

Über eine neue, verbesserte Methode zur Bestimmung der Abnutzungshärte s. Hirschwald und Brix: Untersuchungen an Kleinschlagdecken, Bautechnische Gesteinsuntersuchungen Heft 6, 1913. Berlin bei Gebr. Borntraeger.

V. Sachgemäße Bearbeitung und Verwendung der natürlichen Gesteine mit Rücksicht auf Schichtung und Spaltung.

1. Unter den Strukturverhältnissen der natürlichen Gesteine ist es namentlich die Schichtung, deren Berücksichtigung bei Bearbeitung der Werkstücke sowohl, wie bei Auswahl des Gesteins zu den verschiedenen Baugliedern, je nach deren mechanischer Beanspruchung und nach Maßgabe der Einwirkung des Regen- und Schneewassers auf die einzelnen Bauteile, von hervorragender Wichtigkeit ist. Da aber der Schichtung verschiedene Ursachen zugrunde liegen, so kommt ihr auch in technischer Hinsicht eine ungleiche Bedeutung zu.

2. Unter Schichtung versteht man die parallelfächige Struktur-
ausbildung des Gesteins. Dieselbe kann bedingt sein:

- a) durch wechselnde Korngröße in parallelen Lagen;
- b) durch lagenweise festeres oder lockeres Gefüge;
- c) durch substantiell verschiedenes, sowie mehr oder weniger reichliches Bindemittel in den einzelnen Lagen, mit oder ohne Färbungsunterschiede;
- d) durch parallele Einlagerung dünner Schichten von Ton, Mergel, Eisenocker usw., oder einzelner Blättchen von Glimmer, Körnchen von Glaukonit, Tongallen usw.;
- e) durch parallel angeordnete Höhlungen, Sandlöcher, Muschelreste u. a. m.

3. Mit der Schichtung ist unter Umständen eine mehr oder weniger vollkommene, ebenfächige Ablösung beim Zerschlagen des Gesteins verbunden, die bei großer Vollkommenheit und stetiger Wiederholung in dünnen Lagen als Schieferung bezeichnet wird.

Je vollkommener die mit der Schichtung verbundene Spaltbarkeit des Gesteins ist, desto größere Bedeutung kommt diesen Verhältnissen bei der Bearbeitung der Werkstücke zu.

4. Auch ohne wahrnehmbare Parallelstruktur des Gesteins kann dasselbe infolge von Gebirgsdruck, Hebung und Senkung der Ablagerung, eine

Spaltbarkeit aufweisen, welche meist mehr oder weniger rechtwinklig zum Lager gerichtet ist (Kopfspaltung).

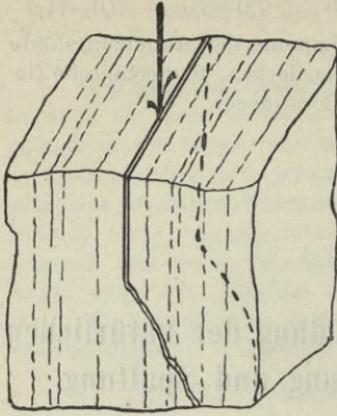


Fig. 5.

5. Nach dem Grade der mit der Schichtung verbundenen Spaltbarkeit des Gesteins lassen sich verschiedene Qualitätsgrade der Schichtung unterscheiden und auf folgende Weise bestimmen:

Etwa faustgroße Gesteinsproben werden mittels Meißel und Hammer¹⁾ nach der Schichtungs- bzw. Lagerfläche zu spalten versucht (Fig. 5) und zwar wird dieser Versuch sowohl an lufttrockenen Proben, als auch an solchen ausgeführt, welche einer 6tägigen Wasserlagerung unterworfen worden sind. Nach dem Ergebnis dieser Versuche kann man folgende Qualitätsklassen der Schichtung unterscheiden:

Schichtungs-klasse I: Das Gestein zeigt weder in trockenem Zustand noch nach 6tägiger Wasserlagerung, bei Behandlung mit Meißel und Hammer, wahrnehmbare Flächenablösungen.

Schichtungs-klasse II: In trockenem Zustande keine, nach der Wasserlagerung Spuren von Schichtenablösung.

Schichtungs-klasse III: In trockenem Zustande Spuren von Schichtenablösung, nach der Wasserlagerung größere, ebenflächige Spaltflächen bis zu 4 qcm.

Schichtungs-klasse IV: In trockenem Zustande ebenflächige Spaltflächen bis zu 4 qcm, nach der Wasserlagerung solche von doppelter Größe.

Schichtungs-klasse V: In trockenem Zustande ebenflächige Spaltflächen bis zu 9 qcm, nach der Wasserlagerung solche bis zu doppelter Größe.

Schichtungs-klasse VI: In trockenem Zustande grobschichtige, ebenflächige Zerspaltung der ganzen Gesteinsprobe.

Schichtungs-klasse VII: In trockenem Zustande dünn-schichtige, ebenflächige Zerspaltung der ganzen Gesteinsprobe.

6. Eine besondere Art der Schichtung, wie sie mitunter beim Sandstein auftritt, ist die Diagonalschichtung. Man versteht darunter eine in keilförmig auslaufenden Lagen abgesetzte, ungleich gerichtete Schichtung (Fig. 6). Mit derselben kann eine mehr oder weniger vollkommene Spaltung nach den einzelnen Schichtlagen verbunden sein, oder das Gestein zeigt keine erhebliche Spaltbarkeit. In letzterem Falle ist der Diagonalschichtung eine erheblich schädliche Einwirkung auf die Dauerfestigkeit des Gesteins nicht beizumessen.

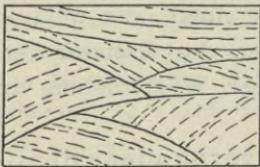


Fig. 6.

¹⁾ Man verwendet hierzu einen 2 cm breiten, recht scharfen Meißel.

7. In bezug auf die Schichtungsrichtung der Gesteine sind insbesondere folgende Arten der Werkstein-Bearbeitung zu unterscheiden:

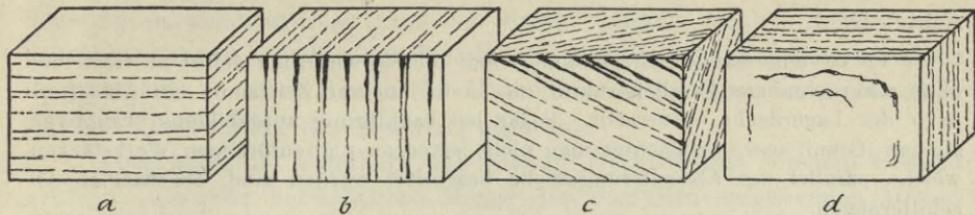


Fig. 7.

Lagerhafte Bearbeitung Fig. 7a: Schichtung rechtwinklig zur Mauerfläche und parallel zur Lagerfuge.

Querflächige Bearbeitung Fig. 7b: Schichtung rechtwinklig zur Mauerfläche und parallel zur Stoßfuge.

Schrägflächige Bearbeitung Fig. 7c: Schichtung schräge zur Mauerfläche, sowie zur Lager- und Stoßfuge.

Spaltflächige Bearbeitung Fig. 7d: Schichtung parallel zur Mauerfläche (sog. „auf den Spalt gestellte“ Werkstücke).

8. Als sachgemäß ist im allgemeinen nur die lagerhafte Bearbeitung der Werksteine zu bezeichnen; als fehlerhaft dagegen jede Formgebung derselben, bei welcher die Schichtung des Gesteins die Lagerfuge schneiden würde und zwar wirkt die Orientierung des Steinschnitts in Fig. 7b verhältnismäßig am geringsten, diejenige in Fig. 7d am meisten schädlich auf die Widerstandsfähigkeit des Materials ein¹⁾.

Die Schichtenausnagungen und Ablätterungen, welche durch unsachgemäße Bearbeitung der Werkstücke hervorgerufen werden, sind in Fig. 7b—d durch Verstärkung der Schichtlinien usw. angedeutet.

9. Dabei ist zu beachten, daß die unsachgemäße Bearbeitung der Werkstücke um so ungünstiger wirkt, je vollkommener das Gestein nach der Schichtung spaltbar ist (Schichtungsklassen III—VII).

¹⁾ Von alters her haben die Steinmetzen gegen diese Vorschrift verstoßen, und man findet wohl kein älteres oder neueres Bauwerk, an welchem nicht eine größere Anzahl querflächig, schrägflächig oder gar spaltflächig bearbeiteter Werkstücke zu beobachten sind, die denn auch fast durchgängig durch besonders starke Verwitterung sich bemerkbar machen, selbst wenn das Baugestein im allgemeinen gut erhalten ist.

Namentlich bei solchen Gesteinen, welche durch Unterhöhlung abgebaut werden, wie das besonders bei Sandsteinen der Fall ist, werden aus der zu Bruch gehenden Wand Stücke von den verschiedensten Dimensionen gewonnen, deren Längsausdehnung keineswegs immer der Schichtungsrichtung entspricht, und es liegt dann nahe, daß die Steinmetzen, bei der Auswahl für die jeweils zu bearbeitenden Quadern, sich lediglich von den Dimensionen der Bruchsteine leiten lassen, ohne Rücksicht auf deren Schichtungsrichtung. Namentlich bei Gesteinen mit ausgesprochener Parallelstruktur kann vor einer derartig unsachgemäßen Auswahl nicht dringend genug gewarnt werden.

10. Auch bei Gesteinen ohne ausgesprochene Parallelstruktur empfiehlt es sich, die Werkstücke so zu bearbeiten, daß die Richtung, welche der Begrenzungsfläche der Bänke entspricht, der Lagerfuge parallel gerichtet ist.

Es ist eine häufige Erscheinung, daß die Verwitterung selbst an Gesteinen ohne wahrnehmbare Parallelstruktur im Laufe längerer Zeiträume ein Abblättern nach der Lagerfläche verursacht. Sogar bei bankförmig ausgebildeten Eruptivgesteinen (Granit usw.) beobachtet man nicht selten an plattenförmigen Werkstücken, welche parallel der Absonderungsfläche bearbeitet worden sind, oberflächige Abschilferungen.

11. Von der allgemeinen Regel, daß geschichtete Gesteine nur in lagerhafter Form bearbeitet werden dürfen, ist hinsichtlich des Schnittes der Gewölbesteine eine Ausnahme zu machen.

Hier gilt als Regel, daß bei stark spaltenden Gesteinen (Spaltungsklasse V—VII) die Werkstücke so zu bearbeiten sind, daß die Mittellinie des Keilflächenwinkels parallel zur Schichtung gerichtet ist, um dem Kämpferdruck den größtmöglichen Widerstand entgegenzusetzen, Fig. 8*a*; zulässig ist auch die Bearbeitung *b*, fehlerhaft dagegen die Bearbeitung *c* und *d*; am ungünstigsten wirkt der Steinschnitt *d*, zumal die Verwitterungsfähigkeit durch den Druck in Richtung der Spaltfläche beträchtlich erhöht wird.

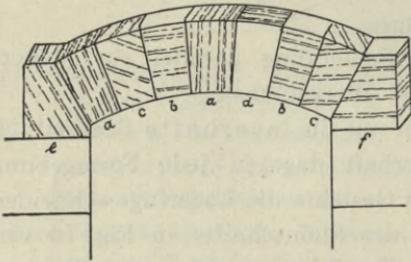


Fig. 8.

Für die Widerlager ist Fig. 8*e* die richtige Bearbeitung; diejenige von *f* nur bei Gesteinen der Schichtungsgruppe I—III zulässig.

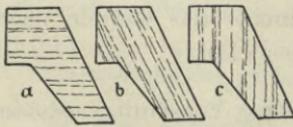


Fig. 9.

Bei Hakensteinen aus geschichtetem Material, selbst solchen der Spaltungsklasse II—III, ist nur der Steinschnitt Fig. 9*a* als sachgemäß zu bezeichnen, nicht aber derjenige von Fig. 9*b* und *c*. Ratsam ist es jedoch, die Anwendung geschichteten Materials für Hakensteine überhaupt zu vermeiden.

12. Eine besondere Bedeutung gewinnt die sachgemäße Auswahl und Bearbeitung des Materials für plattenförmige und solche Architekturteile, welche eine verhältnismäßig große Längenabmessung erhalten sollen. Da die Sandsteine und Kalksteine, welche das hauptsächlichste natürliche Baugestein bilden, nur in parallelförmig begrenzten Bänken vorkommen, deren Mächtigkeit selten mehr als 1 m, häufiger aber weniger beträgt, so sind Werkstücke von größerer Abmessung lediglich nach der Lagerichtung zu gewinnen und es entspricht daher die Längenausdehnung an den betreffenden Werkstücken der Schichtungsrichtung.

Nur Gesims-Stücke und solche für Friese, sowie für Tür- und Fensterstürze können aus solchem Gestein lagerhaft bearbeitet und versetzt werden, während die Werkstücke für Architekturteile mit vertikaler Längenausdehnung notwendigerweise „auf den Spalt“ gestellt werden müssen. Ist dabei das Gestein deutlich geschichtet und zeigt es überdies eine merkliche Spaltbarkeit, so sind damit die Bedingungen für eine verhältnismäßig schnelle Verwitterung des Materials gegeben.

Aber auch die lagerhaft bearbeiteten Gesimse aus solchem Gestein nehmen eine sehr beträchtliche Menge des von dem aufgehenden Mauerwerk abfließenden Wassers in sich auf, das von der Gesimsplatte in die Schichtfugen des Gesteins eindringt und sich an der Unterfläche des Gesimses ansammelt, wodurch, namentlich infolge von Frostwirkung, eine schnelle Zerstörung des Materials bewirkt werden kann.

13. Als allgemeine Regel hat daher zu gelten, daß Gesteine der Schichtklasse IV—VII (s. Abs. 5) zur Verwendung für folgende Architekturteile auszuschließen sind: Gesimse, Kragsteine, Friese, Fialen, Wimperge, Baldachine, Strebebögen, Fenstermaßwerk, Brüstungen, Baluster, alle ornamentierten und figürlichen Architekturteile, Abdeckplatten und plattenförmige Verblendsteine.

14. Am vorteilhaftesten für alle vorgenannten Bauglieder sind Gesteine ohne jede wahrnehmbare Parallelstruktur und Flächen-spaltung, wobei überdies darauf zu achten ist, daß das Material frei von Stichen ist und eine möglichst feste Kornbindung besitzt (s. IVc S. 20). Aus solchem Gestein können unbedenklich platten- und säulenförmige Werkstücke aller Art in jeder beliebigen Richtung zum Lager hergestellt werden.

15. Sollen jedoch Gesteine der Schichtungsklasse I—III für den gedachten Zweck verwendet werden, was in vielen Fällen wegen der leichten Gewinnung von plattenförmigen Bruchsteinen und solchen von genügender Länge aus derartigem Material erwünscht sein wird, so hat hierbei die Bearbeitung des Gesteins unter Berücksichtigung folgender Regeln zu erfolgen:

a) Gesimse. Die Schichtung darf niemals vertikal oder schrägeckig gerichtet sein (s. Abs. 7, S. 25). Meist pflegt die Bearbeitung wie in Fig. 10a zu erfolgen, wobei jedoch das abfließende Wasser in die Schichtlagen des Gesteins eindringt, was eine Abwitterung an der Unterseite der hängenden Platte bei *n* zur Folge hat. Vorteilhafter ist es die Gesteinsstücke so zu bearbeiten, daß die Schichtung parallel zur Abwässerungsfläche gerichtet ist (Fig. 10b), doch soll alsdann das Werkstück bei *l* abschneiden.

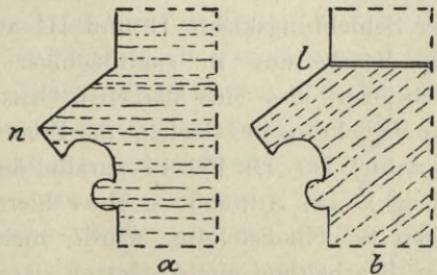


Fig. 10.

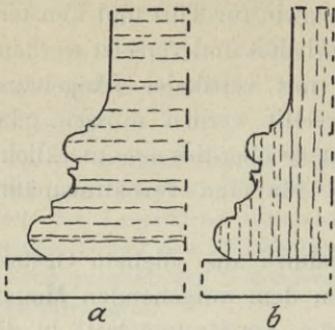


Fig. 11.

Dagegen ist an Fußgesimsen mit kehl-förmigen Gliederungen die Bearbeitung stets lagerhaft (Fig. 11 *a*) zu bewirken. Jede andere Richtung der Schichtung, namentlich aber die spaltflächige (Fig. 11 *b*) ist zu vermeiden, da an derartig bearbeiteten Werkstücken eine Abwitterung der vorstehenden Teile in verhältnismäßig kurzer Zeit stattzufinden pflegt.

b) Friese. Für Friesstücke kommt ebenfalls nur die lagerhafte Bearbeitung (Fig. 12 *a*) in Betracht. Die dünnplattige Gestaltung, mit vertikaler Ori-



Fig. 12 a.



Fig. 12 b.

rierung der Schichtung (Fig. 12 *b*) ist durchaus zu verwerfen, namentlich bei Friesen mit Ornamentierungen in Hochrelief.

c) Baluster nebst Abdeckungs- und Fußplatten. Da auch für Baluster lediglich die lagerhafte Bearbeitung (Fig. 13 *a*), nicht aber die spaltflächige (Fig. 13 *b*) sachgemäß ist, so kann das Material nur aus solchen Bänken entnommen werden, deren Mächtigkeit der Höhe der Baluster entspricht. Bei spaltflächiger Bearbeitung findet sehr bald ein Abplatzen der Ausbauchungen statt.

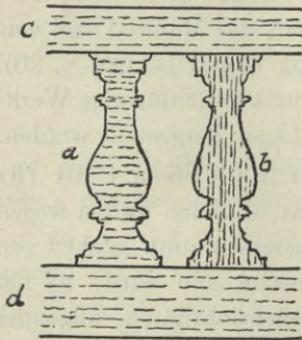


Fig. 13.

Für die Abdeckungs- und Fußplatten (*c* und *d*) ist ebenfalls nur lagerhafte Bearbeitung zulässig.

d) Maßwerk. Für die einzelnen Teile des gotischen Fenster-Maßwerks kommt für Gesteine der Schichtungs-kategorie II und III ausnahmsweise die Bearbeitung in spaltflächiger Richtung in Gebrauch, also eine derartige Orientierung, daß die Schichtung des Gesteins der Frontfläche parallel gerichtet ist. (In Fig. 14 parallel der Zeichnungsebene.) Bei Anwendung einer hierzu rechtwinkligen Schichtenstellung würde meist schon bei der Bearbeitung ein Abplatzen der Spitzen stattfinden; jedenfalls ist dies aber infolge von Verwitterung zu erwarten.

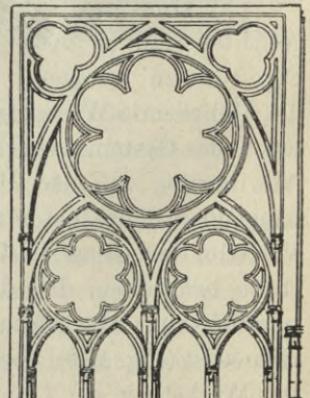


Fig. 14.

e) Fialen und Strebebögen. Sowohl die Kreuzblumen der Fialen, als auch deren pyramidaler Teil (Riese) mit seinen Krabben, unterliegen bei querflächiger Bearbeitung (Fig. 15a) überaus leicht der Verwitterung. Es empfiehlt sich daher bei größeren Abmessungen dieser Architekturglieder von der Herstellung aus einem einzigen Werkstück abzusehen und den unteren vierkantigen, sowie den pyramidalen Teil erforderlichen Falls aus mehreren Stücken zusammensetzen, welche lagerhaft, aus möglichst mächtigen Gesteinsbänken, zu arbeiten sind (Fig. 15b).

An Strebebögen ist das Maßwerk, wie bei Abs. d angegeben, spaltflächig herzustellen, während die Deckplatten lagerhaft zu orientieren sind. Sollen die letzteren (Fig. 16a) jedoch mit Krabben verziert werden, dann empfiehlt sich die Anwendung eines geschichteten Gesteins für die Abdeckplatten überhaupt nicht, weil bei lagerhafter Bearbeitung die Schichtung durch die Krabben hindurchsetzt und ein Abplatzen derselben begünstigt, während bei querflächiger Bearbeitung (Schichtung senkrecht) das Regenwasser sehr reichlich

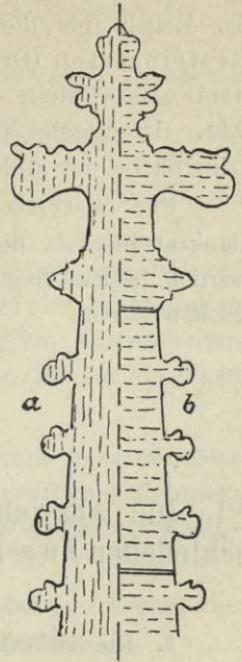


Fig. 15.

in das Gestein eindringt und dessen schnelle Zerstörung zur Folge hat. Die Bogenstücke c sind lagerhaft zu schneiden.

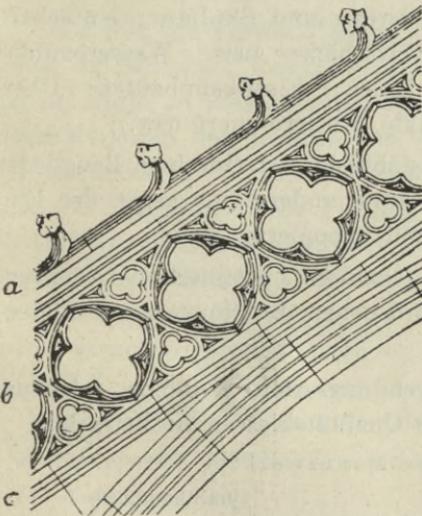


Fig. 16.

f) Plattenförmige Verblendsteine. Die übliche spaltflächige Bearbeitung ist bei guter Beschaffenheit des Gesteins (feste Kornbindung) für glatte Platten im oberen aufgehenden Mauerwerk unbedenklich; zur Bekleidung des Sockels, zumal unmittelbar über dem Erdreich, jedoch nicht zu empfehlen, weil das Gestein hier reichlich Feuchtigkeit von unten aufsaugt (Spritzwasser) und leicht durch den Frost abblättert.

Auch ist diese Bearbeitungsart für Verblendsteine mit stark vorstehendem Ornament (Rosetten usw. Fig. 17) nicht verwendbar, da das letztere sehr bald infolge von Verwitterung abplatzt.

Anmerkung: Auch bei allen anderen Architekturgliedern finden die vorstehend gegebenen Regeln sinngemäße Anwendung.



Fig. 17.

16. Der Schichtung sedimentärer Gesteine entspricht, hinsichtlich der Regeln für die Bearbeitung, die „Ablösungsfläche“ bei eruptiven Gesteinsarten (Granit, Syenit, Porphy, Trachyt, Basalt usw.), namentlich wenn das Gestein sich nach den Ablösungsflächen schichtig zerschlagen läßt. In diesem Falle sind die Werkstücke so zu bearbeiten, daß ihre Lagerfläche der Ablösungsrichtung parallel geht.

Für Werkstücke, deren Vertikaldimensionen größer sind als die Bankmächtigkeit des Gesteins, dürfen nur solche Vorkommen verwendet werden, welche innerhalb der Bänke keine stark entwickelten Absonderungsflächen zeigen.

VI. Die Auswahl geeigneten Gesteinsmaterials für die verschiedenen Zwecke des Hochbaues, Eisenbahn- und Wasserbaues.

A. Allgemeine Leitsätze.

1. Die Anforderungen, welche an die Qualität des Gesteins zu stellen sind, richten sich im allgemeinen:

- a) nach der Art und dem Charakter des Bauwerkes (Monumentalbauten mit mehr oder weniger reicher Gliederung und Skulptur; einfachere Bauten, wie Verwaltungsgebäude, Privathäuser usw.; Wasserbauten: Brücken, Schleusen, Quaimauern, Molen; Eisenbahnbauten: Über- und Unterführungen, größere Viadukte, Futtermauern usw.);
- b) nach der zu fordernden Widerstandsfähigkeit der einzelnen Bauglieder gegen mechanische Beanspruchung, sowie andererseits gegen den Einfluß der Witterung in geschützter und exponierter Lage;
- c) nach der Verwendung zu glatten Quadern, profilierten Gesimsen, skulpturierten Werkstücken, durchbrochenen Brüstungen, zu Fialen, Figuren usw.

2. Für diese verschiedenen Verwendungsarten kommen folgende, durch die Gesteinsprüfung festzustellende Qualitätsklassen in Betracht¹⁾.

a) Glatte Werkstücke im aufgehenden Mauerwerk:

Für Monumentalbauten	Qualitätsklasse I
„ einfachere Baulichkeiten	„ I—II
„ Sockelmauerwerk an Monumentalbauten	„ IC
„ „ „ einfachen Bauwerken	„ I
„ alle Bauwerke bezw. Bauteile, welche in unmittelbarer Berührung mit dem Erdreich stehen	

¹⁾ Über die Bedeutung der Qualitätsklassen siehe: Hirschwald, Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung, S. 339—342; desgl., Die Prüfung der natürlichen Bausteine usw., S. 240—243.

(Über- und Unterführungen in Eisenbahndämmen, Rampen usw.)	Qualitätsklasse IC
Für Wasserbauten (in Höhe des veränderlichen Wasserstandes und unter Wasser)	„ IA—IC
Desgl. außerhalb des höchsten Wasserstandes	„ I
b) Gesimse, Balustraden, Brüstungen, skulpturierte Architekturglieder (Fialen, Fenstermaßwerk usw.), Figuren;	
an Monumentalbauten	Qualitätsklasse IA—IB
„ einfacheren Bauwerken	„ IC.

3. Da die Steinbrüche in ihren einzelnen Bänken meistens Material von verschiedener Qualität enthalten, so wird auf Grund der eingesandten Proben und ihrer durch das Prüfungszeugnis festgestellten Eigenschaften zu bestimmen sein, aus welchen Bänken die Lieferungen für die einzelnen Bauteile zu erfolgen haben.

4. Bei der Auswahl des Materials für Bauteile, welche in besonderem Grade auf Druck, Biegung, Abscherung oder Zug in Anspruch genommen werden, sind die Minimalwerte der bei der Prüfung erhaltenen Festigkeitsergebnisse als maßgebend anzusehen.

Gesteine mit „Kopfspaltung“ sind für Werkstücke, welche der Biegung oder Abscherung ausgesetzt sind, nicht zu verwenden¹⁾.

B. Spezielle Normen für die einzelnen Gesteinsarten.

Da für die Verwendbarkeit der Gesteine zu exponierten Architekturteilen, zu Bauteilen, welche in unmittelbarer Verbindung mit dem Erdreich stehen, sowie zu Wasserbauten in erster Linie die Widerstandsfähigkeit des Materials gegen den Einfluß von Wasser und Frost von Bedeutung ist, so werden neben der mineralogischen Gesteinsbeschaffenheit namentlich die durch die experimentelle Prüfung zu bestimmenden Erweichungs- und Sättigungskoeffizienten der Gesteine für die Entscheidung über die Brauchbarkeit derselben zu den gedachten Zwecken in Betracht kommen. Die nachfolgende Übersicht gibt einen Anhalt hinsichtlich der dieserhalb an die einzelnen Gesteinsarten zu stellenden Anforderungen.

1. Sandsteine.

a) Grenzwerte für die Erweichungs- und Sättigungskoeffizienten²⁾:

¹⁾ Das Vorhandensein von Kopfspaltung ist meistens schon an den Probewürfeln zu erkennen, wenn man dieselben mittels eines breiten und scharfen Meißels, in verschiedener Richtung, senkrecht zur Schichtfläche, zerschlägt.

²⁾ Unter „Erweichungskoeffizient“ versteht man, wie bereits an anderer Stelle hervorgehoben wurde, den Quotienten aus der Druckfestigkeit in trockenem Zustande und nach 28-tägiger Wasserlagerung; unter „Sättigungskoeffizient“ den Quotienten aus der Wasseraufsaugung unter gewöhnlichem Druck und bei 150 Atm. (s. Abschnitt IV, Absatz 3).

	Erweichungs- koeffizient.		Sättigungskoeffizient.	
	Niedrigster Wert:		Höchster Wert:	
			bei unvollkom- men geschichte- tem Gestein:	bei sehr deutlich geschichtetem Gestein:
Glatte Werkstücke im aufgehenden				
Mauerwerk	0,75	0,8	0,75	0,7
Gesimse und Kragsteine	0,8	0,75	0,7	0,65
Skulpturierte Architekturglieder	0,85	0,70	0,65	0,60
Bauteile, welche unmittelbar mit dem				
Erdreich in Berührung stehen	0,85	0,70	0,65	0,60
Wasserbauten	0,9	0,65	0,60	

b) Zu Gesimsen, skulpturierten Architekturgliedern, sowie zu Sockelmauerungen, Rampen und anderen mit dem Erdreich in Berührung stehenden Bauteilen, desgl. zu Wasserbauten sind nicht zu verwenden:

1. Sandsteine mit größerem Gehalt an Feldspatkörnchen;
2. die geschichteten Sandsteine, welche auf den Schichtflächen Glimmerblättchen oder Tongallen enthalten, und sich infolgedessen glattflächig bis schiefrig schlagen lassen (Schichtungsklassen III—VII s. Abschnitt V, Abs. 5).

c) „Stichiges“ Gestein ist von der Verwendung gänzlich auszuschließen.

d) Für Bauten im Meerwasser sind außer den unter b und c angeführten Sandsteinen solche mit kalkigem Bindemittel nicht zu verwenden. Desgleichen sind Sandsteine der letzteren Art für Bauwerke in solchen Orten auszuschließen, deren Atmosphäre bei feuchtem Klima einen beträchtlichen Gehalt an Rauchgasen enthält.

2. Grauwacken.

a) Grenzwerte für die Erweichungs- und Sättigungskoeffizienten:

	Erweichungs- koeffizient.		Sättigungskoeffizient.	
	Niedrigster Wert:		Höchster Wert:	
			bei unvollkom- men geschichte- tem Gestein:	bei sehr deutlich geschichtetem Gestein:
Glatte Werkstücke im aufgehenden				
Mauerwerk	0,80	0,80	0,70	0,65
Gesimse und Kragsteine	0,85	0,70	0,65	0,60
Skulpturierte Architekturglieder	0,85	0,65	0,60	
Bauteile, welche unmittelbar mit dem				
Erdreich in Berührung stehen	0,90	0,65	0,60	0,55
Wasserbauten	0,90	0,60	0,55	

b) Von der Verwendung zu Gesimsen, skulpturierten Architekturgliedern, Sockelmauerungen, Rampen und anderen mit dem Erdreich in Berührung stehenden Bauteilen, sowie zu Wasserbauten sind schiefrige Grauwacken und Grauwackenschiefer auszuschließen.

c) Grauwacken mit größeren Tonschieferbrocken dürfen nur zu glatten Quadern im aufgehenden Mauerwerk von Hochbauten, dagegen zu Wasserbauten nicht verwendet werden.

- d) Stichtiges Gestein, wie es namentlich häufig bei Grauwacken in stark dislozierten Gebirgsformationen vorkommt, ist von der Lieferung gänzlich auszuschließen, selbst wenn das Gestein nach Zusammensetzung und Kornbindung von guter Beschaffenheit ist.

3. Kalksteine.

- a) Grenzwerte für die Erweichungs- und Sättigungskoeffizienten:

	Erweichungs- koeffizient. Niedrigster Wert:	Sättigungskoeffizient. Höchster Wert:	
		bei unvollkom- men geschichte- tem Gestein:	bei sehr deutlich geschichtetem Gestein:
Glatte Werkstücke im aufgehenden			
Mauerwerk	0,85	0,75	0,70
Gesimse und Kragsteine	0,88	0,70	0,65
Skulpturierte Architekturglieder	0,90	0,65	0,60
Bauteile, welche unmittelbar mit dem			
Erdreich in Berührung stehen	0,90	0,60	0,55
Wasserbauten	0,93	0,55	0,50

Anmerkung: Für dichte Kalksteine mit geringer Wasseraufsaugung ist der Sättigungskoeffizient, behufs Beurteilung der Wetterbeständigkeit des Gesteins, mit folgenden Reduktionsfaktoren zu multiplizieren:

Wasseraufsaugung:	Reduktionsfaktor:
1. geringer als 0,6 Gew.-%,	0,75
2. 0,6—0,9 Gew.-%	0,875

Die oben angegebenen Sättigungskoeffizienten stellen bereits die reduzierten Werte dar.

- b) Rogensteine und Kalksteine mit vorherrschenden Muschelresten sind von der Verwendung für Gesimse, Balustraden und skulpturierte Architekturglieder im allgemeinen auszuschließen, es sei denn, daß sie durch ein sehr festes kristallinisches Gefüge der Grundmasse ausgezeichnet sind (z. B. Fränkischer Muschelkalk).
- c) Dunkelgraue bis grauschwarze Kalksteine besitzen einen beträchtlichen Gehalt an organischen Substanzen. Sind solche Gesteine nicht von sehr kompaktem Gefüge, großer Festigkeit und Härte, so ist ihre Verwendung für Wasserbauten zu vermeiden.
- d) Für Bauten im Meerwasser sind Kalksteine im allgemeinen nicht geeignet, weil das Kalkkarbonat in Salzwasser löslich ist und das Gestein daher starke Ausnagungen erleidet.
- e) Bänke mit beträchtlichem Gehalt an Eisenkies sind von der Lieferung auszuschließen.

4. Marmor.

- a) Für Marmor, welcher im Außenbau Verwendung finden soll und zu Skulpturwerken, die zur Aufstellung im Freien bestimmt sind, darf der Erweichungskoeffizient nicht unter 0,95, der Sättigungskoeffizient nicht über 0,75 betragen. Auch hier kommt jedoch der in Absatz 3, Anmerkung zu a, erwähnte Reduktionsfaktor in Betracht.

- b) Bläulichgrau gefärbter Marmor ist im Außenbau nur zu verwenden, wenn die Färbung nicht durch fein verteilten Eisenkies bewirkt wird.
- c) Ebenflächige Schichtstreifungen werden meist durch Einlagerung feiner Glimmerschüppchen oder kleiner Eisenkieskörnchen hervorgerufen. Gesteine von solcher Beschaffenheit und namentlich der letzteren Art erweisen sich als wetterunbeständige Materialien.
- d) Die in der Technik ebenfalls als Marmor bezeichneten dichten, politurfähigen Kalksteine und namentlich solche von bunter Färbung enthalten häufig Tonadern, welche durch Wasser leicht erweichbar sind. Solche Gesteine sind nur im Innern zu verwenden, jedoch auch dort nicht zu Fußbodenfliesen, da die Tonadern schon nach kurzer Zeit ausgetreten werden.

5. Dachschiefer.

- a) Der Sättigungskoeffizient darf den Wert von 0,65 nicht übersteigen, der Erweichungskoeffizient nicht niedriger als 0,8 sein.
- b) Die Oberfläche der Schieferplatten soll starken Seidenglanz zeigen (als Beweis eines hohen Glimmergehaltes) und nicht vollkommen eben, sondern schwach wellig sein (Kennzeichen einer flasrigen Struktur).
- c) Intensiv schwarzgefärbte Schiefer, welche auf dem Querbruch matt erscheinen (ähnlich der schwarzen Kreide) sind von geringer Qualität.
- d) Schiefer mit wahrnehmbarem Gehalt an Eisenkies sind von der Lieferung auszuschließen, desgleichen Platten mit transversaler, d. h. quer zur Platten-Oberfläche gerichteter Schichtung.

6. Kristallinische Silikatgesteine.

(Granit, Syenit, Diorit, Diabas, Gabbro, Porphy, Trachyt, Basalt usw.)

- a) Der Sättigungskoeffizient soll den Wert von 0,75 nicht übersteigen¹⁾; der Erweichungskoeffizient nicht niedriger als 0,9 sein.
- b) Feinkörnige Abänderungen sind den grobkörnigen vorzuziehen.
- c) Gesteine, deren Feldspatgehalt nicht mehr frisch und glänzend, sondern von matter Beschaffenheit ist, sind von geringer Qualität und dürfen namentlich für Wasserbauten nicht verwendet werden; auch stark glimmerhaltige Gesteine sind hierfür nicht zu empfehlen.
- d) Das Gestein darf keinen erheblichen Gehalt an Eisenkies zeigen.
- e) Der Anforderung an besondere Zähigkeit, wie sie z. B. für „Eisbrecher“ an Brückenpfeilern zu stellen ist, entsprechen am besten die feinkörnigen, nicht geschichteten hornblende- und augitreichen Gesteine (Diorit, Diabas, Basalt).
- f) Basalte mit weißen, sternförmigen Flecken und solche mit körniger Absonderung (Sonnenbrenner) sind von der Lieferung auszuschließen²⁾.

¹⁾ Für kristallinische Silikatgesteine ist in gleicher Weise wie für Kalksteine event. der Reduktionsfaktor (s. S. 33 Anmerkung) in Rechnung zu stellen.

²⁾ Auch solche Basalte, welche nach viertelstündigem Kochen mit Salzsäure weiße, sternförmige Flecken zeigen, sind als „Sonnenbrenner“ zu betrachten.

- g) Trachyte, deren Feldspatkristalle sich beim Zerschlagen herauslösen, sind als minderwertige Gesteine zu betrachten.

VII. Kontrolle bei Abnahme der Gesteinslieferung.

1. Die Fürsorge für den möglichst dauerhaften Bestand eines zu errichtenden Bauwerkes durch sorgfältige Auswahl des Baugesteins und durch dessen sachgemäße Bearbeitung findet ihre Ergänzung in einer eingehenden Kontrolle der angelieferten Werksteine.

Äußerlich fehlerfreies Material, richtige Form und Dimensionierung des Steinschnittes, sowie saubere Ausführung der Steinmetzarbeit sind hierbei in der üblichen Weise zu berücksichtigen. Überdies aber kommt in Betracht: die vorgeschriebene Verwendung der einzelnen Bänke des Bruches für die Herstellung der verschiedenen Bauglieder (glatte Quader des aufgehenden Mauerwerks, Gesimse und sonstige architektonische Gliederungen), desgleichen die lagerhafte Bearbeitung der Werkstücke bezw. die richtige Anwendung der gegebenen Ausnahmebestimmungen (s. Abs. V).

2. Eine Vorbedingung für die sachgemäße Ausführung der Kontrolle hinsichtlich der bestimmungsmäßigen Verwendung des Materials der einzelnen Bänke bildet die genaue Kenntnis des betreffenden Bruchgesteins in seinen verschiedenen Lagen. Am vollkommensten ist eine solche Kenntnis durch die Untersuchung des betreffenden Bruches (s. Abschnitt VI) zu gewinnen, welche deshalb auch durch denjenigen Baubeamten erfolgen sollte, welchem die Kontrolle der Gesteinslieferung übertragen wird.

3. Sind bei dieser Untersuchung diejenigen Gesteinseigenschaften festgestellt worden, durch welche sich das Material der einzelnen Lagen unterscheidet, und überdies, behufs Vergleichung, Probestücke aus sämtlichen verschiedenen Bänken entnommen, so wird sich in den meisten Fällen die Herkunft der einzelnen Quader mit genügender Sicherheit feststellen lassen.

Für die Identitätsbestimmung des Materials der betreffenden Schichtproben und der daraus bestimmungsgemäß gefertigten Werkstücke sind folgende Gesteinseigenschaften zu berücksichtigen: Farbe, Größe und Gleichmäßigkeitsgrad der Körnung, Nebenbestandteile, Schichtungsgrad, Ursache der Schichtung, Festigkeitsgrad (durch Zerbrechen scherbenförmiger Proben zu bestimmen, s. Abschnitt II, Abs. 10, Fig. 2), Beschaffenheit der Bruchfläche und Spaltbarkeit. (Näheres s. Abschnitt III, Abs. 7.)

4. Zur Vergleichung der Körnung empfiehlt sich die Anwendung einer Schablone aus dünnem Blech oder Kartonpapier mit quadratischem Aus-

schnitt von 1 cm Seitenlänge (Fig. 18), welche man auf die möglichst glatte Bruchfläche des Gesteins auflegt, um die einzelnen Körner an den Quadratseiten auszuzählen. Als Anhalt für die Vergleichung dient das Produkt der Kornzahl an zwei sich schneidenden Seiten, also die Durchschnittszahl auf 1 qcm. Auf diese Weise können geringe Unterschiede der Körnung mit Sicherheit erkannt werden, zumal wenn man die Untersuchung an mehreren Stellen wiederholt und den Mittelwert der Bestimmungen zugrunde legt.

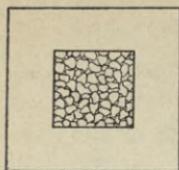


Fig. 18.

Es ist ratsam, das Gestein vorher mit Wasser anzufeuchten, wodurch die Körnung deutlicher hervortritt. Bei Sandsteinen mit pulverförmigem Bindemittel wird der auf der Schlagfläche entstehende Gesteinsstaub mit einer Bürste entfernt.

5. Alle Strukturbeobachtungen sind an frischen Bruchflächen, nicht aber an bearbeiteten Flächen auszuführen, da an letzteren das Gefüge, infolge seiner teilweisen Zerstörung durch die Bearbeitung nicht mehr deutlich hervortritt. Von den zu untersuchenden Werkstücken schlägt man für die Untersuchung mit Hilfe eines scharfen Meißels ein scherbenförmiges Probestück von der roh bearbeiteten Hinterfläche ab.

6. Ob die Werkstücke lagerhaft bearbeitet sind, läßt sich bei deutlich geschichteten Gesteinen ohne weiteres und zwar am leichtesten an der nicht bearbeiteten Hinterfläche des Quaders oder an der frischen Bruchfläche des abgeschlagenen Scherbens feststellen.

7. Einen weiteren Anhalt gewährt bei Sandsteinen und Grauwacken die Einlagerung von Glimmerblättchen, welche stets nach der Schichtung angeordnet sind, sowie die Form der körnigen Bestandteile, deren Längenausdehnung der Schichtung entspricht. Dasselbe gilt für Muscheleinschlüsse, wie sie namentlich bei Kalksteinen häufig sind. Dagegen gewähren unscharf begrenzte Streifen von Eisenocker keinen zuverlässigen Anhalt für die Schichtungsrichtung, während sie bei nichtgeschichteten Silikatgesteinen (Granit, Trachyt, Basalt usw.) entweder die Richtung der bankförmigen Absonderung andeuten, oder darauf schließen lassen, daß das Werkstück aus unmittelbarer Nähe einer Spalte her stammt.

8. Werkstücke, deren Vertikalabmessungen größer sind als die Bankmächtigkeit der Gesteinslage, aus welcher sie gefertigt sind, werden naturgemäß ohne weiteres als nicht lagerhaft bearbeitet zu betrachten und von der Verwendung auszuschließen sein, es sei denn, daß mit Rücksicht auf die besondere Beschaffenheit des Gesteins eine solche Bearbeitung ausdrücklich gestattet worden ist (s. Abschnitt V, Abs. 15).

9. Unter Beachtung der vorstehenden Regeln wird sich im allgemeinen, bei genügender praktischer Gesteinskenntnis, eine ausreichende Kontrolle der Baugesteinslieferung bewirken lassen. Empfehlenswert erscheint es jedoch, daß die sachgemäße Ausführung der Steinmetzarbeiten auch durch häufigere Besuche des Werkplatzes seitens der Bauleitung sichergestellt wird.

Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung

zum Gebrauch für Beamte der Materialprüfungsanstalten und Baubehörden, für Steinbrüchinge-
neure, Architekten und Bauingenieure, sowie für Stu-
dierende der Technischen Hochschulen von **Geh. Regie-
rungsrat Prof. Dr. J. Hirschwald**, Vorsteher des Mineralog.-
geol. Instituts der Kgl. Technischen Hochschule Berlin.
Mit 7 Farbendrucktafeln u. 470 z. T. farbigen Textfiguren.

Geb. 60 Mk.

Die bautechnisch verwertbaren Gesteinsvorkommnisse des Preußisch. Staates und einiger Nachbargebiete.

Eine tabella-
rische Zusammenstellung der Steinbrüche, nach Provinzen,
Regierungsbezirken und Kreisen geordnet, mit Angabe
der Verwendung der betreffenden Gesteine zu älteren
Bauwerken und des an ihnen beobachteten Wetterbe-
ständigkeitsgrades des Materials, bearbeitet von **Geh. Re-
gierungsrat Professor Dr. J. Hirschwald**, Vorsteher des
Mineralog.-geolog. Institutes der Technischen Hochschule
Berlin. Mit einer Übersichtskarte in Farbendruck. Her-
ausgegeben im Auftrage des Königl. Minist. der öffent-
lichen Arbeiten. Geh. 12 Mk., geb. 13 Mk. 50 Pfg.

Bautechnische Gesteinsuntersuchungen.

Mitteilungen aus dem Mineralog.-geolog. Institut der Technischen Hochschule Berlin. Herausgegeben von **J. Hirschwald**. Jedes Heft 4—5 Druckbogen in Groß-Lexikonformat mit zahlreichen Abbildungen bzw. Tafelbeilagen.

Bereits erschienen:

- | | | | | |
|--------------------|-------------|---------|-----------|----------------|
| I. Jahrg. 2 Hefte: | Subskr.-Pr. | 14 Mk., | Einzelpr. | 18 Mk. 50 Pfg. |
| II. „ 2 „ | „ | 13 „ | 60 Pfg., | „ 18 „ 50 „ |
| III. „ 2 „ | „ | 16 „ | 80 „ | „ 21 „ |

Jahrgang I Heft 1: Vorwort. — Die Prüfung der natürlichen Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit (zur Einführung). — Gesteinsuntersuchungen für die Renovationsarbeiten am Kölner Dom. I. Kalkstein von Saint-Même. — Die Verwitterungsursache der als „Sonnenbrenner“ bezeichneten Basalte. — Beiträge zur Bestimmung des Erweichungskoeffizienten natürlicher Bausteine. — Kleinere Mitteilungen: Das Probematerial für technische Gesteinsprüfungen.

Jahrgang I Heft 2: Untersuchungen von Baugesteinen für die Renovationsarbeiten am Kölner Dom (Forts.: Deutsche Sandstein- und Kalksteinvorkommen). — Systematische Untersuchungen der Gesteinsmaterialien alter Bauwerke: 1. Das Baugestein am Münster zu Ulm. — Die Einwirkung der Rauchgase auf die gesteinsbildenden Mineralien. — Die schalenförmige Verwitterung und ihre Beziehung zu dem Gehalt der Gesteine an wasserlöslichen Bestandteilen. — Kleinere Mitteilungen: Auswahl der Probekörper für vergleichende Bestimmungen; die Form der Probekörper; die Unzulänglichkeit der Mittelwerte.

Bautechnische Gesteinsuntersuchungen:

Jahrgang II Heft 1: Systematische Untersuchung der Gesteinsmaterialien alter Bauwerke: 2. Die Verwitterung am Otto-Heinrichs-Bau des Heidelberger Schlosses. — Über die Einwirkung von Traß- und Zementmörtel auf natürliche Bausteine. — Ein Beitrag zur Petrographie des Trasses und zur Erklärung seiner hydraulischen Wirkungsweise. — Über die Auslaugung langsam abbindender Traßmörtel bei ihrer Verwendung zu Wasserbauten. — Kleinere Mitteilungen: Die Untersuchung der verschiedenen Gesteinsarten auf ihren Wert als Straßenbaumaterial.

Jahrgang II Heft 2: Theorie und Praxis der bauwissenschaftlichen Gesteinsuntersuchungen, ein Beitrag zur Reform der Gesteinsprüfung in den Technischen Versuchsanstalten. — Systematische Untersuchung der Gesteinsmaterialien alter Bauwerke: 3. Das Baugestein am Straßburger Münster. — Der „Hydratwassergehalt“ im Traß. — Kleinere Mitteilungen: Über Traßmörtel-Mischungen und deren Wasserauslaugung.

Jahrgang III, Heft 1: Untersuchungen an Kleinschlagdecken, behufs Gewinnung einer Grundlage für die Prüfung der natürlichen Gesteine auf ihre Verwendbarkeit als Straßenbaumaterial. (I. Teil.) — Untersuchungen über die Verwitterung des Baugesteins an der Bremer Baumwollbörse. — Die Entwicklung der Baugesteinsprüfung an der ehemaligen Versuchsanstalt und dem gegenwärtigen Prüfungsamt zu Berlin. — Kleinere Mitteilungen.

Jahrgang III, Heft 2: Untersuchungen an Kleinschlagdecken, behufs Gewinnung einer Grundlage für die Prüfung der natürlichen Gesteine auf ihre Verwendbarkeit als Straßenbaumaterial. (II. Teil.) — Der Glühverlust des gelben, grauen und blauen Trasses.

Gesteine für Architektur und Skulptur von **Professor Dr. O. Herrmann**. Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage des Anhangs aus dem Werke des Verfassers „Steinbruchindustrie und Steinbruchgeologie“. Gebunden 5 Mk.

Grundzüge der geologischen Formations- und Gebirgskunde von **Dr. A. Tornquist**, o. ö. Professor der Geologie an der Universität Königsberg i. Pr. Mit 127 Textabbildungen. Gebunden 8 Mk.

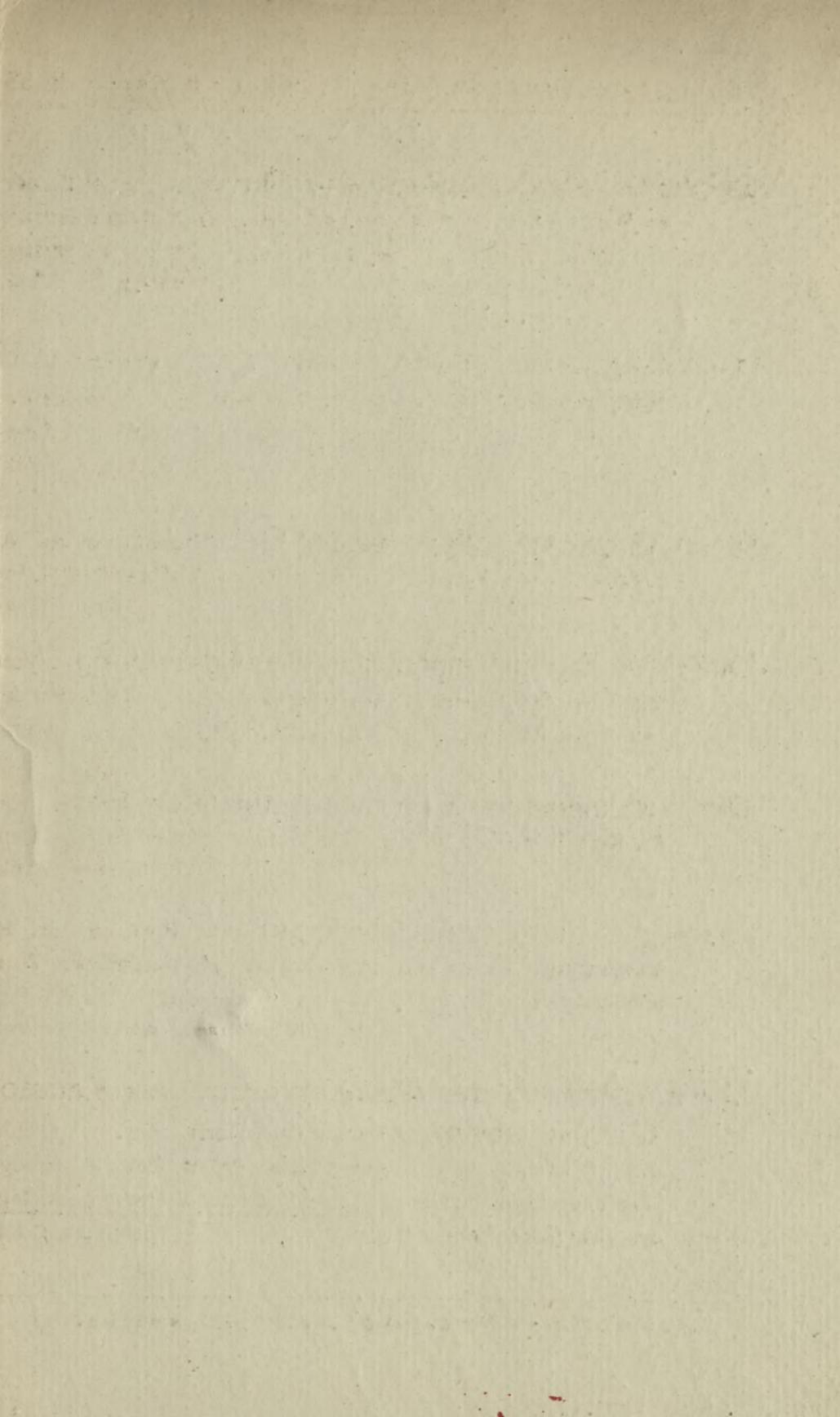
Grundzüge der allgemeinen Geologie von **Dr. A. Tornquist**, o. ö. Professor an der Universität Königsberg i. Pr.
Unter der Presse

Über die Bedingungen der Gebirgsbildung. Vorträge von **Dr. K. Andree**, Privatdozenten für Geologie an der Universität Marburg. Mit 16 Textabb. Geheftet 3 Mk. 20 Pfg.

Die vulkanischen Erscheinungen der Erde von **Dr. Karl Schneider**. Mit 50 Abbildungen, Karten und Profilen. Gebunden 13 Mk.

Geologie der Steinkohlenlager von **Professor Dr. H. Dannenberg**. Erster und zweiter Teil. Mit zahlreichen Textabbildungen. Geheftet 13 Mk. 30 Pfg.
Der dritte Teil befindet sich in Vorbereitung

Die Entstehung der Steinkohle und der Kaustobiolithe überhaupt wie des Torfs, der Braunkohle, des Petroleums usw. von **Professor Dr. H. Potonié**, Königl. Landesgeologen in Berlin. Fünfte, sehr stark erweiterte Auflage mit zahlreichen Abbildungen. Gebunden 9 Mk.



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II 31094
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300055