



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300778

Mathematische

Grunduntersuchungen

von Dr. G. B. ...

Erster Band

Verlag von ...

Leipzig 18...

J. X. 46/1912



Bautechnische Gesteinsuntersuchungen

Mitteilungen aus dem Mineralog.-geolog. Institut
der Kgl. Technischen Hochschule Berlin

Herausgegeben

von

Prof. Dr. J. Hirschwald

Geheimer Regierungsrat

1
2
7
8

III. Jahrgang 1912

(Heft 1)

5.
6.

1
2 1912. 6. Heft
4 1918. 7. Heft
5 1921. 8. Heft.

BERLIN

VERLAG VON GEBRÜDER BORNTRAEGER

W 35 Schöneberger Ufer 12a

1912



III 18027

J.X.46/1912



nr inw. 1842

Alle Rechte vorbehalten

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

Akc. Nr. 336/52

Inhalt

1. Untersuchungen an Kleinschlagdecken, behufs Gewinnung einer Grundlage für die Prüfung der natürlichen Gesteine auf ihre Verwendbarkeit als Straßenbaumaterial (I. Teil) 1
2. Untersuchungen über die Verwitterung des Baugesteins an der Bremer Baumwollbörse 16
3. Die Entwicklung der Baugesteinsprüfung an der ehemaligen Versuchsanstalt und dem gegenwärtigen Prüfungsamt zu Berlin 30
4. Kleinere Mitteilungen: Erwiderung auf das Referat des Prof. Gary über den zweiten Teil des Handbuchs der bautechnischen Gesteinsprüfung usw. 46

Ortsverzeichnis

Obernkirchen S. 16—29; Schreiberhau S. 46; Tretzendorf S. 16—29; Zeil S. 16—29;
Zobten S. 46.

Untersuchungen an Kleinschlagdecken

behufs Gewinnung einer Grundlage für die Prüfung der natürlichen Gesteine auf ihre Verwendbarkeit als Straßenbaumaterial

Von

J. Hirschwald und J. Brix.

I. Teil.

Im Auftrage des Preußischen Ministeriums der Öffentlichen Arbeiten wurde im mineralogisch-geologischen Institut der Königlich Technischen Hochschule Berlin, in den Jahren 1893—1906 eine Prüfungs-Methode der natürlichen Bausteine bearbeitet, welche in dem Werke: J. Hirschwald, Die Prüfung der natürlichen Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit, Berlin 1908, veröffentlicht worden ist¹⁾.

In Rücksicht auf die wirtschaftliche und technische Bedeutung der Verwendung geeigneter dauerhafter Materialien für den Bau unserer Straßen, sollen nunmehr auch die natürlichen Gesteinsarten hinsichtlich ihres Verhaltens als Straßenbaumaterial einer eingehenden Untersuchung unterzogen werden, um auf diese Weise eine Grundlage für die Prüfung der Gesteine auf die für den gedachten Zweck in Betracht kommenden günstigen bzw. ungünstigen Eigenschaften zu gewinnen.

¹⁾ Als neue Bearbeitung des im Buchhandel bereits vergriffenen Werkes erschien: J. Hirschwald, Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung, Berlin 1912, Gebr. Borntraeger.

Über die Ergebnisse dieser Untersuchungen, welche mit Unterstützung des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten im diesseitigen Institut zur Ausführung gelangen, wird fortlaufend in diesen „Mitteilungen“ berichtet werden¹⁾.

I. Die Ausdehnung der Chausseen in Deutschland und die wirtschaftliche und technische Bedeutung der Verwendung zweckentsprechenden Gesteinsmaterials.

Nach den vom Ministerium der öffentlichen Arbeiten veranlaßten Zusammenstellungen besaß Preußen am 1. April 1905 rund 33000 km Provinzial-Chausseen, 55500 km Kreis-Chausseen, 19600 km Gemeinde- und Guts-Chausseen und außerdem 1650 km Privat-Chausseen, im ganzen also circa 110000 km. Gegenwärtig mögen

¹⁾ Die Anregung zu diesen Untersuchungen ist von dem Mitarbeiter J. Brix, Professor für Straßenbau an der Technischen Hochschule, gegeben worden.

Der Herausgeber.

wohl an 120000 km Chaussee-Strecken in Preußen vorhanden sein, das sind auf je 1000 Einwohner circa 3 km, gegenüber circa 4 km in Bayern, 5,3 in Baden und 7,0 in Württemberg. In ganz Deutschland bestehen z. Z. ungefähr 200000 km Kunststraßen.

In Österreich waren 1908 rund 119000 km Chausseen, entsprechend 4,2 km auf je 1000 Einwohner, in Ungarn 1909 57300 km, entsprechend 2,8 km auf 1000 Einwohner vorhanden.

Der Aufwand, den die bauliche Unterhaltung der Chausseen an fortlaufenden Reparatur- und Erneuerungskosten in Deutschland verursacht, beträgt jährlich rund 100 Millionen Mark. Von dieser Summe entfallen etwa 45 Millionen auf Ausgaben für die Materialbeschaffung, entsprechend rund 45% der gesamten Unterhaltungskosten. Es handelt sich dabei um die alljährliche Bereitstellung von schätzungsweise rund 7 Millionen cbm Schotter. Je nach der Größe des Verkehrs wechselt die pro 1 km und Jahr für eine durchschnittlich 5 m breite Fahrbahn erforderliche Schottermenge bei Verwendung der härtesten Gesteine etwa zwischen 15 und 60 cbm, bei weichem Gestein zwischen etwa 30 und 200 cbm. Je nach der Güte des Materials sind demgemäß Schwankungen hinsichtlich der Verbrauchsmenge bei ein und derselben Straße bis zum Dreifachen möglich.

Trotz sorgfältiger Herstellungsweise einer Chaussee und Verwendung desselben Materials, sowie unter sonst gleichen Umständen, können sich aber immer noch aus dem Grunde große Verschiedenheiten in der Abnutzung und der Dauer einer Chausseedecke ergeben, daß die Korngröße, Menge und Beschaffenheit der als Bindematerial verwendeten Stoffe verschieden gewählt sind. Die richtige Auswahl des Chausseematerials unter Beachtung der klimatischen Verhältnisse, des Untergrundes der Straßen, der Steigungsverhältnisse derselben und ihrer Verkehrsfrequenz bzw. der zu fördernden Lasten, unter Berücksichtigung der nicht zu fern vom Verwendungsorte zur Verfügung stehenden

Steinmaterialien, sowie die Wahl des Bindematerials ist daher von größter technischer und volkswirtschaftlicher Wichtigkeit.

Unter Bindematerial wird hier das zum dichten Aneinanderschluß der Schottersteine beim Walzen erforderliche Füllmaterial verstanden. Es hat einerseits die auch nach starkem Walzen noch verbleibenden Hohlräume des Schotterkörpers zu füllen, andererseits die mechanische Verkeilung und womöglich auch eine Ver kittung der Schottersteine zu begünstigen oder zu bewirken. Es ergibt sich hiernach, daß durch Wasser breiig werdende und leicht ausschlämbare Stoffe als Bindematerial nicht brauchbar sind. Im allgemeinen wird man den bei der Herstellung von Kleinschlag gewonnenen Grus und Steinsplitt, oder auch eisenschüssigen Kies und groben, scharfkantigen Sand mit Vorteil als Bindemittel verwenden können; aber es ist klar, daß sowohl die Menge, als auch die Natur des Bindemittels sich nach der Art des Gesteins, aus dem der Schotter besteht, und zumal nach dem beim Einwalzen des letzteren an und für sich entstehenden Zerkleinerungsmaterials, zu richten haben wird. Dabei handelt es sich keineswegs um quantitativ unwesentliche Beimengungen; vielmehr hat die Praxis ergeben, daß zwischen 10—15% der Steinschlagmenge an Bindematerial erforderlich sind.

Wenn es, wie zu erhoffen ist, gelingt, durch systematische wissenschaftliche Untersuchung der in Betracht kommenden Straßenbaumaterialien, unter gleichzeitiger genauester Berücksichtigung der mit den gleichen Baustoffen bislang gemachten praktischen Erfahrungen, Anhaltspunkte für die zweckentsprechende Auswahl des Gesteins und des demselben angemessenen Bindemittels nach Art und Mengenverhältnis zu gewinnen, so würde ein solches Ergebnis offenbar von weittragender wirtschaftlicher Bedeutung sein.

Für jedes Jahr, um welches sich durch sachgemäße Ausführung der Straßenanlage die Erhaltungsdauer derselben verlängern ließe, würde sich innerhalb Deutschlands eine durchschnittliche Jahres-Ersparnis an Unterhaltungs-

kosten von mindestens 15 Millionen Mark ergeben, ganz abgesehen von dem dadurch erreichten besseren Zustande der Straßen und der davon abhängigen größeren Sicherheit des Straßenverkehrs.

Durch Feststellung der Beziehungen, welche erfahrungsgemäß zwischen der Natur des Straßenbaumaterials, seiner Verwendungsweise und der Erhaltungsdauer der Straßendecken bestehen, wird aber auch die Technik des Straßenbaues eine namhafte Förderung erfahren, wie auch die Begründung einer zuverlässigen Methode für die Qualitätsbestimmung des Schottermaterials es ermöglichen wird, in jedem einzelnen Fall dasjenige brauchbare Gestein ausfindig zu machen, welches in möglichster Nähe der Straßenbaustelle vorkommt und demgemäß unter Aufwendung geringster Transportkosten Verwendung finden kann. Endlich wird in dem Maße, in welchem durch Verwendung guten Materials sich die Widerstandsfähigkeit der Straßenbahn vergrößert und die Erhaltung der Straßen in gutem Zustande erleichtert wird, auch die zulässige Fuhrwerksbelastung und Geschwindigkeit erhöht werden dürfen, und dadurch der wirtschaftliche Nutzen der Straßenanlagen gesteigert werden.

Nach alledem handelt es sich hier um die Lösung einer in technischer und national-ökonomischer Hinsicht gleichermaßen bedeutsamen Aufgabe.

II. Das Untersuchungs-Material.

Auf Grund theoretischer Erwägungen lassen sich im allgemeinen diejenigen Gesteinseigenschaften bestimmen, welche günstig bzw. ungünstig auf die Erhaltung der Straßendecken einwirken, wie Druckfestigkeit, Zähigkeit, Widerstand gegen Abnutzung, Wasseraufnahmefähigkeit, Verwitterbarkeit, Bindungsfähigkeit des Gesteinsstaubes und seiner Verwitterungsprodukte. Das ziffermäßige Abhängigkeitsverhältnis aber, welches zwischen diesen Eigenschaften und dem Qualitätswert des Gesteins als Material für Straßendecken obwaltet, kann nur aus der Erfahrung festgestellt werden.

Demgemäß erschien es zweckmäßig, die experimentellen Untersuchungen unmittelbar an dem Material älterer Decken typischer Kleinschlagstraßen durchzuführen, um auf diese Weise die Beziehungen festzustellen, welche zwischen der Erhaltungsdauer dieser Straßen und den ziffermäßig bzw. vergleichsweise bewerteten Eigenschaften des Gesteinsmaterials — dessen chemisch-mineralogischer Zusammensetzung, Struktur, Härte, Festigkeit, Sprödigkeit, Wasseraufsaugungsfähigkeit, Wetterbeständigkeit — bestehen. Des weiteren werden Untersuchungen darüber auszuführen sein, ob und in welchem Maße, außer der rein mechanischen Verteilung und Pressung des Kleinschlages beim Einwalzen, noch innigere Verbindungen im Laufe der Zeit durch chemische Veränderungen des gebildeten Gesteinsmehls stattfinden, welchen Einfluß die bei den verschiedenen Materialien entstehenden Zerkleinerungs- und Verwitterungsprodukte nach ihrer Plastizität, Haftfestigkeit und ihrem Erhärtungsgrad auf die Erhaltung der Steinstraßendecken etwa ausüben, welche Gesteinsarten nach ihrem günstigen Verhalten in dieser Hinsicht zu empfehlen sind, und welche Beimischung sog. Bindemittels zum Kleinschlag sich als praktisch erwiesen hat.

Diese Untersuchungen sollen an Proben ausgeführt werden, welche in Größe von 1 qm der Straßendecke, unter Ausschluß der Packlagen, zu entnehmen sind.

Bei Beurteilung der Qualität der Straßendecken werden in Betracht zu ziehen sein: der Verkehr auf den betreffenden Straßen, die Neigung derselben, ihre sonnige oder nasse Lage, der Untergrund und dessen hydrographische Verhältnisse, das Alter und das Maß der bisherigen Abnutzung der Straßen.

Zur Untersuchung sind bisher von den Provinzialregierungen eingeliefert worden:

Kleinschlagdecken aus verschiedenen Vorkommen von Granit, Porphy, Grünstein, Melaphyr, Basalt, Grauwacke, Hornstein, Quarzit, Keuper- und Kohlensandstein, Kieseldolomit, Kieselkalkstein und Kalkstein. Weitere Proben sind in Aussicht gestellt worden.

III. Die spezielle Ausführung der Untersuchungen.

1. Kornseparation der aufgenommenen Kleinschlagdecken.

Um zunächst zu bestimmen, wie groß der Prozentsatz des durch Einwalzen des Schotters gebildeten Zerkleinerungsmaterials ist, in welche Form und Korngröße das letztere durch die Verkeilung und Pressung gebracht wurde, welche Form der ursprünglich kantige Kleinschlag hierdurch angenommen hat, und endlich welche Verwitterungsprodukte das feinere Ma-

terial im Laufe der Zeit gebildet hat, wird der Gesamthalt einer der eingesandten Probekisten, welche das Material der von einem Quadratmeter Straßenfläche bis auf die Packlage abgehobenen Decke enthält, in eine mit Wasserspülung versehene Separiermaschine (Fig. 1) gegeben, welche 3 Trommelsiebe enthält und zwar ein inneres Sieb mit einer Lochung von 30 mm, ein Mittelsieb mit einer solchen von 10 mm und ein äußeres Sieb mit einer solchen von 3 mm. Der zu sortierende Kleinschlag wird mittels eines trichterförmigen Einwurfes der

Maschine zugeführt. Das innere Sieb gibt alle Kleinschlagteile (Schotterstücke) von mehr als 30 mm Durchmesser unmittelbar zurück, das Mittelsieb läßt Stücke zwischen rund 30—11 mm und das Außensieb alle Stücke von rund 10—3 mm durch besonders getrennte Rinnen ablaufen, während alle sandigen und schlickartigen Teile von rund 3 mm und weniger, in einem Trichter unter der Außentrommel aufgefangen und ebenfalls getrennt von den anderen Sorten abgeführt werden.

Zur Aufnahme der Siebprodukte bzw. zur Vornahme der erforderlichen Reinigung derselben,

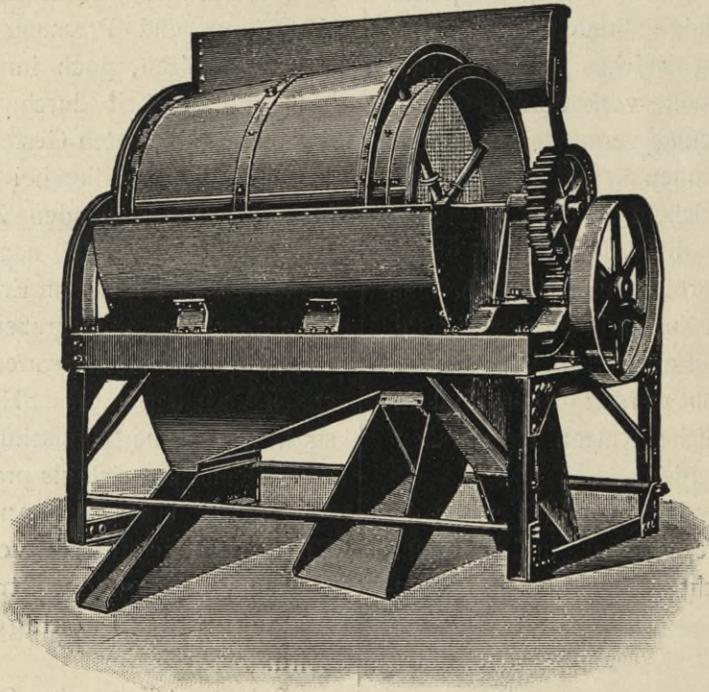


Fig. 1. Separiermaschine

dienen 5 mit Zinkblech ausgeschlagene, hölzerne Bottiche mit rinnenförmigem Boden und Abflußstopfen an demselben. Bottich I enthält im unteren Teil ein starkes Siebblech von 3 mm Lochweite, Bottich II von 2 mm, und Bottich IV ein solches von 1 mm Lochweite.

Während der durch die Drehung der Trommel selbständig erfolgenden Sortierung findet ein regulierbarer Wasserzufluß aus einem mit feinen Öffnungen versehenen Rohr statt, das von der Druckwasserleitung gespeist wird. Die feinste Sorte, der Sand unter 1 mm und

Material im Laufe der Zeit gebildet hat, wird der Gesamthalt einer der eingesandten Probekisten, welche das Material der von einem Quadratmeter Straßenfläche bis auf die Packlage abgehobenen Decke enthält, in eine mit Wasserspülung versehene Separiermaschine (Fig. 1) gegeben, welche 3 Trommelsiebe enthält und zwar ein inneres Sieb mit einer Lochung von 30 mm, ein Mittelsieb mit einer solchen von 10 mm und ein äußeres Sieb mit einer solchen von 3 mm. Der zu sortierende Kleinschlag wird mittels eines trichterförmigen Einwurfes der

Maschine zugeführt. Das innere Sieb gibt alle Kleinschlagteile (Schotterstücke) von mehr als 30 mm Durchmesser unmittelbar zurück, das Mittelsieb läßt Stücke zwischen rund 30—11 mm und das Außensieb alle Stücke von rund 10—3 mm durch besonders getrennte Rinnen ablaufen, während alle sandigen und schlickartigen Teile von rund 3 mm und weniger, in einem Trichter unter der Außentrommel aufgefangen und ebenfalls getrennt von den anderen Sorten abgeführt werden.

Zur Aufnahme der Siebprodukte bzw. zur Vornahme der erforderlichen Reinigung derselben,

Schlamm, fließt mit dem Spülwasser zusammen ab und muß deshalb behufs Trennung vom Wasser in Absatztonnen gegeben werden, deren 2 von je 150 l Inhalt verwendet werden.

Die Maschine ist von der Firma Gauhe, Gockel & Co., G. m. b. H., Niederlahnstein, geliefert. Ihre Länge beträgt 2,25 m, ihre Breite 1,3 m und ihre Höhe 1,7 m. Ihre Riemenscheibe von 0,70 m Durchmesser ist mit einer von einem Elektromotor unmittelbar angetriebenen Riemenscheibe durch Riemenübersetzung verbunden und macht ca. 35 Touren in der Minute, während die Tourenzahl der Siebtrommel nur noch 10 in der Minute beträgt. Die Maschine ist in einem 4,75 m langen, 3,30 m breiten und 4,0 m hohen abgeschlossenen Raum untergebracht und auf zwei Quermauern aufgestellt, die so hoch angeordnet sind, daß unter den Rinnen für das aussortierte Material die Aufnahmebehälter (s. Fig. 2) aufgestellt werden können.

Die Behandlung der Proben ist folgende:

a) Nachdem der Inhalt einer Probekiste (also das Material von 1 qm Straßenfläche) in lufttrockenem Zustande ausgewogen ist, wird derselbe zunächst in den Bottich I geschüttet, und soviel Wasser zugegeben, daß dasselbe etwa 10 cm über dem Probematerial steht. Während 3 Tagen wird der Inhalt des Bottichs häufig umgerührt und bleibt alsdann während eines weiteren Tages ruhig stehen. Auf diese Weise werden die tonigen Bestandteile des Deckenmaterials erweicht, und es gelingt dadurch, sie später vollständig abzuschlämmen, so daß das gröbere Material frei von anhängenden feineren Bestandteilen erhalten wird. Demnächst wird der oben schwimmende Schlamm mit einem flachen Handsieb abgehoben und fortgeschüttet, da derselbe im wesentlichen aus organischen Verunreinigungen besteht. Das übrige Wasser ist nach wiederholtem mäßigen Umrühren des Bottichinhaltes in kurzen Pausen mittels einer Kanne abzuschöpfen, in Eimern zu sammeln und alsdann in den Bottich IV zu geben, ebenso wie das durch das 3 mm-Sieb hindurchgegangene in dem unteren Teil des Bottichs I befindliche Material.

b) Der von dem überstehenden Wasser befreite Rückstand im Bottich I wird in die Siebmaschine geschüttet und zwar unter Verwendung eines Siebeimers, der nach jeder Füllung mit wenig Wasser über dem Bottich IV durchgespült wird. Die gefüllten Siebeimer werden auf die Bühne der Separiermaschine gestellt und in angemessenen Zwischenräumen in dieselbe entleert, wobei die Maschine unter mäßiger

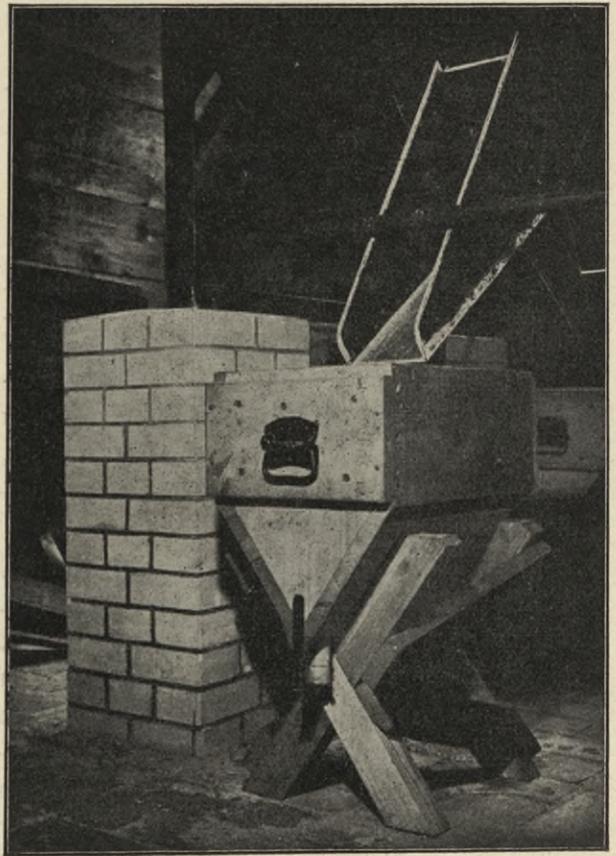


Fig. 2. Bottich zur Aufnahme des separierten Materials

Verwendung der Wasserspülung in Rotation gesetzt wird. Der letzte schlammige Rest in Bottich I wird mit Wasser in einen Eimer gespült und ebenfalls in den Bottich IV gegeben.

c) Das aus der Siebmaschine in die untergestellten Bottiche gelangende Material ist mit Wasser durchzuspülen und der Abfluß wiederum in den Bottich IV zu schütten, welcher nunmehr das gesamte schlammige Material und über dem Siebboden den Sand von 1 mm Korngröße und darüber enthält.

d) Der Inhalt der Bottiche III und V, welch letzterer den groben Steinschlag aufgenommen hat, sowie der des Siebes in Bottich II, wird gesondert in flache, mit Siebboden versehene Trockenkästen gegeben, und nachdem er vollkommen lufttrocken geworden ist, ausgewogen. Alsdann wird von dem Material aus Bottich II eine größere Durchschnittsprobe mittels der Schüttelsiebe Nr. 5, 4 und 3 separiert, ausgewogen und hinsichtlich der einzelnen Korngrößen auf Gewichtsprozent berechnet.

Die verwendeten Schüttelsiebe haben folgende Abmessungen:

Sieb 5,	Lochweite 5 mm,	Durchm. des Siebes	16 cm
" 4,	" 4 "	" "	14 "
" 3,	" 3 "	" "	12 "
" 2,	" 2 "	" "	10 "
" 1,	" 1 "	" "	10 "

Die Siebe werden auf den Tisch eines Schüttelapparats gestellt, der mit einem kleinen Motor verbunden ist.

e) Der Bottich IV enthält, wie bereits erwähnt, über dem Siebboden den gröberen Sand von ca. 3 bis nahezu 1 cm Durchmesser, in dem unteren Teil dagegen feineren Sand und die gesamte Schlickmasse.

Der gröbere Sand wird gesondert getrocknet, mittels der Schüttelsiebe Nr. 2 und 1 separiert und ausgewogen; der feine Sand und Schlick dagegen in die Klärtonnen gegeben. Um ein schnelleres Absetzen der feineren Tonteilchen zu bewirken, setzt man der Trübe eine geringe Menge von Schwefelsäure hinzu. Nach ein bis zwei Tagen läßt man das klare Wasser mittels eines Hebers ab, rührt den Rückstand gut durch und entnimmt eine Probe davon zur Herstellung von Probekörpern behufs Prüfung des Materials auf seine Bindungsfestigkeit. (S. Abs. 4, Nadelprobe und Zugfestigkeitsbestimmung.)¹⁾

Der Rest wird in flachen Blechkästen auf dem Sandbade bei mäßiger Wärme getrocknet, in die Schüttelsiebe Nr. 2 und 1 gegeben und ausgewogen. Alsdann erfolgt in mehreren sorgfältig hergestellten Durchschnittsproben des

¹⁾ Das Gewicht dieser Proben wird nach dem Austrocknen bestimmt und dem Gewicht der übrigen Schlickmasse hinzugefügt.

Siebutes Nr. I, die Separation im Schöneschen Schlämmapparat (Fig. 3)¹⁾.

Bekanntlich gelangt bei diesem Apparat das Prinzip zur Anwendung, die Stoßkraft eines aufsteigenden Wasserstromes zur Abschlämmung zu verwenden. Die Hubhöhe der Mineral-

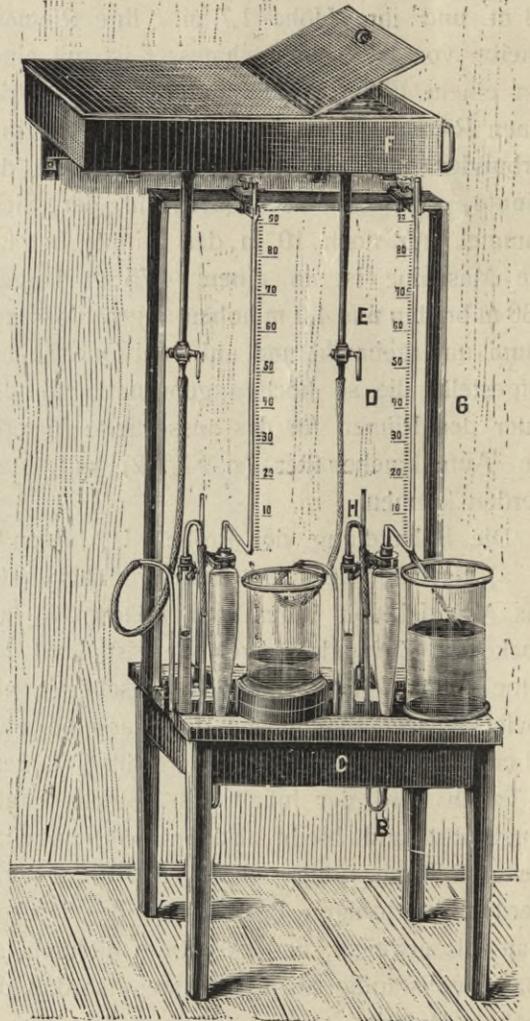


Fig. 3. Schönescher Schlämmapparat

partikel im Schlämmtrichter ist abhängig von dem Querschnitt und dem spezifischen Gewicht des Partikels und von der Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstroms. Ist die letztere konstant, wie dies bei Einrichtung des Apparates zutrifft, so gelangen Körnchen bis zu einem bestimmten Gewicht zur Abschwemmung und da das spez. Gew. der hier in Betracht

¹⁾ L. Schöne, Über Schlämmanalyse und einen neuen Schlämmapparat. Berlin 1867.

kommenden Substanzen (Quarz, Kaolin usw.) nicht erheblich verschieden ist, auch Partikel bis zu bestimmter Größe.

Die „Schlammgeschwindigkeit“ im zylindrischen Teil des Trichters, d. h. die senkrechte Hubhöhe eines Partikels in einer Sekunde, ist also abhängig von dem Gewicht des Partikels und von der Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstroms. Letztere wird durch Einstellung des Piëzometerrohrs reguliert. Diese Geschwindigkeit kann man bestimmen, wenn man das Ausflußquantum in der Sekunde in Kubikmillimetern (Q) durch den Querschnitt des Zylinders in Quadratmillimetern (K) dividiert:

$$\frac{x}{t} : r^2 \pi = Q : K$$

Schöne hat durch Versuche festgestellt, daß innerhalb der Schlammgeschwindigkeiten von 0,1—12 mm in der Sekunde bei Quarzsand in Kugelform folgende Beziehungen zwischen dem Durchmesser der Körner d und der Geschwindigkeit des senkrecht nach oben gerichteten Wasserstroms v besteht:

$$d = 0,0314 v \frac{7}{11} \text{ mm.}$$

Aus den durch mikroskopische Messungen kontrollierten Berechnungen geht hervor, daß für Quarz in Kugelform folgende Beziehungen zwischen Körnungsprodukten und Schlammgeschwindigkeiten bestehen:

- 0,2 mm Schlammgeschwindigkeit = unter
0,01 mm Korngröße.
2,0 mm Schlammgeschwindigkeit =
0,01—0,05 Korngröße.
7 mm Schlammgeschwindigkeit =
0,05—0,1 Korngröße.

Für den vorliegenden Zweck soll die Maximalgröße der abgeschwemmten Körner 0,01 mm betragen, damit nur der tonige Schlick, ohne Beimengung von Quarzkörnchen, erhalten wird. Der Apparat ist demgemäß auf eine Schlammgeschwindigkeit von 0,2 mm einzustellen, doch bedarf es einer mikroskopischen Kontrolle des Abschlämmungsproduktes und entsprechender Korrektur, um das gewünschte Resultat mit Sicherheit zu erzielen. Aber auch dann wird

es sich nicht vermeiden lassen, daß kleine, dünne Quarzsplitterchen mit überfließen, deren Menge jedoch nicht so erheblich ist, um die Gewichtsbestimmung des tonigen Abschlämmungsproduktes wesentlich zu beeinträchtigen.

Zur Anwendung gelangt destilliertes Wasser, welches aus einem Ballon, mittels einer kleinen Pumpe, in den oberen, flachen Blechkasten gehoben wird.

Letzterer ist groß genug, um es zu ermöglichen, daß die Wasserhöhe während eines Versuchs nahezu konstant bleibt, der Druck also nicht beträchtlich geändert wird.

Durch das beschriebene Verfahren wird eine Separation des Materials der Straßendeckenprobe in folgenden Korngrößen bewirkt:

Bottich V.

1. Grober Kleinschlag von über 30 mm.

Bottich III.

2. Kleinschlag von ca. 10—30 mm

Bottich II.

3. Grober Gesteinsgrus von ca. 3—10 mm
4. Sand und Schlick unter 2 mm

Bottich IV.

5. Sand von ca. 3—1 mm
6. „ „ „ 1—0,1 „
7. Schlick von 0,1 mm und darunter.

Sämtliche Separationsprodukte werden auf ihre äußere Form, mineralogische Zusammensetzung, und die gröberen Körner, unter Verwendung von Dünnschliffen, auf ihre mikroskopische Struktur untersucht.

Der feine Schlick wird, insoweit er sich aus mikroskopisch nicht bestimmaren Komponenten zusammengesetzt erweist, der chemischen Analyse unterworfen.

Aus den gröberen Kleinschlagsstücken werden Würfel von 3—4 cm Kantenlänge geschnitten und diese auf ihre Druck- und Spaltfestigkeit nach Abs. III, 2 (2 u. 3) untersucht.

Die auf die beschriebene Weise ausgeführte Separation der Kleinschlagdecken gewährt aber nicht nur die Möglichkeit, die einzelnen Zerkleinerungsprodukte einer eingehenden Untersuchung auf ihre morphologischen, physikali-

schen, mineralogischen und chemischen Eigenschaften zu unterziehen, sondern es liefert die Feststellung ihrer Gewichtsverhältnisse auch an und für sich schon einen wichtigen Anhalt für die Qualitätsbeurteilung des betreffenden Gesteinsmaterials.

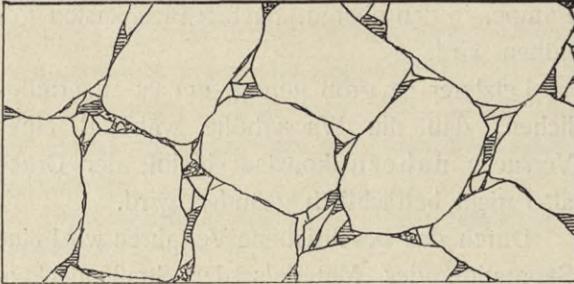


Fig. 4. Guter Kleinschlag nach dem Einwalzen

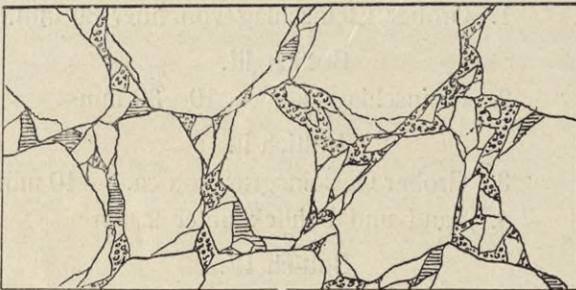


Fig. 5. Mittelmäßiger Kleinschlag nach dem Einwalzen

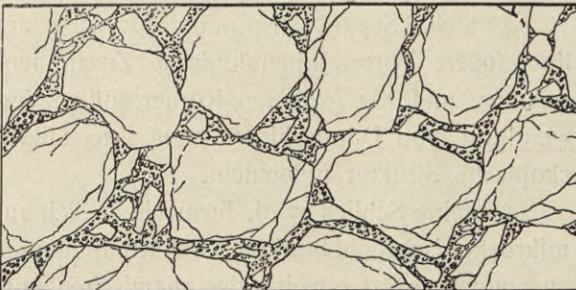


Fig. 6. Schlechter Kleinschlag nach dem Einwalzen

Wie die Erfahrung lehrt, beruht die Güte des Materials für Straßendecken vor allem auf der Festigkeit und Zähigkeit des Gesteins. Wird hierdurch in erster Linie die Widerstandsfähigkeit der Straßenoberfläche gegen Abnutzung bedingt, so üben diese Eigenschaften auch auf eine sichere und dauerhafte Verkeilung des Kleinschlages einen maßgebenden Einfluß aus. Die hierbei auftretenden Verhältnisse sind in

Fig. 4—6 schematisch dargestellt¹⁾. Ein fester und zäher Kleinschlag (Fig. 4) liefert erfahrungsgemäß beim Einwalzen ein scharfkantiges Zwischenmittel mit geringem Bestande an feinpulverigen Zerkleinerungsprodukten, welche letztere nur an scharfen Ecken und Kanten entstehen, während die breiten Flächen des Kleinschlages unvermittelt aneinander gedrückt werden. Das scharfkantige Zerkleinerungsmaterial bewirkt eine feste und gegen Druck widerstandsfähige Verkeilung, während spröde Gesteine ein sandförmiges Material liefern, das sich in der Folge allmählich pulverförmig zerdrückt, wodurch nicht nur die Festigkeit des Gefüges verringert, sondern auch die Verwitterungsfähigkeit des Zwischenmittels erhöht wird. Vor allem sind es die Hornblende- und Augitgesteine (Syenit, Diorit, Diabas, Basalt und gewisse Porphyre), welche namentlich in feinkörnigen, bzw. dichten frischen Abänderungen ein äußerst zähes Material liefern, das sich als Straßenschotter vorzüglich bewährt.

Bei Gesteinen von mittlerer Zähigkeit (Fig. 5) werden die scharfen Ecken mehr oder weniger zerdrückt, das reichlich gebildete Zwischenmaterial besteht aus einem Gemenge von größeren und sandförmigen Gesteinspartikeln und der Steinschlag verliert bis zu einem gewissen Grade seine ebenflächige Beschaffenheit (mittelkörnige Granite und die vorgenannten Felsarten mit grobkörnigem Feldspat).

Gesteine von geringer Zähigkeit, wie die grobkörnigen Granite mit vorherrschendem Feldspat, sowie alle anderen Gesteine, deren Gemengteile bereits mehr oder weniger angewittert sind, bilden beim Einwalzen nicht nur einen erhöhten Prozentsatz an vorwiegend pulverförmigem Zerkleinerungsmaterial, — wobei die größeren Stücke zum Teil ihre ebenflächige Beschaffenheit und damit ihre Verkeilungsfähigkeit einbüßen (Fig. 6) —, sondern es werden die größeren Steine vielfach auch eine namhafte Zerklüftung erleiden, wodurch

¹⁾ Die Abbildungen sollen die Veränderungen veranschaulichen, wie sie der reine Kleinschlag, ohne Anwendung eines sogenannten Bindemittels (Steinsplitt, Steingrus usw.) nach dem Einwalzen zeigt.

dem späteren Zerfall derselben vorgearbeitet wird.

Die Zähigkeit des Gesteins, bestimmt durch den Prozentsatz an mehr oder weniger zerkleinertem Material beim Zusammenpressen des Kleinschlags, liefert somit einen wichtigen Anhalt für die Beurteilung der Qualität des Gesteins als Material für Straßendecken. Aber neben diesen Verhältnissen kommen noch andere Eigenschaften des Gesteins in Betracht, welche durch die folgenden Untersuchungen an den einzelnen Separationsprodukten festzustellen sind.

2. Untersuchung des groben Steinschlages aus Bottich V.

Dieselbe erstreckt sich auf folgende Verhältnisse:

1. Größe und Form der Steinstücke, mit Rücksicht auf ihre Veränderung durch Pressung und Verkeilung beim Einwalzen; Bestimmung des Gesamtgewichts;
2. Druckfestigkeit;
3. Spaltfestigkeit und Stoßfestigkeit als Maß des Zähigkeitsgrades;
4. Abnutzungshärte;
5. Wasseraufsaugungsfähigkeit und Raumgewicht;
6. Sättigungskoeffizient zur Bestimmung der Frostbeständigkeit;
7. Festigkeitsverminderung durch Wasserlagerung;
8. Mikroskopische Bestimmung des Gesteins in Dünnschliffen, hinsichtlich seiner mineralogischen Zusammensetzung und Struktur;
9. Ableitung der Wetterbeständigkeit aus den Untersuchungsergebnissen zu 5—8.

Zu 1. An dem Steinschlag der alten Straßendecken läßt sich durch den Augenschein unschwer feststellen, welche Flächen der einzelnen Stücke durch das Einwalzen und durch den Fuhrwerksverkehr eine Veränderung erfahren haben. Separiert man durch Ausschüren die mehr oder weniger veränderten Steinstücke nach einer aufzustellenden Skala in etwa 3 Klassen (wenig verändert; ziemlich stark und

stark abgekantet; durch Pressung in kleinere Stücke zerteilt), so wird sich der Prozentsatz an diesen Kategorien des veränderten Kleinschlags näherungsweise feststellen lassen. Die größeren Steinstücke werden alsdann, soweit sie sich noch als vollkommen frisch, d. h. unverwittert erweisen, zur Herstellung von Würfeln für die Versuche 2—4 verwendet.

Zu 2. Die Druckfestigkeit des Materials wird in der üblichen Weise an Würfeln von 3—4 cm Kantenlänge, welche aus geeigneten Stücken des groben Kleinschlages geschnitten resp. geschliffen werden, ausgeführt¹⁾. Steht vollkommen identisches frisches Bruchmaterial zur Verfügung, so soll auch dieses für die Untersuchung verwendet werden. Die Identität des Bruchmaterials mit dem der Straßendecke ist durch die mikroskopische Untersuchung an Dünnschliffen festzustellen.

Zu 3. Die Spaltfestigkeit ist unter Verwendung eines Fallapparates zu bestimmen (Fig. 7). Ein Fallgewicht von 8 kg trägt unten einen einsetzbaren Stahlmeißel, dessen Schneide einen Winkel von 45° bildet, und dessen Breite 3 cm beträgt, (eventl. = der Breite des Probewürfels). Fallhöhe = 1 m. Der Probewürfel wird auf einer eisernen Platte mittels seitlicher Klemmschrauben befestigt. Die Meißelschläge werden bis zur Zerstörung des Probewürfels wiederholt. Die Art der Zerstörung ist festzustellen; die Arbeitsleistung in mkg, dividiert durch den Rauminhalt der Probe in ccm, dient als Wertziffer der Spaltfestigkeit.

Für die Prüfung der Stoßfestigkeit wird derselbe Apparat verwendet, doch ist hier der Meißel am Fallgewicht durch eine stählerne Halbkugel von 2 cm Durchmesser ersetzt, welche auf eine den Steinwürfel überdeckende eiserne Platte aufschlägt. Der Versuch wird wiederum bis zur Zerstörung des Probewürfels fortgesetzt.

Auch hier wird die Art der Zerstörung festgestellt und die Stoßfestigkeit in mkg, reduziert

¹⁾ Die Abweichung in den Abmessungen gegenüber den sonst üblichen Vorschriften wird durch die geringen Dimensionen des hier verwendeten Probematerials bedingt.

auf 1 ccm des Probekörpers, als Prüfungsergebnis angegeben.

Zu 4. Die Feststellung der Abnutzungshärte soll auf einer Schmirgelschleifmaschine, an Würfeln von 3—4 cm Kantenlänge, erfolgen.

Die bisher gebräuchliche Maschine, wie sie zuerst von Bauschinger zur Anwendung gebracht wurde, leidet bekanntlich an dem

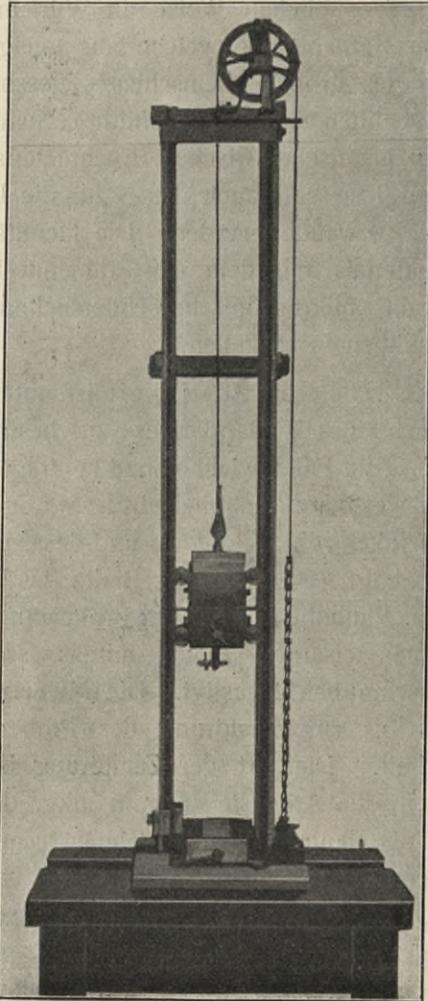


Fig. 7. Fallapparat

Übelstand, daß es nicht möglich ist, stets eine gleiche Menge des Schleifmaterials unter die mit ziemlich starker Belastung an die horizontal rotierende Schleifscheibe angedrückten Probekörper zu bringen. Nach Bauschinger wächst die Abnutzung bei spärlicher Verwendung des Schleifpulvers annähernd proportional der Menge desselben und es wurde daher zur Erzielung

vergleichbarer Resultate empfohlen, den Zufluß aus dem Sand- oder Schmirgelbehälter so zu regulieren, daß stets ein Überschuß des Schleifmittels vorhanden ist. Trotzdem aber lassen die erzielten Resultate eine hinreichende Übereinstimmung vermissen.

Eine nicht unwesentliche Verbesserung hat die Schleifmaschine durch P. Larbordère und F. Anstett erfahren, welche eine gußeiserne Trommel von 60 cm Durchmesser mit horizontaler Achse verwenden. „Die Probewürfel werden in Rahmen gestellt, deren Rollen in lotrechten Rillen gleiten können, und berühren längs einer Leitlinie den oberen Teil der Trommel. In geringer Entfernung von der jeweiligen Berührungsebene fallen aus zwei normierten Trichtern pulverisierte Sandkörner und Wassertropfen“¹⁾. Sicherlich wird bei dieser Anordnung eine reichlichere und gleichmäßigere Zuführung des Schleifmaterials unter die Probekörper bewirkt, als bei der horizontalen Anordnung der Schleifscheibe. Immerhin wird aber auch hier der größte Teil des Schleifmaterials mit dem Wasser seitlich von den Proben fortgeführt werden, und es bleibt fraglich, wieviel davon tatsächlich unter die Schleiffläche gelangt.

Es wird daher beabsichtigt, an Stelle des körnigen Schleifmaterials, Schmirgelschleifscheiben von 60 cm Durchmesser und 6 cm Dicke zu verwenden, welche um eine horizontale Achse rotieren. Die Steinproben sollen durch Hebel mit bestimmtem Gewicht an den breiten Scheibenrand angedrückt werden. Begrifflicherweise kommt hierbei alles auf die gleichmäßige Beschaffenheit der Schmirgelscheiben an, deren Herstellung gegenwärtig jedoch, bei der umfangreichen technischen Anwendung derselben, einen hohen Grad von Vollkommenheit erreicht hat.

Es sollen mit dieser Maschine zunächst Vorversuche in größerem Umfange ausgeführt und ein hierzu bestimmtes Gesteinsvorkommen von durchaus gleichartiger Struktur und Festigkeit

¹⁾ Bericht für den Internat. Verband f. d. Materialprüfung der Technik. VI. Kongreß, New-York 1912. Heft XIX 2, S. 4.

ausgewählt werden, mit dem alsdann jede Scheibe vor ihrer Verwendung auf ihre normale Beschaffenheit zu prüfen wäre. Die Ergebnisse dieser Versuche werden in der nächsten Fortsetzung dieser Abhandlungen zur Mitteilung gelangen.

Zu 5. Die getrockneten Proben werden langsam in Wasser getaucht und nach erfolgter Gewichtskonstanz und leichtem Abtupfen mittels eines Schwammes ausgewogen.

Das Raumgewicht wird durch Ausmessen und Auswägen der würfelförmigen Probestücke bestimmt oder bei unregelmäßig gestalteten Probekörpern durch Bestimmung des Gewichtes der getrockneten Proben in Luft, sowie der wassergesättigten Proben in Luft und Wasser.

Zu 6. „Der Sättigungskoeffizient“, welcher angibt, bis zu welchem Grade die Gesteinsporen durch Wasseraufsaugung gefüllt werden, liefert einen wichtigen Anhalt für die Bestimmung der Frostbeständigkeit des Gesteins¹⁾. Wegen der starken Durchfeuchtung der Fahrdämme durch Regen und Schneewasser und infolge des langsamen Austrocknens des eingewalzten Kleinschlags ist die Frostbeständigkeitsprüfung für Straßenbaugesteine von besonderer Bedeutung.

Um das Maß der Porenfüllung bei kapillarer Wasseraufsaugung zu bestimmen, dient folgende Methode:

Die getrockneten und ausgewogenen Proben werden langsam in Wasser getaucht und bleiben darin bis zu konstantem Gewicht. Die aufgenommene Wassermenge sei = W . Nunmehr werden dieselben Proben im Vakuum und darauf im Kompressor bei 150 Atm. mit Wasser gesättigt. Die hierbei absorbierte Wassermenge sei W_c . Dann ist der Sättigungskoeffizient

$$S = \frac{W}{W_c}$$

Der kritische Wert für S ist = 0,8. Gesteine mit höherem Sättigungskoeffizienten sind als frostunbeständig zu bezeichnen.

Zur Ausführung der hier beschriebenen Versuche dient der in Fig. 8 abgebildete Apparat,

¹⁾ Näheres siehe: Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung S. 199 u. 297.

welcher sowohl die Wassersättigung des Gesteins im Vakuum, als auch bei einem Druck von 150 Atm. gestattet. Zu dem ersteren Zweck wird der stählerne Zylinder durch ein unter dem Deckel einmündendes Rohr mit einer Wasserstrahlpumpe verbunden.

Zu 7. Eine erhebliche Festigkeitsverminderung durch Wasserlagerung findet sich nur bei sedimentären Gesteinen, welche ein in Wasser erweichbares Bindemittel besitzen, und bei solchen kristallinen Felsarten, deren

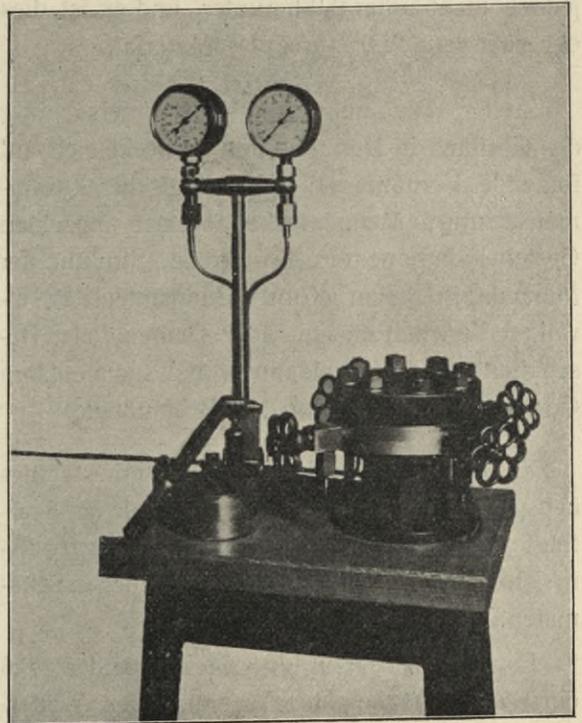


Fig. 8. Evakuationsapparat und Kompressor

Gemengteile bereits bis zu einem gewissen Grade verwittert sind. Solche Gesteine werden unbedingt von der Verwendung als Straßenmaterial auszuschließen sein. Nur frische kristallinische Felsarten und solche Sedimentärgesteine, deren Bindemittel quarzitisches, also in Wasser nicht erweichbar ist, erscheinen als Material für Straßendecken geeignet. Zur Bestimmung der Wasserbeständigkeit der Gesteine dient die vergleichende Festigkeitsprüfung an trockenen Probewürfeln (K_t) und an solchen nach 30tägiger Wasserlagerung (K_w).

Der Erweichungskoeffizient η ist $= \frac{K_w}{K_t}$.

Zu bemerken ist hierbei, daß eine geringe Festigkeitsverminderung durch Wasserlagerung selbst bei frischen kristallinen Gesteinen stattfinden kann, eine Erscheinung, die wohl lediglich darauf zurückzuführen ist, daß das Porenwasser beim Zerdrücken des Gesteins in die feinen Kapillaren hineingepreßt und dadurch die Zerstörung des Probekörpers begünstigt wird. Der Koeffizient $\frac{K_w}{K_t}$ geht in solchen Fällen jedoch nicht unter 0,9 herunter, und es ist dies der zulässige Wert für gutes Material.

Zu 8. Die mikroskopische Untersuchung des Gesteins in Dünnschliffen erstreckt sich auf folgende Verhältnisse: mineralogische Zusammensetzung, Mengenverhältnis der einzelnen Gesteinskomponenten, Korngröße, Struktur der Mineralaggregation, Kornbindungsintensität, etwaiger Verwitterungsgrad der Gemengteile, Beschaffenheit des Bindemittels bei sedimentären Gesteinen und akzessorische Bestandteile.

Zu 9. Die Bestimmung des Wetterbeständigkeitsgrades nach den Ergebnissen zu 5—8 erfolgt nach den im Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung angegebenen Schematen.

Es mag hier darauf hingewiesen werden, daß einen für Straßenmaterial genügenden Wetterbeständigkeitsgrad im allgemeinen alle kristallinen Silikatgesteine mit frischem Feldspat und geringem Glimmergehalt besitzen. Je feinkörniger das Gestein, je größer der Gehalt an Quarz bzw. an Augit und Hornblende ist, desto widerstandsfähiger erweist sich das Gestein gegen Witterungseinflüsse. Nur Gesteine mit kataklastischer oder sogenannter miarolitischer Struktur, d. h. von lockerer Kornbindung, machen hierbei eine Ausnahme. Sedimentäre Gesteine müssen ein durchaus quarziges Bindemittel besitzen, wenn sie den Anforderungen für Straßendecken genügen sollen. Alle diese Verhältnisse lassen sich mittels des Mikroskops leicht und sicher feststellen.

3. Untersuchung des Separationsmaterials aus Bottich II u. III.

Der Inhalt des Bottichs III enthält das Material von 30 bis nahezu 10 mm, der des Bottichs II den Grus und Sand von 10—2 mm.

Nach dem Trocknen wird das Gewicht der einzelnen Separationsgruppen festgestellt und auf Prozente des Gesamtgewichts der Deckenprobe berechnet. Hierauf folgt die Untersuchung der Form der Körner und ihrer mineralogischen Zusammensetzung in den einzelnen Gruppen, unter Berücksichtigung des etwaigen Verwitterungsgrades des Materials, sowie ev. die mikroskopische Prüfung von Dünnschliffen¹⁾.

Endlich wird die Wasseraufsaugefähigkeit bestimmt, indem die ausgewogene Masse jeder Gruppe mittels Siebeimers in Wasser gestellt und nach erfolgter Gewichtskonstanz und oberflächlichem Abtrocknen wiederum ausgewogen wird.

4. Untersuchung des Separationsmaterials aus Bottich IV.

Der Inhalt des Bottichs IV zerfällt in 2 Teile: Über dem Siebboden findet sich der Sand von 1 bis ca. 3 mm Korngröße, in der unteren Rinne der Schlick und feine Sand von weniger als 1 mm.

Der Siebbodenrückstand wird in gleicher Weise wie das Separationsmaterial aus Bottich II und III untersucht, sein Gewicht bestimmt und auf Prozente des Gewichts der gesamten Straßendeckenprobe berechnet.

Der Schlick und feine Sand gelangt in die Dekantiertonnen. Nach dem Absetzen wird die

¹⁾ Die Probesendungen von Straßendecken, zu denen ein Bindemittel (Steinsplitt, Steingrus usw.) verwendet worden ist, enthalten auch gesonderte Proben des letzteren, unter Angabe der angewandten Menge desselben. Die mineralogische Beschaffenheit und äußere Form der Bindemittel lassen sie in den meisten Fällen von den Zerkleinerungsprodukten des Kleinschlags unterscheiden. Von der besonderen Beschaffenheit des Bindemittels wird es abhängen, inwieweit eine quantitative Trennung desselben möglich ist. In ungünstigen Fällen wird man sich darauf beschränken müssen, die Angaben der Straßenbauverwaltungen über das bezügliche Mengenverhältnis zu berücksichtigen.

dort gesammelte, beträchtliche Wassermenge abgehebert und der Rückstand wie folgt behandelt:

a) Eine kleine Durchschnittsprobe wird getrocknet, ausgewogen und im Schöne'schen Apparat (siehe Abs. 1 e) abgeschlämmt. Alsdann erfolgt die mikroskopische Untersuchung des Rückstandes und des Abschlämmungsmaterials. Erweist sich das letztere von komplexer Zusammensetzung, so wird es der chemischen Analyse unterworfen. Bestimmt werden ev. Al_2O_3 , Fe_2O_3 und $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{CO}_3$.

b) Eine zweite Durchschnittsprobe wird in 4 Achtformen gestrichen und in Zwischenräumen von 2 Stunden mittels des Vicatschen Nadelapparats (Fig. 9) auf seine Konsistenz geprüft. Diese

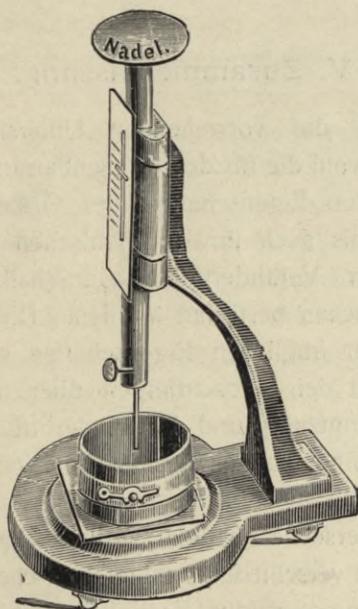


Fig. 9. Vicatscher Nadelapparat

Prüfung wird fortgesetzt, bis die Probe vollkommen lufttrocken geworden ist, die Nadel also eine konstante Eindringungstiefe zeigt.

Die Nadel hat einen Querschnitt von 1 qmm und erhält eine Belastung von 300 g. Die Prüfung wird an dem breiten Teil des Probekörpers 5 mal, in einer Linie von einer zur anderen Seite in gleichem Abstände wiederholt, weil am Rande und in der Mitte verschiedene Trockengrade vorhanden sind.

Auf diese Weise soll der Festigkeitsgrad während des Austrocknens bestimmt werden.

Alsdann werden die Proben aus der Form genommen und mittels des Frühling-Michaelischen Zerreißungsapparates geprüft (Fig. 10). Zunächst ist das Hebelsystem, einschließlich des angehängten Schroteimers, durch das Gegengewicht auszubalancieren, damit nur der zuge-

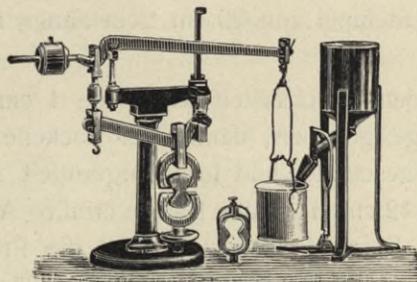


Fig. 10. Zerreißungsapparat

gelaufene Schrot gewogen werden kann. Nachdem die Probekörper vorsichtig in die Halter eingeschoben worden sind, und das Hebelsystem durch Drehen des unteren Stellrades in die Gleichgewichtslage gebracht worden ist, öffnet man den Verschluss des Schrotzulaufgefäßes, bis der Probekörper an der Einschnürungsstelle zerreißt. Dann wird der eingelaufene Schrot gewogen. Durch Multiplikation mit 10 erhält man das absolute Zerreißungsgewicht für 1 qcm. (50fache Übertragung dividiert durch 5 qcm des Querschnittes der Probe).

c) Der Schlick aus den Dekantiertonnen wird in flachen Blechkästen auf dem Sandbade getrocknet und sein Gewicht unter Hinzufügung des Gewichts der Proben zu a und b bestimmt.

d) Nach der mittels des Schöneschen Schlammapparats festgestellten Verhältniszahl zwischen Schlick (Korngröße 0,01 mm und darunter) und feinem Sand (Korngröße 1 mm), wird die Menge beider Bestandteile auf Gewichtsprozenté der gesamten Straßendeckenprobe berechnet.

IV. Vergleichsversuche an frischem Steinschlag.

In allen Fällen, in denen frisches Bruchmaterial zur Verfügung steht, welches mit dem der untersuchten Straßendecke identisch ist (mi-

roskopische Identitätsbestimmung), sollen Vergleichsversuche in folgender Weise ausgeführt werden.

Eine 50 t-Pressen ist mit einem oben offenen quadratischen, starkwandigen eisernen Druckkasten von 20 cm Höhe und 30 cm Seitenlänge (lichtes Maß) versehen, in welchen ein quadratischer Stempel von 29 cm Seitenlänge hineinreicht.

In den Druckkasten wird eine 1 cm hohe Sandlage gegeben, darauf der trockene Steinschlag geschüttet und lose eingerüttelt, so daß er auf 12 cm Höhe den Kasten erfüllt. Alsdann ist der Stempel anzusetzen und die Pressung so oft zu wiederholen, bis die Oberfläche der Kastenfüllung vollkommen eingeebnet erscheint. Hierauf wird der Inhalt entleert, ausgewogen und mittels Schüttelsieben von 30, 10, 5, 3, 2 und 1 mm Lochdurchmesser separiert. Das feinste Material ist hierauf im Schöneschen Apparat bis auf 0,1 mm Pulvergröße abzuschlämmen.

Sämtliche Separationsprodukte werden einzeln ausgewogen und das Gewicht auf Prozente des angewandten Kleinschlags berechnet.

Danach erfolgt die Untersuchung der einzelnen Korngruppen auf ihre äußere Form und des feineren Materials auf seine vorherrschende mineralogische Zusammensetzung, wobei für das Abschlämmungsprodukt die mikroskopische Analyse zur Anwendung gelangt.

Der gleiche Versuch wird am Steinschlag, welcher 48 Stunden unter Wasser gelagert worden ist, wiederholt.

Die auf diese Weise erhaltenen Resultate sind mit den an den alten Straßendecken gewonnenen zu vergleichen und auf diese Weise festzustellen, welche Zerstörung das Material der letzteren durch Verwitterung sowie durch Gebrauchsbeanspruchung erlitten hat.

Zugleich aber wird sich hiernach beurteilen lassen, inwieweit der gedachte Pressungsversuch einen Anhalt für die Beurteilung der Qualität des Kleinschlages gewährt, und ob derartige Versuche für die praktische Gesteinsprüfung zu verwerten sind.

Um zu bestimmen, wie groß die Summe der Hohlräume ist, welche nach dem Einpressen des Kleinschlags innerhalb derselben noch vorhanden sind, wird aus einer mit Volumenskala versehenen Flasche destilliertes Wasser in den Preßkasten geleitet, bis der Kleinschlag nichts mehr aufnimmt. Der Überschuß ist abzuheben und in die Flasche zurückzugeben. Alsdann wird der Kasten entleert, der Kleinschlag lufttrocken gemacht, ausgewogen und sein Gewicht nach mehrstündigem Erhitzen auf 80° C wiederum bestimmt. Das so gefundene Gewicht der kapillaren Wasseraufsaugung ist von dem Wassergewicht des ersten Versuchs abzuziehen; der Rest in Grammen ausgedrückt, ergibt den Inhalt der Hohlräume in ccm.

V. Zusammenfassung.

Durch die vorstehenden Untersuchungen sollen sowohl die für den Straßenbau in Betracht kommenden Eigenschaften der Gesteine festgestellt, als auch ihre mechanischen und substantiellen Veränderungen innerhalb älterer Straßendecken bestimmt werden. Die Vergleichung der fraglichen Eigenschaften eines Gesteins mit den Beobachtungen über die Oberflächenabnutzung und Verminderung des Gefügezusammenhanges der aus demselben hergestellten Straßen dürfte, zumal bei Ausführung solcher Versuche an einer größeren Anzahl von Gesteinen verschiedener mineralogischer Zusammensetzung, Struktur, Festigkeit und Zähigkeit, eine sachgemäße Grundlage liefern für die Wertbemessung jeder einzelnen Eigenschaften der Gesteine hinsichtlich ihrer in Rede stehenden Verwendungsweise. Erst wenn diese Grundlage geschaffen worden ist, werden sich geeignete Methoden und zutreffende Normen für die praktische Prüfung der Straßendeckenmaterialien, sowie andererseits Regeln hinsichtlich der Menge des für jede Gesteinsart zu verwendenden mechanischen Bindemittels (Kies, Steinsplitt usw.) feststellen lassen.

Weiteren vergleichenden Untersuchungen wird es alsdann vorbehalten bleiben müssen, zu bestimmen, welchen Einfluß die Verwendung

anderweitiger Bindemittel, wie Asphalt, Traß usw., auf die Erhaltungsdauer der aus verschiedenem Material bestehenden Kleinschlagdecken auszuüben vermag, bzw. welches dieser Bindemittel für die einzelnen Gesteinsarten als zweckmäßig zu erachten ist.

Zum Schluß mag die Frage kurz erörtert werden, inwieweit die Untersuchung an sogenannten Versuchsstrecken diejenigen an alten Straßendecken zu ersetzen vermag. Der nicht zu unterschätzende Vorteil der ersteren besteht darin, daß verschiedene Gesteinsarten unter völlig gleichen Bedingungen hinsichtlich der Bauart der Straße, ihres Untergrundes und ihrer Frequenz, miteinander nach ihrer Abnutzung und Gefügeerhaltung verglichen werden können. Zu berücksichtigen ist jedoch, daß diese Untersuchungen bei der außerordentlichen Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung und Struktur der natürlichen Gesteine, ja sogar jeder einzelnen Gesteinsart, zu praktischen Resultaten für die Aufstellung von Prüfungsnormen nur bei Ausdehnung der Versuche über alle wichtigeren Gesteinsarten führen kann. Das würde aber einen so großen Umfang der Versuchsstrecken erfordern, wie er in praxi kaum zu ermöglichen

sein dürfte. Dagegen gestattet die Untersuchung an alten Straßendecken die Ausführung der Arbeit an einem überaus mannigfachen Material.

Zu den vorliegenden Versuchen sind bisher Proben von 38 älteren Gesteinsdecken verschiedenen Materials eingesandt worden; weitere Proben stehen in Aussicht und können nach Bedarf in beliebiger Anzahl eingefordert werden. Dabei ist die Erhaltung der einzelnen Materialien auf derselben Straße unter verschiedenen äußeren Bedingungen (Differenz in der Neigung der Straße, deren sonnige und nasse Lage, Wechsel des Untergrundes und auch unter Umständen der Frequenz vor und nach der Einmündung verkehrsreicher Nebenstraßen) festzustellen, alles Verhältnisse, welche in gleicher Mannigfaltigkeit bei der Anlage von Versuchsstrecken nicht zu erreichen sind.

Immerhin würden die beabsichtigten Untersuchungen durch die in gleicher Weise auszuführenden Prüfungen an Versuchsstrecken, selbst wenn dieselben nur aus einer geringeren Anzahl von Gesteinsarten hergestellt werden, eine sehr wünschenswerte Ergänzung erfahren.

(Fortsetzung folgt.)

Untersuchungen über die Verwitterung des Baugesteins an der Bremer Baumwollbörse

Von

J. Hirschwald

Der Monumentalbau der Baumwollbörse in Bremen wurde im Jahre 1902 vollendet. Für die Ausführung der reich gegliederten Fassaden war Obernkirchener Sandstein von gleichmäßig weißer Färbung oder ein diesem an Güte mindestens gleichwertiges Material von entsprechender Färbung vorgeschrieben worden. Die Gesamtkosten des Baues betragen 3040000 Mark, wovon ca. 552000 Mark auf die Steinhauerarbeiten entfielen.

Die Fassaden des Gebäudes sind in der Front ca. 145 m lang bei einer Höhe von ca. 30 m bis zur Attika.

Während der Bauausführung erklärte der Unternehmer, daß er einen erheblichen Schaden haben würde, wenn man auf der ausschließlichen Verwendung von Obernkirchener Sandstein bestehen wollte, da die Verarbeitung desselben sich erheblich teurer stelle, als in dem Kostenanschlag vorgesehen sei. Er brachte die teilweise Zulassung von Tretzendorfer und Zeiler Main-Sandstein in Vorschlag, Materialien, welche nach seiner Angabe dem Obernkirchener Sandstein durchaus gleichwertig seien. Zum Beweise hierfür legte er die Zeugnisse des mechanisch-technischen Laboratoriums der Kgl. Technischen Hochschule zu München über die Druckfestigkeit und Frostbeständigkeit der frag-

lichen Gesteine vor, in welchen namentlich auch die vollkommene Frostsicherheit des Materiales bescheinigt wurde¹⁾.

Auf Grund dieser Zeugnisse erklärte sich die Baukommission bereit, die teilweise Verwendung des Tretzendorfer und Zeiler Sandsteins zuzulassen unter Ausschluß solcher Werkstücke des ersteren, welche Tonnerster enthalten; für Bauteile, welche einem erheblichen Druck ausgesetzt seien, sollte jedoch der Obernkirchener Sandstein oder ein ähnlicher, wie etwa Hameler oder Rehberger Stein, zur Verwendung gelangen.

Demgemäß wurde für die Fassade mit Ausnahme der freistehenden Figuren und der besonders starkem Druck ausgesetzten Teile, die aus Obernkirchener Sandstein hergestellt sind, Tretzendorfer Stein verwandt, wie namentlich

¹⁾ Die umfangreiche Verwitterung, welche diese Gesteine in dem kurzen Zeitraum von 12 Jahren erlitten haben, liefert ein weiteres Beispiel für die längst erkannte Tatsache, daß die in den Prüfungsanstalten üblichen Festigkeits- und Frostprüfungen an eingesandten Probestücken nicht genügen, um daraus einen Anhalt für die Beurteilung der aus den Brüchen zu erwartenden Gesteinslieferungen zu gewinnen, wie denn diese Prüfungen, auch wenn sie an sachgemäß ausgewähltem Material ausgeführt werden, für die Praxis wertlos sind, falls sie nicht durch die Feststellung des Wetterbeständigkeitsgrades des Gesteins ergänzt werden.

an den Giebeln und den unteren Teilen des Turmes. Der Zeiler Sandstein fand an dem großen und den beiden kleineren südöstlichen Giebeln, wie insbesondere zu den Gesimsen

man jedoch keine erhebliche Bedeutung beilegte.

Da fanden im Juli d. Js. zwei bedauerliche Unglücksfälle statt. Durch abbröckelndes Ge-



Fig. 11. Die Baumwollbörse zu Bremen

und Portalen der Höfe Verwendung. Die Gesimse sollten mit Zink abgedeckt werden, soweit dies die Bauleitung für erforderlich erachtete.

Etwa zehn Jahre nach Errichtung des Bauwerkes zeigten sich an der Straßenfassade, wie an der der Höfe, leichte Abbröckelungen, denen

stein wurde einer der Börsenbesucher getötet und ein anderer am Nachmittag desselben Tages nicht unerheblich verletzt.

Es wurden nunmehr die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen getroffen und die Untersuchung des Bauwerkes in die Wege geleitet.

Über den bedeutenden Umfang der Verwitterung, welche das Baugestein in dem kurzen Zeitraum von zwölf Jahren erfahren hat, gibt das von der Direktion der Börse eingeholte Sachverständigen Gutachten, das von einer Kommission namhafter deutscher Architekten hinsichtlich der erforderlichen Vorbeugungsmaßnahmen und der voraussichtlich notwendigen Herstellungsarbeiten erstattet worden ist, näheren Aufschluß.

Bremen, den 30. Juli 1912.

Auf die Zuschrift vom 24. Juli 1912 beehren wir uns ergebenst die gestellten Fragen zu beantworten, wie folgt:

1. Die Frage, ob eine Gefahr für das Publikum durch von dem Bauwerk herabfallende Steine besteht, wird von den technischen Mitgliedern der Sachverständigen-Kommission einstimmig bejaht. Die Gefahr bleibt zunächst so lange bestehen, so lange die am Bauwerk als schadhafte erkannten Architektur-Stücke nicht entfernt und durch gesunde neue ersetzt sind. Eine Absperrung der Höfe hält die Kommission nicht für geboten, dagegen die tunlichste Beschleunigung der Sicherungsarbeiten.

Das verwendete Material ist kein gleichmäßig zuverlässiges und gutes und bedürfen die Stücke, welche der Augenschein als zerklüftet, lagerig, aufgespalten, mürbe und teilweise zerbröckelt erwies, in erster Linie und baldmöglichst einer Ausbesserung bezw. eines entsprechenden Ersatzes.

2. Die Frage, „welche Maßnahmen zu treffen sind, um eine Gefahr für Passanten usw. zu beseitigen“, wird gleichfalls einstimmig von den Mitgliedern der Kommission dahin beantwortet, daß mit der weiteren Ausführung der derzeitigen Rüstung eingehalten werden möge, und daß systematisch mit der Aufstellung eines Schutzdaches nach der Straßenseite in der ganzen Ausdehnung des Baues begonnen werden sollte, das in der Höhe des I. Geschosses des Baues und in der Breite des Trottoirs auszuführen wäre, so daß dadurch ein gefahrloser Verkehr für die Passanten auf dem Trottoir hergestellt würde.

Eine Aufrüstung für die Auswechslung der beschädigten höherliegenden Fassadenteile ist eine Sache für sich und hat nach der Vollendung der Schutzdachvorrichtung zu geschehen auf Grund besonderer Angaben und nach Bedarf. Die Ausbesserungen haben in bestimmter Reihenfolge zu geschehen und zwar auf den genannten besonderen Gerüsten, die sich zunächst nicht auf das Bauwerk im ganzen zu erstrecken haben, sie sollen vielmehr nur aus Teilgerüsten bestehen, die auf Längen von mindestens zwei Axen auszuführen und nach Gebrauch zu verschieben sind. Das Schutzgerüst würde mit dem Fortschreiten der Restaurierungsarbeiten sukzessive entfernt und die Passage dadurch wieder freigegeben werden.

Nötig ist, daß eine sorgfältige Überwachung und Untersuchung des Zustandes des Baues

in bestimmten Perioden vorgenommen wird, um gegebenenfalls sofort jede Maßnahme ergreifen, um einem Unglück vorbeugen zu können. Es ist auch Aufgabe der beauftragten Techniker, neben der sorgfältigsten Überwachung des baulichen Zustandes eine allmähliche Ausmerzung des Tretzendorfer Sandsteines anzustreben und an den gefährdeten Stellen durch das gewählte bessere Material zu ersetzen.

3. Einstimmig wurde auch der Obernkirchener Sandstein als das bessere Material aber auch das des Teutoburger Waldes für die vorzunehmenden Arbeiten anerkannt. Der Tretzendorfer Sandstein wurde wegen seiner ungleichartigen Beschaffenheit als untauglich für die Ausbesserungen abgelehnt, obgleich eine Gefahr für den Bestand des Gebäudes selbst nicht abgeleitet werden kann. (Soll sich wohl auf die Belassung anscheinend noch guter Quadern des Materials in der Fassade beziehen. D. Verf.).

Auch die Schlesischen Sandsteine wurden in Betracht gezogen, diese aber nach längerer Diskussion wegen ihrer Ungleichmäßigkeit abgelehnt¹⁾.

Auch die Verwertung des verlässlichsten Materials, des Kalksteines, wurde in Betracht gezogen, dieses aber nur in allerletzter Linie für zulässig erklärt, wenn das empfohlene Material versagen sollte.

An Stelle eines passageren Schutzdaches aus Holz, wurde auch die Ausführung eines monumentalen Schutzes in Erwägung gezogen, bestehend aus einer Arkadenhalle, die sich vor den Schaufenstern hinziehen sollte, wie bei andern öffentlichen Bauten der Stadt.

Der Möglichkeit einer solchen Anlage wurde wohl zugestimmt, dieselbe aber nicht für nötig erachtet.

Dabei wurde auch der Ansicht Ausdruck verliehen, ob nicht die reich aus Stein gemeißelten Sandsteinbrüstungen, welche die größten Beschädigungen aufweisen, durch solche aus Metall ersetzt werden sollten, und in gleicher Art auch die Balustrade der Attika. Man hofft dadurch billiger und mit geringeren Gewichten bei der Belastung der Balkonplatten durchzukommen und eine bessere Abwässerung des Balkonplatten zu ermöglichen.

Einer mündlichen Aufforderung entsprechend, glaubt die Kommission die ungefähren Kosten für die Sanierung des Baues auf 380—400,000 Mk. zu schätzen, ohne übrigens eine Garantie für diese Höhe des Betrages zu übernehmen.

gez. Dr. Josef Durm, Ehrhardt, Hotzen,
Hertel, Roth, J. Reimer.

Man erkennt aus diesem Gutachten, eine wie umfangreiche Zerstörung das Material bereits erlitten hat. Nach den uns gewordenen

¹⁾ In dieser Allgemeinheit ist die Behauptung nicht zutreffend. Es gibt bekanntlich schlesische Sandsteinvorkommen von so vorzüglicher Beschaffenheit, daß sie zu den besten Baugesteinen gerechnet werden können.

Mitteilungen zeigen sich an den aus Zeiler Sandstein bestehenden Portalen der Höfe, sowie an den Gesimsen Verwitterungen in demselben Umfang, wie an dem Tretendorfer Gestein, während sich das Obernkirchener Material bisher im allgemeinen gut erhalten hat.

Zur eingehenden Untersuchung über die Ursache der vorliegenden Gesteinszerstörung sind dem diesseitigen Institut von der Direktion der Baumwollbörse folgende ausgewechselten Werkstücke eingesandt worden:

- Nr. 1—4 Zeiler Sandstein von dem großen südöstlichen Giebel;
 „ 5—8 Zeiler Sandstein von den zwei kleineren südöstlichen Giebeln;
 „ 9—13 Tretendorfer Sandstein von der nordöstlichen Balkonbrüstung;
 „ 14 Quader von Tretendorfer Sandstein vom nördlichen Turmrisalit;
 „ 15 Tretendorfer Sandstein aus der nördlichen Turmbrüstung;
 „ 16—17 Werkstücke von Obernkirchener Sandstein von dem nördlichen Deckgesims der Brüstung des Turmes.

Die an diesem Material ausgeführten Untersuchungen ergaben nachstehende Resultate:

A. Zeiler Sandstein.

Nr. 1. Glattes Werkstück vom großen südöstl. Giebel.

Graugelbes, grauackentartiges Gestein; feinkörnig, lockeres Gefüge; annähernd gleiches Mengenverhältnis von Quarz und Feldspat, letzterer vollkommen matt und größtenteils stark zersetzt; spärliche Glimmerschüppchen und ziemlich reichliche, kleine Körnchen von Magnetit. Schichtung nicht wahrnehmbar.

Das Gestein ist von mittlerer Festigkeit, zeigt aber schon nach einer Wasserlagerung von wenigen Minuten eine so starke Erweichung, daß es in Scherben von 15—20 mm Dicke mit den Fingern leicht zerbrochen werden kann.

Verwitterungserscheinung: Oberfläche rau; die Feldspatkörnchen ausgewittert, so daß die Quarzkörnchen locker aufliegen. Sonstige

Verwitterungserscheinungen durch Frost an dem vorliegenden Werkstück nicht wahrnehmbar.

Mikrostruktur: Die kleinen Quarzkorngruppen kieselig verwachsen, jedoch durch die dazwischen liegenden stark zersetzten Feldspatkörner vollkommen isoliert. Deutliche Parallelstruktur; Schichtungstypus: S_m VI. Korngröße: $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ mm.

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 7,35\%$

Im Kompressor: $W_c = 10,84\%$

Sättigungskoeffizient: $S = 0,678$

Festigkeitsgrad: Klasse III; Wassererweichung: sehr stark.

Frostbeständigkeitsgrad: Klasse III.

Qualitätsberechnung¹⁾:

$$Q = (Kb_3 \quad S_m \quad S_\eta) = (3,2 \times 1,32) + 0 = 4,224$$

Qualitätsklasse: IV:IV—V.

Nr. 2. Glattes Eck-Werkstück vom großen südöstl. Giebel.

Grünlich-graugelbes, vollkommen grauackentartiges Gestein; feinkörnig; lockeres Gefüge; die matten, stark zersetzten Feldspatkörnchen überwiegen an Menge diejenigen der Quarzkörnchen; sehr spärliche Glimmerschüppchen und ziemlich reichliche Körnchen von Magnetit und Augit, nebst spärlichem Eisenkies. Schichtung nur andeutungsweise vorhanden.

¹⁾ Die Untersuchung des Zeiler Sandsteins liefert einen weiteren Beitrag zur Methode der Gesteinsprüfung, weil eine derartige Strukturform bisher nicht zur Bestimmung gelangt ist. Da die Quarzkörner in isolierten kleinen Gruppen auftreten, welche durch mehr oder weniger zersetzten Feldspat unterbrochen sind, so wird sich das Gestein annähernd erhalten müssen wie ein Sandstein mit Basalzement von geringer Wetterbeständigkeit, entsprechend dem Typ Kb_3-4 je nach der Wassererweichung (siehe Handbuch, Schema 3, S. 454), dessen Bewertungsziffern 3,2 bis 4, 3 sind. Diese Auffassung ist denn auch der Qualitätsberechnung zugrunde gelegt worden, und das Berechnungsergebnis entspricht der tatsächlichen Beobachtung der Gesteinsverwitterung an dem hier untersuchten Bauwerk. Die Qualitätsklasse V—VI, welche sich aus dieser Berechnung für die schlechteren Proben ergibt, charakterisiert ein Gestein, welches in 12—13 Jahren eine geringe Oberflächenverwitterung und beträchtliche Festigkeitsverminderung bzw. schwache Zerklüftung zeigt.

Das Gestein ist von mittlerer Festigkeit, in Wasser aber noch stärker erweichbar als Nr. 1, und enthält stellenweise feinkörnige Einlagerungen von Eisenkies.

Verwitterungserscheinung: An dem lagerhaft versetzten Quader zeigen sich an der ganzen Fläche beider Seiten ca. $\frac{3}{4}$ mm starke, gleichmäßige Abblätterungen. Das Gesteinspulver reagiert stark sauer infolge der Bildung von Sulfaten aus dem zersetzten Eisenkies.

Mikrostruktur: (Fig. 12). Die kleinen Quarzgruppen kieselig verwachsen, jedoch durch die stark zersetzten Feldspatkörner vollkommen voneinander getrennt.

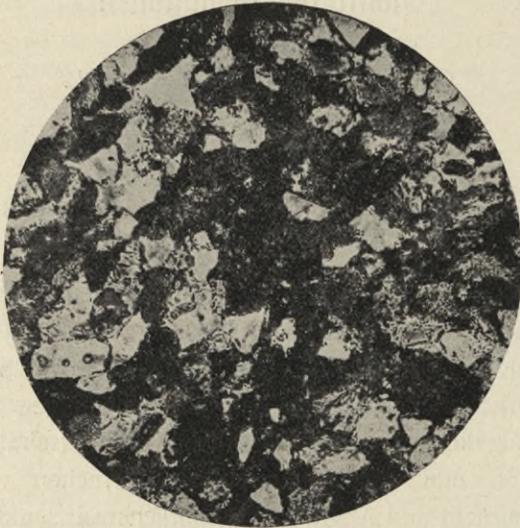


Fig. 12. Vergr. 30 ×

Deutliche Parallelstruktur; Schichtungstypus: Sm VI. Korngröße: Vorwiegend $\frac{1}{6}$ mm.

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 5,92\%$

Im Kompressor: $W_c = 7,50$ „

Sättigungskoeffizient: $S = 0,789$

Festigkeitsgrad: Klasse III. Wassererweichung: sehr stark.

Frostbeständigkeitsgrad: Klasse IV—V.

Qualitätsberechnung:

$Kb_3 \quad Sm \quad S\eta \quad ks$

$$Q = [(3,2 \times 1,32) + 0,8] 1,06 = 5,3$$

Qualitätsklasse: V: V—VI.

Nr. 3. Bogenförmiges Architekturstück vom großen südöstl. Giebel.

Grünlich-graugelbes, vollkommen grau-wackenartiges, sehr feinkörniges Gestein, welches vorwiegend aus mehr oder weniger stark zersetzten Feldspatkörnchen nebst Quarz besteht, mit ziemlich reichlichen Glimmerschüppchen, Magnetit- und Augitkörnchen, sowie Eisenkiespartikeln. Schichtung deutlich durch lagenweise angeordneten Glimmer und stellenweise reichlich auftretende Kohlenblättchen erkennbar.

Das Gestein ist von ziemlich geringer Festigkeit, welche jedoch durch Wasserlagerung weniger stark vermindert wird, als bei Gestein 1 und 2.

Verwitterungserscheinung: Schichtenförmige Abblätterung und Aufblätterung an dem auf den Spalt gestellten Werkstück. Das Gesteinspulver reagiert sauer infolge der durch den zersetzten Eisenkies gebildeten Verwitterungsprodukte.

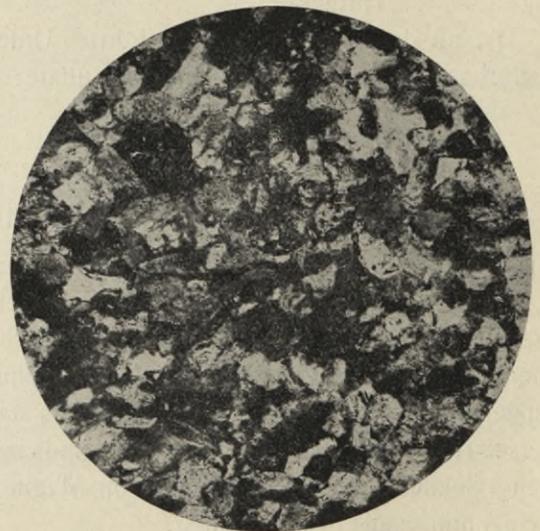


Fig. 13. Vergr. 30 ×

Mikrostruktur: (Fig. 13). Vollkommene Parallelstruktur durch lagenweise angeordnete Quarzkörnchen, deren kleinere Gruppen kieselig verwachsen, jedoch durch Feldspatkörnchen voneinander getrennt sind. Schichtungstypus: Sm V—VI; Korngröße: $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{6}$ mm.

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 5,61\%$

Im Kompressor: $W_c = 7,07\%$

Sättigungskoeffizient: $S = 0,793$

Festigkeitsgrad: Klasse IV; Wassererweichung: ziemlich beträchtlich.

Frostbeständigkeitsgrad: Klasse V—VI.

Qualitätsberechnung:

K_b, S_m, S_η, k_s

$$Q = [(3,2 \times 1,3) + 0,8] 1,06 = 5,26$$

Qualitätsklasse: V: V—VI.

Nr. 4. Bogenförmiges Architekturstück vom großen südöstl. Giebel.

Dunkel grünlich-graugelbes, vollkommen grauwackenartiges, sehr feinkörniges Gestein, welches überwiegend aus zersetzten Feldspatkörnchen nebst Quarz besteht, mit ziemlich reichlichen Glimmerschüppchen auf den Schichtflächen und reichlichen Körnchen von Magnetit und Augit. Schlägt sich unregelmäßig schichtig. Lockere Kornbindung.

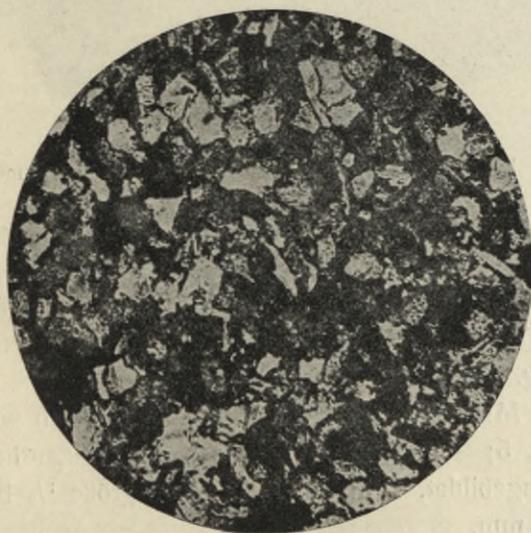


Fig. 14. Vergr. 25 ×

Das Gestein ist von ziemlich geringer Festigkeit, die nach kurzer Wasserlagerung sich noch erheblich vermindert. Infolge zersetzten Eisenkieses saure Reaktion.

Verwitterungserscheinung: An dem auf den Spalt gestellten Werkstück stark korrodierte,

rauhe Oberfläche, schichtenförmige Ablätterung und desgl. innere Zerklüftung.

Mikrostruktur: (Fig. 14). Deutliche Parallelstruktur durch lagenweise angeordnete vereinzelte Quarzkörnchen und kleine Quarzkorngruppen, welche durch zersetzten Feldspat vollkommen voneinander getrennt sind. Schichtungstypus: Sm V—VI. Korngröße: $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{6}$ mm.

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 4,95\%$

Im Kompressor: $W_c = 5,86\%$

Sättigungskoeffizient: $S = 0,844$



Fig. 15. Vergr. 30 ×

Festigkeitsgrad: Klasse IV; Wassererweichung: nach kurzer Wasserlagerung beträchtliche Erweichung.

Frostbeständigkeitsgrad: Klasse VI.

Qualitätsberechnung:

K_b, S_m, S_η, k_s

$$Q = [(3,2 \times 1,3) + 2,2] 1,06 = 6,74$$

Qualitätsklasse: VI—VII.

Nr. 5. Pfeilerstück von einem der kleinen südöstl. Giebel.

Dunkel grünlich-graugelbes Gestein von gleicher mineralogischer Zusammensetzung wie

Nr. 4, aber feinkörniger und von etwas festerer Kornbindung.

Das Gestein ist von etwas größerer Festigkeit als Nr. 4, die jedoch durch Wasserlagerung beträchtlich vermindert wird.

Verwitterungserscheinung: Die Oberfläche des auf den Spalt gestellten Werkstückes ziemlich stark korrodiert; schichtenförmige Ablösungen von ca. 1 mm Stärke an der ganzen Fläche.

Mikrostruktur: (Fig. 15). Die Quarzkorngruppen von kieseliger Verwachsung sind größtenteils durch Feldspat getrennt, zum Teil



Fig. 16. Kohlige Schichteinlagerungen

jedoch auch lose zusammenhängend. Ziemlich deutliche Parallelstruktur. Schichtungstypus: Sm II. Korngröße $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ mm.

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 5,87\%$

Im Kompressor: $W_c = 7,62$ „

Sättigungskoeffizient: $S = 0,770$

Festigkeitsgrad: Klasse III—IV; Wassererweichung: beträchtlich.

Frostbeständigkeitsgrad: Klasse V.

Qualitätsberechnung:

$$Q = (Kb_3 \cdot Sm \cdot S\eta) = (3,2 \times 1) + 1,9 = 5,1$$

Qualitätsklasse: V.

Nr. 6. Großes Gesimsstück von einem der kleinen südöstl. Giebel.

Grünlich-graugelbes Gestein von gleicher mineralogischer Zusammensetzung wie Nr. 4, aber etwas feinkörniger und von mittlerer Festigkeit, die durch Wasserlagerung beträchtlich vermindert wird.

Durch zusammenhängende, dünne, kohlige Einlagerungen, welche das Gestein stellenweise in Abständen von 3—8 mm durchziehen (siehe Fig. 16), deutlich geschichtet, auch finden sich auf den Schichtflächen ziemlich reichliche Glimmerblättchen.

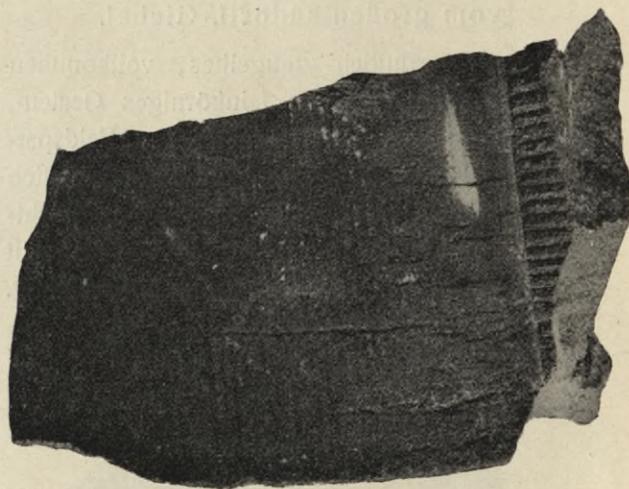


Fig. 17. Rißbildung nach den Schichteinlagerungen

Verwitterungserscheinung: Die Oberfläche ist ziemlich stark korrodiert und zeigt infolge Ausnagung der kohligen Einlagerungen tiefe Risse (siehe Fig. 17, Vorderseite von Fig. 16).

Mikrostruktur: Kornbindung ähnlich wie Nr. 5; Parallelstruktur jedoch nur undeutlich ausgebildet, Typ: Sm I—II. Korngröße $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ mm.

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 7,32\%$

Im Kompressor: $W_c = 10,62$ „

Sättigungskoeffizient: $S = 0,689$

Festigkeitsgrad: Klasse III; Wassererweichung: beträchtlich.

Frostbeständigkeitsgrad: Klasse III.

Qualitätsberechnung:

$$Q = (3,2 \times 1,5) + 0 = 4,80$$

Qualitätsklasse: IV—V:V.

Nr. 7. Aufsatzspitze von einem der kleinen südöstl. Giebel.

Grünlich-graugelbes Gestein von gleicher mineralogischer Zusammensetzung wie Nr. 4, aber mit spärlichen Glimmerblättchen. Mittlere

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 7,00\%$

Im Kompressor: $W_c = 9,24\%$

Sättigungskoeffizient: $S = 0,757$

Festigkeitsgrad: Klasse III; Wassererweichung: beträchtlich.

Frostbeständigkeitsgrad: Klasse IV—V.

Qualitätsberechnung:

$$Q = (3,2 \times 1) + 0,8 = 4,0$$

Qualitätsklasse: IV.



Fig. 18. Auf den Spalt gestellte Architekturteile; Schichtung parallel der Bildfläche

Festigkeit, die durch Wasserlagerung beträchtlich vermindert wird.

Verwitterungserscheinung: Das auf den Spalt gestellte Werkstück (Fig. 18e) zeigt an der Wetterseite schwache schichtige Abblätterung.

Mikrostruktur: Kornbindung ähnlich wie Nr. 5, Parallelstruktur jedoch nur undeutlich ausgebildet, Typ: Sm I; Korngröße $1/4$ — $1/7$ mm.

Nr. 8. Pfeilerstück von einem der kleinen südöstl. Giebel.

Grünlich-graugelbes, grauackennähnliches Gestein; feinkörnig; ziemlich festes Gefüge; die matten, stark zersetzten Feldspatkörnchen weniger zahlreich als in den Werkstücken 6—7; Schichtung nur andeutungsweise vorhanden.

Das Gestein ist von etwas größerer Festigkeit als die vorigen und erleidet durch Wasserlagerung auch eine etwas geringere Erweichung.

Verwitterungserscheinung: Ziemlich beträchtliche narbige Verwitterungsrinde, ohne beträchtliche Auflockerung im Innern.

Mikrostruktur: Die isolierten kleinen Quarzkorngruppen zeigen kieselige, stark diskontinuierliche Verwachsung und sind durch ziemlich stark zersetzte Feldspatkörnchen getrennt. Vollkommene Parallelstruktur. Typ: Sm II; Korngröße $1/7-1/4$ mm.

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 5,56\%$

Im Kompressor: $W_c = 7,08$ „

Sättigungskoeffizient: $S = 0,785$

Festigkeitsgrad: Klasse II—III. Wassererweichung: ziemlich beträchtlich.

Frostbeständigkeitsgrad: Klasse III—IV.

Qualitätsberechnung:

$$Q = \frac{Kb_3}{Sm} S_\eta + 0,7 = 3,9$$

Qualitätsklasse: IV.

B. Tretendorfer Sandstein.

Nr. 9. Figürliches Skulpturstück (Kopf) von der nordöstl. Balkonbrüstung.

Gelblich-grauweißes, feinkörniges, deutlich geschichtetes Gestein, mit reichlichem, teils rotem, teils mehr oder weniger stark kaolinisiertem Feldspat, kleinen Magnetitkörnchen und reichlicheren Glimmerblättchen, welche z. T. zu kleinen Gruppen vereinigt, namentlich auf den Schichtflächen auftreten.

Das Gestein ist von ziemlich beträchtlicher Festigkeit, die jedoch durch Wasserlagerung erheblich verringert wird.

Verwitterungserscheinung: Das auf den Spalt gestellte Werkstück (siehe Fig. 18a) zeigt eine rauhe Verwitterungsrinde und Defekte durch schichtenförmiges Abplatzen.

Mikrostruktur: (Fig. 19). Innerhalb der 2—3 zähligen Quarzkorngruppen kieselige, stark diskontinuierliche Bindung, aber die einzelnen

Korngruppen durch differentes Bindemittel bezw. durch Feldspatkörner und Kaolin getrennt. Deutliche Parallelstruktur, Typ: Sm II; Korngröße $1/8-1/4$ mm.

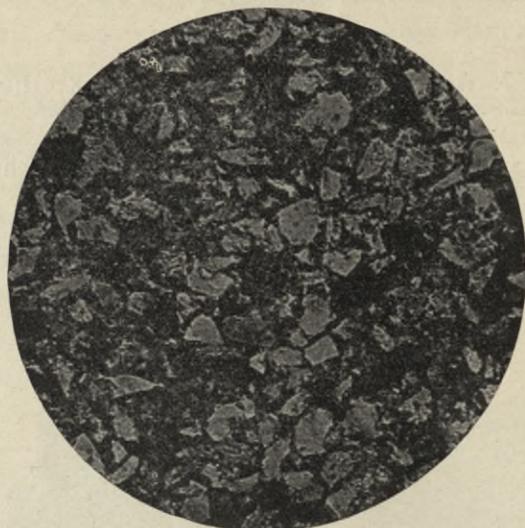


Fig. 19. Vergr. 22 ×

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 4,53\%$

Im Kompressor: $W_c = 6,08$ „

Sättigungskoeffizient: $S = 0,745$

Festigkeitsgrad: Klasse II—III. Wassererweichung: ziemlich beträchtlich.

Frostbeständigkeitsgrad: Klasse III—IV.

Qualitätsberechnung¹⁾:

$$Q = \frac{Kd_3}{Kb_{3-4}} Sm S_\eta + 0,7 = 3,65$$

Qualitätsklasse: III—IV: IV.

Nr. 10 und 11. Skulpturstücke von der nordöstl. Balkonbrüstung.

Gelblich-grauweißes Gestein von gleichartiger mineralogischer Zusammensetzung wie Nr. 9, jedoch erheblich grobkörniger und ohne erhebliche Schichtung.

¹⁾ Obgleich der Tretendorfer Sandstein beträchtlich weniger Feldspat enthält als der Zeiler Sandstein, fehlt doch auch hier ein fester Zusammenhang der Quarzkörner in der Gesamtmasse, wie er guten Sandsteinen eigen ist. Der Strukturtypus bildet eine Vereinigung der Typen Kd_3 und Kb_{3-4} (siehe Handbuch S. 453/454).

Das Gestein ist von mittlerer Festigkeit, die durch Wasserlagerung erheblich weniger beeinträchtigt wird als bei Nr. 9. Infolge zersetzten Eisenkieses saure Reaktion.

Verwitterungserscheinung: Narbige Verwitterungsrinde.

Mikrostruktur: Die 2—3 zähligen Gruppen langgestreckter Quarzkörnchen zeigen kieselige Verwachsung, sind aber durch dazwischen gelagerten Feldspat und Kaolin zum größten Teil voneinander getrennt. Unvollkommene Parallelstruktur. Typ Sm I—II; Korngröße $\frac{1}{4}$ bis $(\frac{1}{2}—\frac{2}{3})$ mm.

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 4,65\%$

Im Kompressor: $W_c = 6,92\%$

Sättigungskoeffizient: $S = 0,672$

Festigkeitsgrad: Klasse III. Wassererweichung nicht sehr beträchtlich.

Frostbeständigkeitsgrad: Klasse III.

Qualitätsberechnung:

$$\frac{Kd_3}{Kb_{3-4}} \quad S_m \quad S_r \quad k_s$$

$$Q = [(2,95 \times 1) + 0,1] 1,06 = 3,23$$

Qualitätsklasse: III : III—IV.

Nr. 12. Flaches Skulpturstück von der nordöstl. Balkonbrüstung.

Gelblichgraues, feinkörniges, deutlich geschichtetes Gestein mit ziemlich reichlichem roten Feldspat, Kaolin und Magnetitkörnchen. Auf den Schichtflächen z. T. stärkere Anhäufung von Glimmerblättchen. Ziemlich festes Gestein, das durch Wasserlagerung keine sehr bedeutende Festigkeitsverminderung erleidet.

Verwitterungserscheinung: Das nach der Schichtfläche bearbeitete Skulpturstück (siehe Fig. 18 c) ist glatt abgeplatzt; etwas rauhe Verwitterungsrinde.

Mikrostruktur: (Fig. 20). Vereinzelte Quarzkörnchen und 3—5zählige Korngruppen, welche letztere durch kieseliges Verbindungsmittel locker verbunden erscheinen, sind durch dazwischen gelagerte Feldspatkörnchen und Kaolin voll-

kommen voneinander getrennt. Vollkommene Parallelstruktur. Typ Sm I—II; Korngröße $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{3}$ mm.

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 4,49\%$

Im Kompressor: $W_c = 5,81\%$

Sättigungskoeffizient: $S = 0,772$

Festigkeitsgrad: Klasse II. Wassererweichung nicht bedeutend.

Frostbeständigkeitsgrad: Klasse IV.

Qualitätsberechnung:

$$\frac{Kd_3}{Kb_{3-4}} \quad S_m \quad S_r$$

$$Q = (2,95 \times 1) + 1 = 3,95$$

Qualitätsklasse: IV.



Fig. 20. Vergr. 26 ×

Nr. 13. Skulpturstück von der nordöstl. Balkonbrüstung.

Gelblichgraues, feinkörniges, ziemlich deutlich geschichtetes Gestein von ähnlicher mineralogischer Zusammensetzung wie Nr. 12; auf den Schichtflächen z. T. reichliche Anhäufung von Glimmer. Das Gestein ist von mittlerer Festigkeit, die durch Wasserlagerung eine erhebliche Einbuße erleidet. Infolge zersetzten Eisenkieses saure Reaktion.

Verwitterungserscheinung: (s. Fig. 18b). Das auf den Spalt gestellte Werkstück ist nach

der Schichtung glatt abgeplatzt; Verwitterungsrinde rauh.

Mikrostruktur: (Fig. 21). Die 3—4 zähligen Quarzkorngruppen unter sich schwach kieselig verbunden und durch Feldspatkörnchen und reichlichen Kaolin voneinander getrennt. Vollkommene Parallelstruktur. Typ Sm I—II; Korngröße $1/6$ — $1/3$ mm.

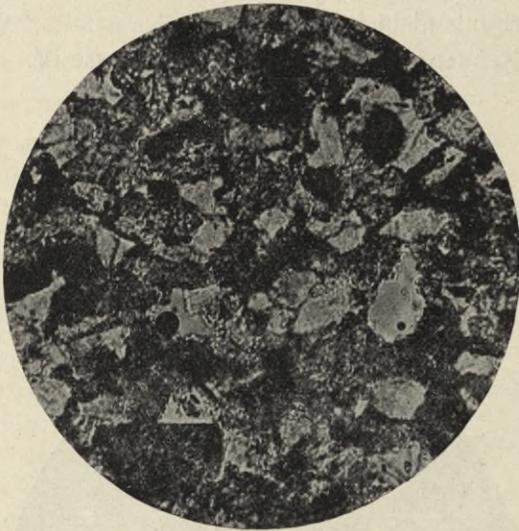


Fig. 21. Vergr. 26 ×

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 4,56\%$

Im Kompressor: $W_c = 6,02\%$

Sättigungskoeffizient: $S = 0,757$

Festigkeitsgrad: Klasse III; Wassererweichung beträchtlich.

Forstbeständigkeitsgrad: Klasse IV.

Qualitätsberechnung:

$$\frac{Kd_3}{Kb_{3-4}} \quad Sm \quad S\eta \quad ks$$

$$Q = [(2,95 \times 1) + 1] 1,06 = 4,09$$

Qualitätsklasse: IV.

Nr. 14. Glattes Werkstück vom nördl. Turmrisalit.

Gelblichgraues, feinkörniges, deutlich geschichtetes Gestein von ähnlicher mineralogischer Zusammensetzung wie Nr. 12, das aber auf den Schichtflächen sehr reichliche Glimmeranhäufungen enthält. Die Glimmerlagen bilden in

Abständen von 2—4 mm 3—5 zählige Gruppen, welche das Gestein in Entfernungen von 6—8 cm durchsetzen.

Mittlere Festigkeit, die durch Wasserlagerung jedoch erheblich vermindert wird. Das Gestein ist stichig.

Verwitterungserscheinung: Rauhe Verwitterungsrinde und mäßige Zerklüftung.

Mikrostruktur: (Fig. 22). Die Quarzkörnchen teils vereinzelt, teils in 2—4 zähligen, schwach kieselig verwachsenen Gruppen sind durch Feldspat und Kaolin getrennt. Vollkommene Parallelstruktur. Typ Sm I—II; Korngröße $1/6$ — $1/3$ mm.

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 5,34\%$

Im Kompressor: $W_c = 7,07\%$

Sättigungskoeffizient: $S = 0,755$

Festigkeitsgrad: Klasse III; Wassererweichung beträchtlich.

Forstbeständigkeitsgrad: Klasse IV.

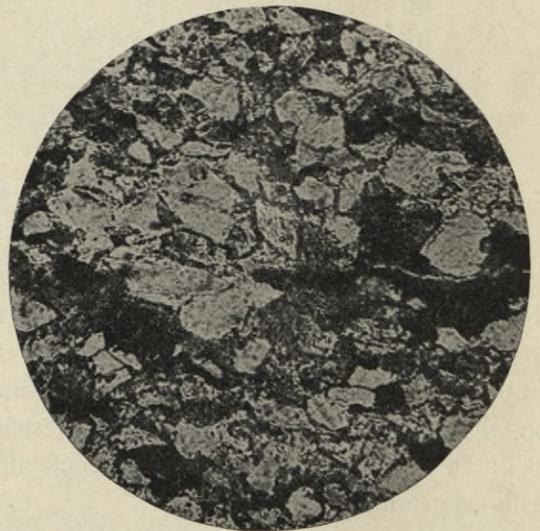


Fig. 22. Vergr. 26 ×

Qualitätsberechnung:

$$\frac{Kd_3}{Kb_{3-4}} \quad Sm \quad S\eta$$

$$Q = (2,95 \times 1) + 1 = 3,95$$

Qualitätsklasse: IV.

Nr. 15. Architekturstück aus der nördl. Turmbrüstung.

Gelblichgraues, feinkörniges, ziemlich deutlich geschichtetes Gestein von gleicher mineralogischer Zusammensetzung wie Nr. 13. Das Gestein ist von mittlerer Festigkeit, die durch Wasserlagerung eine ziemlich erhebliche Ein-

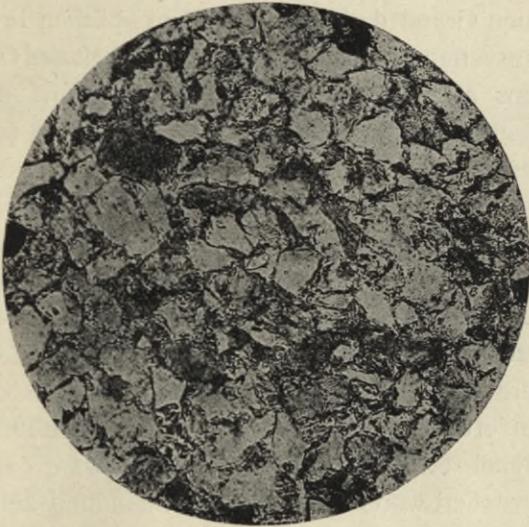


Fig. 23. Vergr. 52 ×

buße erleidet. Infolge zersetzten Eisenkieses saure Reaktion.

Verwitterungserscheinung: (s. Fig. 16 d). Das auf den Spalt gestellte Werkstück ist nach der Schichtungsfläche glatt abgeplatzt; Verwitterungsrinde rau.

Mikrostruktur: (Fig. 23). Schwach kieselig verwachsene Kornlagen sind durch stark kaolin-haltige Zwischenmittel voneinander getrennt. Vollkommene Parallelstruktur. Typ Sm III; Korngröße $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{3}$ mm.

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 4,12\%$
 Im Kompressor: $W_c = 5,42$ „
 Sättigungskoeffizient: $S = 0,760$

Festigkeitsgrad: Klasse III; Wassererweichung beträchtlich.

Frostbeständigkeitsgrad: Klasse IV.

Qualitätsberechnung:

$$Q = \left[\frac{Kd_s}{Kb_{3-4}} \quad Sm \quad S\eta \quad ks \right] 1,06 = 4,81$$

Qualitätsklasse: IV: V—V.

C. Obernkirchener Sandstein.

Nr. 16. Gesimsstück vom nördl. Deckgesims der Turmbrüstung.

Gelbliches Gestein mit rostfarbenen, unregelmäßigen Schichtstreifen; sehr feinkörnig; die Quarzkörnchen z. T. pleromorph ausgebildet. Das Gestein ist von beträchtlicher Festigkeit, die durch Wasserlagerung nicht erheblich vermindert wird.

Verwitterungserscheinung: Oberfläche geschwärzt, jedoch ohne wahrnehmbare Verwitterung.

Mikrostruktur: (Fig. 22). Kieselige, vorherrschend diskontinuierliche Kornbindung, nur vereinzelt durch Feldspatkörnchen unterbrochen, mit silifiziertem Porezement. Bindungszahl: $B_z = 3 - 6$; Bindungsmaß: $B_m = 0,5 - 0,8$. Ziemlich deutliche Parallelstruktur. Typ Sm I—II; Korngröße $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{4}$ mm.

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck: $W_2 = 3,69\%$
 Im Kompressor: $W_c = 6,63$ „
 Sättigungskoeffizient: $S = 0,556$

Festigkeitsgrad: Klasse I—II; Wassererweichung gering.

Frostbeständigkeitsgrad: Klasse I.

Qualitätsberechnung:

$$Q = 1 - 0,21 + 0,2 + 0,2 = 1,19$$

Qualitätsklasse: I.

Nr. 17. Gesimsstück vom nördlichen Deckgesims der Turmbrüstung.

Gelblichweißes Gestein mit unregelmäßigen, hellockergelben Streifen. Mineralogische Beschaffenheit und Festigkeit wie Nr. 16.

Verwitterungserscheinung: Oberfläche geschwärzt, jedoch ohne wahrnehmbare Verwitterungsrinde.

Mikrostruktur: Wie Nr. 16, jedoch etwas lockerere Kornbindung. Bindungszahl: $B_z = 3-5$; Bindungsmaß: $B_m = 0,6-0,7$. Ziemlich deutliche Parallelstruktur. Typ Sm I—II; Korngröße $1/15-1/4$ mm.

Wasseraufnahme:

Unter gewöhnlichem Druck $W_g = 4,30\%$

Im Kompressor $W_c = 7,92\%$

Sättigungskoeffizient $S = 0,542$.

Festigkeitsgrad: Klasse I—II; Wassererweichung gering.

Frostbeständigkeitsgrad: Klasse I.

Qualitätsberechnung:

$$Q = 1 - 0,21 + 0,41 + 0,2 = 1,44$$

Qualitätsklasse: I—II.

Schlußbemerkungen.

1. Die allgemeine Bedingung für die Wetterbeständigkeit der Sandsteine ist ihre kieselige Kornbindung und die vorwaltende Zusammensetzung der körnigen Bestandmasse aus Quarz. Andere Mineralkörner dürfen nur untergeordnet vorkommen und müssen im wesentlichen aus wetterfestem Material, unzersetztem Feldspat, Glaukonit usw. bestehen.

Diesen Anforderungen entspricht der Obernkirchener Sandstein bis zu einem gewissen Grade, nicht aber der Sandstein von Tretzendorf und noch weniger derjenige von Zeil.

Der Tretzendorfer Stein hat einen sehr beträchtlichen Gehalt an Feldspat, welcher bereits in erheblichem Maße in Kaolin umgewandelt ist, wodurch der Gefügezusammenhang der kleinen Quarzkorngruppen unterbrochen wird.

Der Zeiler Sandstein enthält einen erheblich größeren Gehalt an mehr oder weniger zersetztem Feldspat, und es tritt dadurch die Aufhebung des Gefügezusammenhanges der Quarzkörner in wesentlich höherem Maße hervor als an dem Tretzendorfer Gestein.

An dem größten Teil der untersuchten Proben kommt überdies der Sättigungskoeffizient dem kritischen Wert von 0,8 sehr nahe, was in Verbindung mit der Schichtung des Gesteins und seiner Erweichbarkeit in Wasser einen geringen Frostbeständigkeitsgrad zur Folge hat.

Daß die Prüfungszeugnisse des mechanisch-technischen Laboratoriums zu München diese Qualitätsverhältnisse nicht erkennen ließen, hat seinen Grund darin, daß bei dem üblichen Prüfungsverfahren nur die Trockenfestigkeit des Gesteins an ausgesuchten Probestücken und die Frostbeständigkeit durch Gefrierproben an solchem Material bestimmt wird. Die Wetterbeständigkeitsprüfung bleibt unberücksichtigt, und selbst die Untersuchung auf Wassererweichung, welche in dem vorliegenden Falle jene Prüfung bis zu einem gewissen Grade hätte ersetzen können, war unberücksichtigt geblieben. Wäre sie ausgeführt worden, so würde die Minderwertigkeit der betreffenden Gesteine außer Zweifel gestellt worden sein. Es wäre dann konstatiert worden, daß die Kornbindung keine kieselige ist (denn diese erfährt durch Wasserlagerung keine namhafte Verminderung), sondern eine im höchsten Grade unzureichende, in Wasser leicht erweichbare.

Es kann nicht oft genug darauf hingewiesen werden, wie wichtig diese Untersuchung selbst in der primitiven Form, wie sie auf jedem Werkplatz ausgeführt werden kann, für die Qualitätsbestimmung der Sandsteine, aber auch der Grauwacken, Kalksteine und Dachschiefer ist.

Man verfährt dabei in folgender Weise: Mittels des Meißels wird eine größere Anzahl scherbenförmiger Stücke von 1—3 cm Dicke von dem Gestein abgeschlagen und die Hälfte davon unter Wasser gelegt. Nach einiger Zeit überzeugt man sich durch den Versuch die trockenen und wassergelagerten Stücke mit der Hand zu zerbrechen, ob ein namhafter Festigkeitsunterschied zwischen beiden zu konstatieren ist.

Der Zeiler und Tretzendorfer Sandstein ist in etwa 2 cm dicken Scherben mit den Fingern nicht zu zerbrechen. Bei dem ersteren genügt aber eine viertelstündige Wasserlagerung, um

dies mit Leichtigkeit zu bewirken. Bei dem letzteren ist hierzu eine 1—2stündige Wassereinwirkung erforderlich.

Hätte man diesen einfachen Versuch ausgeführt, so würde man damit ohne weiteres imstande gewesen sein, zu konstatieren, daß die beiden fraglichen Sandsteine kein kieseliges, sondern ein in Wasser stark erweichbares Bindemittel besitzen und daher dem Obernkirchener Stein nicht gleichwertig sein können.

Bei Kalkstein wird auf die gedachte Weise das Vorhandensein eines kristallinen bzw. erdigen Kalkzwischenmittels, bei Dachschiefern der Grad der Silifizierung festgestellt.

Genauere Resultate sind in den Versuchsanstalten durch Festigkeitsprüfung von Würfeln in trockenem und wassergelagertem Zustande zu erzielen, und es sollten Steinbruchbesitzer und Architekten, welche ihre Materialien in jenen Anstalten untersuchen lassen, nicht verabsäumen, die Ausführung dieser Prüfungen zu beantragen.

2. Trotz der Minderwertigkeit des Materials würde aber die Verwitterung desselben keinen so rapiden Verlauf genommen haben, wenn das Gestein eine seiner Beschaffenheit entsprechende bauliche Verwendung gefunden hätte. Gesteine von solcher Struktur dürfen selbst für Bauwerke, an deren Erhaltungsdauer keine sehr hohen Anforderungen gestellt werden, stets nur im glatten, aufgehendem Mauerwerk, bei durchaus lagerhafter Bearbeitung verwendet werden, niemals aber in vorspringenden Architekturteilen (Gesimsen, Kragsteinen, Abdeckplatten, Pfeilern usw.) und noch weniger zu skulpturierten Werkstücken, durchbrochenen Balkonbrüstungen und Aufsatzspitzen. Daß diese Regel in dem vorliegenden Falle nicht berücksichtigt worden ist, muß als ein schwerer technischer Fehler bezeichnet werden. Hierbei fällt noch ins Gewicht, daß der Zeiler Sandstein neben seiner Parallelstruktur schichtige Einlagerungen von Kohlenblättchen aufweist, der Tretendorfer Sandstein neben der gleichen Struktur stellenweise reichliche Einlagerungen von Glimmer auf den Schichtflächen. Die flachen Werkstücke der durchbrochenen Balkonbrüstungen, sowie die Aufsatzspitzen sind überdies nach dem Lager

bearbeitet und auf den Spalt gestellt worden (siehe Fig. 18). Es darf deshalb nicht wundernehmen, daß das Gestein schon innerhalb eines Jahrzehnts eine starke Zerklüftung, Abblätterung bzw. vollkommene Zerspaltung erfahren hat.

Von alters her haben die Steinmetzen plattenförmige Werkstücke, wie sie für Galerien, Strebe- Pfeiler und Abdeckplatten erforderlich sind, sowie die langen Werkstücke der Fialen an gotischen Domen wegen der leichteren Gewinnungsweise nach dem Lager bearbeitet und hierzu auch deutlich geschichtete Gesteine, z. B. Buntsandsteine, verwendet.

Aber sie waren sich in der Regel wohl bewußt, daß hierzu nur Material von vorzüglichster Kornbindung und ohne Glimmereinlagerung auf den Schichtflächen Verwendung finden durfte. Und selbst dann haben sich solche Architekturteile selten länger als 2—3 Jahrhunderte erhalten.

Ohne eine sehr sorgfältige Untersuchung sollte man geschichtete Gesteine für derartige Architekturglieder niemals verwenden; gänzlich ausgeschlossen sind hierfür aber Materialien von unzulänglicher Kornbindung, zumal wenn dieselben überdies schichtentrennende Einlagerungen von Kohlenblättchen oder Glimmer enthalten.

3. Nach dem Vorstehenden wird sich im allgemeinen bestimmen lassen, welche Teile der Fassaden einer Auswechslung bedürfen, auch wenn sie zurzeit noch keine offensichtlichen Schäden aufweisen. In erster Linie sind es die aus Zeiler und Tretendorfer Sandstein nach den Lagerflächen bearbeiteten und auf den Spalt gestellten Gesimsstücke, die flachen Architekturteile der Giebel und namentlich der Balkonbrüstungen, welche einen Ersatz erheischen. Aber auch die unsachgemäß bearbeiteten und auf den Spalt gestellten Quadern aus Obernkirchener Stein werden hierbei ausgewechselt werden müssen. Im übrigen wird es der sorgfältigen örtlichen Untersuchung des Materials bedürfen, um eine gründliche und nachhaltige Instandsetzung des Bauwerks zu ermöglichen.

Die Entwicklung der Baugesteinsprüfung an der ehemaligen Versuchsanstalt und dem gegenwärtigen Prüfungsamt zu Berlin

Von

J. Hirschwald

„Das Gewordene verstehen wir erst vollkommen, wenn wir seinen Werdegang kennen.“

Im Jahre 1873 begann Bauschinger mit der Veröffentlichung seiner grundlegenden Prüfungsversuche an natürlichen Bausteinen¹⁾. Hatte man sich bisher auf dem Gebiet der Materialprüfung darauf beschränkt, die Metalle nach ihren mechanischen Eigenschaften zu untersuchen, so zeigten die Bauschingerschen Arbeiten, welche Bedeutung die Prüfung der natürlichen Gesteine, bei der großen Verschiedenheit ihrer Eigenschaften, für das Baugewerbe, wie für die Steinbruchindustrie haben müsse.

F. Reuleaux, der damalige Direktor der Berliner Gewerbeakademie, welcher stets eifrig bestrebt war, das von ihm geleitete und in erfreulichem Aufschwung befindliche Institut an allen Fortschritten auf dem Gebiet der technischen Wissenschaften tätigen Anteil nehmen zu lassen, faßte im Jahre 1878 den Plan, die seit 1870 bestehende Anstalt zur Fortsetzung der Wöhlerschen Dauerversuche über das Verhalten der Metalle bei wiederholten Beanspruchungen durch eine Prüfungsstelle für natürliche Bausteine zu ergänzen.

¹⁾ Bauschinger, Mitteilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der Kgl. polytechnischen Schule in München, Bd. I, 1873.

Die bescheidenen Etatsverhältnisse der Gewerbeakademie gestatteten aber weder eine kostspielige Einrichtung, noch die Berufung einer auf dem betreffenden Gebiet bewährten Kraft zur Leitung einer solchen Anstalt. Eine alte Druckpresse, welche sich unter den Beständen der Gewerbeakademie befand, bildete zunächst die einzige Ausstattung des in einem kleinen Raum untergebrachten neuen Institutes, und der Vorsteher einer privaten Vorbereitungsanstalt für angehende Techniker, Dr. Böhme, wurde mit der Ausführung der geplanten Untersuchungen beauftragt.

Es ist bezeichnend für die damaligen Verhältnisse, daß pekuniäre Mittel für dieses neue Institut staatlicherseits nicht zu erlangen waren. Man wies darauf hin, daß die betreffenden Versuche in erster Linie der privaten Industrie zu statten kämen, und daß das Institut sich daher aus den Einkünften erhalten müsse, welche durch die Ausführung der zu erwartenden Aufträge erzielt werden würden. Damit schien die Existenz der Anstalt auf eine recht unsichere Grundlage gestellt zu sein. Aber Böhme war ein sehr geschäftsgewandter Mann. Er wußte es zu bewirken, daß durch Ministerialverfügung

den unterstellten Behörden aufgegeben wurde, bei Submissionen für Baugesteine nur solche Reflektanten zu berücksichtigen, welche hinsichtlich ihrer Materialien ein Prüfungszeugnis der neuen Versuchsanstalt vorzulegen vermochten.

Der Erfolg dieser Verordnung ließ nicht auf sich warten.

Zahlreich liefen die Aufträge der Steinbruchbetriebe ein und sehr bald häuften sich die eingesandten Bruchsteinproben, welche die vorhandene Druckpresse nicht zu bewältigen vermochte, auf dem Hofe der alten Gewerbeakademie zu Bergen an. Es gibt einen Anhalt für den Umfang der erledigten Aufträge, daß die Einnahmen der von Dr. Böhme in eigene Regie übernommenen Prüfungsanstalt schließlich die Summe von jährlich 20000 Mark überstiegen. Erst jetzt entschloß sich die Staatsbehörde, die Verwaltung des Institutes zu übernehmen und demselben einen Jahresetat zu bewilligen, während die Einnahmen der Staatskasse zugeführt wurden.

Aus jener Zeit liegen Berichte über die ausgeführten Untersuchungen nicht vor. Die ersten Veröffentlichungen erschienen im Jahre 1883 in Band I der

„Mitteilungen aus den Kgl. Technischen Versuchsanstalten zu Berlin.“

Die von der Anstalt ausgeführten Prüfungen erstreckten sich auf die Bestimmung

1. des spezifischen Gewichts,
2. der Druckfestigkeit,
3. der Wasseraufnahme,
4. der Härte und
5. des Wetterbeständigkeitsgrades der Gesteine.

Für die zu 1—3 genannten Prüfungen waren von Bauschinger und Tetmajer sachgemäße Vorschriften bearbeitet worden, die auch hier, soweit die Einrichtungen es ermöglichten, zur Anwendung gelangten.

Die Ausführung der neu hinzugefügten Prüfungen auf Härte und Wetterbeständigkeit zeigten aber bereits die gänzliche Unzulänglichkeit der Anstaltsleitung für eine den wissenschaftlichen und praktischen Anforde-

rungen entsprechende Ausgestaltung derartiger Untersuchungen.

Bekanntlich bedient man sich in der mineralogischen Praxis der Mohsschen Skala zur Bestimmung des Härtegrades einfacher Mineralien, indem man feststellt, welches Mineral der Härteskala den fraglichen Körper weder ritzt, noch von ihm angegriffen wird. Daß man auf diese Weise aber die Härte eines zusammengesetzten Gesteins, z. B. eines Granits mit den Bestandteilen: Quarz = Härte 7, Feldspat = Härte 6 und Glimmer = Härte ca. 2, nicht zu bestimmen vermag, ist selbst jedem Laien ohne weiteres klar. Aber auch wenn man aus der Härte der einzelnen Gesteinskomponenten und dem Mengenverhältnis derselben einen mittleren Härtegrad feststellen wollte, so würde sich dadurch ein Urteil über die Widerstandsfähigkeit zusammengesetzter Gesteine gegen mechanische Beanspruchungen nicht gewinnen lassen, weil hierbei auch die Festigkeit der Kornbindung von wesentlichem Einfluß ist.

Trotzdem sind diese unzureichenden und daher zwecklosen Versuche bis zum Jahre 1896, also 18 Jahre lang, von der Prüfungsanstalt ausgeführt worden, ohne daß dem Leiter derselben und seinen Assistenten das Ungereimte einer solchen Methode zum Bewußtsein gekommen wäre.

Diese Prüfungen führten aber überdies zu den wunderlichsten Resultaten.

Den Besitzern zahlreicher Granit-, Porphy-, Sandstein- und Kalksteinbrüche wurde amtlich bescheinigt, das ihr Material die Härte 7—8, 8 und 8—9, also Edelsteinhärte besäße. Und selbst die Härte 9, also der nächst dem Diamant höchste Härtegrad, konnte bei Porphyren und Basalten festgestellt werden.

Hätte man auch nur über die elementarsten mineralogischen Kenntnisse verfügt, so würde man gewußt haben, daß der härteste unter den wesentlichen Bestandteilen der kristallinen Silikatgesteine, wie unter den Sandsteinen und Grauwacken, der Quarz ist, welchem die Härte 7 zukommt, und daß allen gemengten Gesteinen, nach Maßgabe des Gehaltes an weicheren Materialien, ein geringerer Durchschnittsgrad

der Härte, wenn man von einem solchen sprechen darf, zukommen müßte; daß der Kalkstein aus Kalkspat von der Härte 3 oder aus erdigem Kalk von noch geringerer Härte besteht, und daß nur bei dolomitischen Kalken ein Härtegrad von 3—4, seltener bis 5 vorkommt.

Daß es sich hierbei nicht etwa um einzelne, durch unglücklichen Zufall herbeigeführte Irrtümer handelt, mag die folgende Zusammenstellung zeigen, in welcher die bei weitem zahlreicheren Fälle, in denen den Gesteinen und insbesondere auch den Sandsteinen und Kalksteinen der Härtegrad 6—7 zugeschrieben worden ist, fortgelassen sind.

Jahrgang 1883. S. 136—145.

Härte 7—8.

(Quarz- bis Topashärte.)

Basalt von: Adelebsen, Wilhelmshöhe, Meense.
Hornfels vom: Okertal.
Quarzit von: Schinkel.
Muschelkalk von: Bernburg, Nette, Oldendorf, Wehrendorf, Schleddehausen, Stockum, Vorwald, Oberholsten, Wellingholzhausen, Beckerode.
Sandstein von: Münchehagen, Hämelschenburg, Lauenförde, Derenberg.

Härte 8—9.

(Topas- bis Korundhärte.)

Quarzit von: Darum.
Muschelkalk von: Halle, Holsten.
Sandstein von: Steinegge, Taubenberg, Markendorf, Linne, Bohmte.

Jahrgang 1885. S. 125—133 u. 25.

Härte 7—8.

(Quarz- bis Topashärte.)

Granit von: Malmö, Drammen.
Gabbro vom: Radautal.
Kalkstein von: Illersberg, Weingarten, Bruchsal.
Sandstein von: Duvenberg, Ränderoth, Lauenförde, Münchehagen, Carlshafen.

Härte 8.

(Topashärte.)

Granit vom Schneeberg, Fichtelgeb., Sorte I, II, III.
Syenit von: Wölsau, Fichtelgeb.

Härte 8—9.

(Topas- bis Korundhärte.)

Granit von: Christiania.
Sandstein von: Rinteln, Grubenhagen.

Härte 9.

(Korundhärte.)

Porphyrit von: Fichtelberg, Dosenheim, Vormberg.
Quarzit von: Beutengrund.

Jahrgang 1889. S. 4—47 (Gesteinsuntersuchungen von 1884—1888).

Härte 7—8.

(Quarz- bis Topashärte.)

Granit von: Wilhelmsberg, Cölln a. d. Elbe, Häslich, Niclasdorf, Kalthaus, Streitberg, Suhl, Strehlen, St. Florian, Hamberg, Mauthausen, Buchleithen, Göppersdorf und zahlreiche Granite ohne Fundortsangabe.
Kalkstein von: Ronnenberg und andere ohne Fundort.
Sandstein von: Rüthen u. andere ohne Fundort.

Härte 8.

(Topashärte.)

Granit von: Schneeberg, Selb, Namering, Lysekiel, Halmstadt, Weiden, Schurbach, Strehlen, Cercan, Neuhäuser, Lindenstein, Wahnitz, Carlskrona, Rennholding, Frederikstad, Sternö, Meißen, Blauberg, Gefrees, Zwingsberg, Striegau.
Syenit von: Wölsau.
Diabas ohne Fundangabe.
Grünstein von: Kamenz u. andere ohne Ortsangabe.
Porphyrit von: Beucha u. andere ohne Ortsangabe.
Phonolith ohne Ortsangabe.
Basalt von: Bodenfelde u. andere ohne Ortsangabe.
Kalkstein von: Veltheim u. andere ohne Ortsangabe.
Grauwacke von: Hundisburg, Niederbergheim.

Härte 8—9.

(Topas- bis Korundhärte.)

Granit von: Drammen, Lüptitz, Carlshamm, Halmstadt u. andere ohne Ortsangabe.
Diabas von: Pfaffenkopf u. andere ohne Ortsangabe.
Phosphorit von: Lüptitz u. andere ohne Ortsangabe.
Basalt div. ohne Ortsangabe.
Kieselschiefer ohne Ortsangabe.
Kalkstein von: Solhope.
Grauwacke von: Pretzien u. andere ohne Ortsangabe.

Härte 9.

(Korundhärte.)

Porphyrit von: Petersberg, Löbejün, St. Quenast, Beucha, Hoheleden, Dossenheim u. a.
Basalt von: Limperich, Oberkassel, Schwarzenberg u. a.

Der Härtegrad der Gesteine ist von hervorragender Bedeutung namentlich für Pflaster- und Kleinschlagmaterial, und welche praktischen Folgen solche amtlich ausgestellten Zeugnisse wie die vorgenannten für die Auswahl der Gesteine zu Straßenbauten haben mußten, wird man unschwer ermessen können¹⁾.

¹⁾ Ich habe lange vergeblich nach einer Erklärung für die Ergebnisse dieser merkwürdigen Härteprüfungen gesucht, bis ich den Schlüssel hierfür in den Mitteilungen der Prüfungsanstalt vom Jahre 1883, S. 150 gefunden zu haben glaube. Dort heißt es im Anschluß an die Untersuchung des Velpker Sandsteins: „Das geprüfte Material hat nach der Mohsschen Skala den Härtegrad

Erst im Jahrgang 1889 der Mitteilungen aus den Versuchsanstalten finden sich (Betriebsjahre 1884—1888) auch Bestimmungen der Abnutzungshärte mittels der Bauschingerschen Schleifmaschine. Aber daneben ist nicht verabsäumt worden, stets auch die Mohsschen Härtezahlen anzuführen, wodurch das Urteil der Interessenten über die Qualität der betreffenden Gesteine in bedauerlicher Weise verwirrt werden mußte¹⁾.

Schon aus dem Vorstehenden ergibt sich zur Genüge, wie wenig die Anstaltsleitung und die ihr zur Seite stehenden Assistenten das Gebiet beherrschten, auf dem zu wirken sie berufen waren, und es liegt hierin der Grund für die mangelhafte Entwicklung der betreffenden Anstalt in den späteren Jahren, bis auf die heutige Zeit.

Für die Versuche über die Wetterbeständigkeit der Gesteine war das nachfolgende Prü-

8, d. h. die eingereichten Probestücke wurden an den geschliffenen Außenflächen durch Topas deutlich angegriffen."

Der Topas hat bekanntlich die Härte 8, und da er den Velpker Sandstein deutlich ritzte, so schließt die Versuchsanstalt daraus nicht, daß der Sandstein weicher sei als der Topas, sondern daß der Härtegrad beider die gleiche ist. Hätte man statt des Topases Korund verwendet, so würde man aus demselben Grunde die Härte des Sandsteins = 9 gefunden haben. Dieselbe Beweisführung für die Richtigkeit der Härtebestimmung findet sich bei der Prüfung des Schiefers aus den Brüchen von Raumland in den Mitteilungen vom Jahre 1884, S. 107. Dort heißt es: „Das geprüfte Material hat nach der Mohsschen Skala den Härtegrad 3, d. h. die eingereichten Probestücke wurden im Mittel aus 10 Versuchen von Kalkspat (dessen Härte = 3 ist, d. Verf.) deutlich angegriffen.“ Die Tatsache, daß man Holz mit dem Messer schneiden kann, führt vernunftgemäß zu dem Schluß, daß das Messer härter ist als das Holz, nicht aber, daß das letztere Stahlhärte besitzt.

¹⁾ Es ist bemerkenswert, mit welcher Hartnäckigkeit sich einmal eingeführte Methoden zu erhalten vermögen, auch wenn ihre völlige Zweckwidrigkeit längst erkannt worden ist. In dem Bericht über „Die Prüfungsverfahren für Straßenbaustoffe in Deutschland“, welchen H. Burchartz und B. Stock dem New-Yorker Materialprüfungskongreß 1912 erstattet haben, heißt es: „Die Härte wird meist durch Ritzversuche an Hand der Mohsschen Skala ermittelt.“ Es ist mir allerdings nicht bekannt, welche Prüfungsanstalten dieses Verfahren noch jetzt zur Anwendung bringen.

fungsschema aufgestellt und zur Anwendung gebracht worden¹⁾:

Von den Probesteinen werden 6 kleinere Stücke abgeschlagen und wie folgt untersucht:

1. Im Wasserbade allmählich auf Siedehitze gebracht, einige Zeit auf dieser Temperatur erhalten und durch Einwerfen in kaltes Wasser plötzlich abgekühlt;
2. eine Stunde mit 15% Kochsalzlösung gekocht und in dieser Zeit öfter plötzlich abgekühlt²⁾;
3. eine halbe Stunde mit 5% Natronlauge gekocht;
4. eine halbe Stunde in derselben Lösung unter Zusatz von 1% Schwefelammonium gekocht;
5. eine halbe Stunde mit einer 2% Eisenvitriol, 2% Kupfervitriol und 10% Kochsalz enthaltenden Lösung gekocht;
6. 6 Bruchstücke des Materials werden auf 75 Stunden in 10- und weitere 50 Stunden in 15%ige Salzsäure gelegt;
7. nach 4stündiger Behandlung der Bruchstücke mit reiner Salzsäure im Dampfbade wird mit Barytsalzen auf die Gegenwart schwefelsaurer Salze geprüft.

Es ist schwer, auch nur eine Vermutung darüber auszusprechen, was mit diesen wunderlichen chemischen Untersuchungen eigentlich beabsichtigt wurde. Gehen wir die einzelnen vorgeschriebenen Versuche durch:

ad 1. Daß ein auf 100° C erwärmtes Gestein, welches „durch Einwerfen in kaltes Wasser plötzlich abgekühlt“ wird, irgendwelche Veränderungen zeigt, erscheint gänzlich ausgeschlossen. Selbst bei schlechten Dachschiefeln

¹⁾ Mitteilungen aus den Kgl. Technischen Versuchsanstalten zu Berlin 1883, S. 150 und 1884, S. 107.

²⁾ Bei der auf diese Weise ausgeführten Untersuchung des Velpker Sandsteins heißt es zu 2: „das Wasser blieb hierbei vollkommen klar“; zu 5: „die Probestücke blieben bei diesen Operationen vollständig unberührt, ohne einen Gewichtsverlust und ohne eine Gefügeveränderung zu erleiden“; zu 6: „die Probestücke blieben auch hierbei unberührt; ein Gewichtsverlust hatte nicht stattgefunden; ein Einfluß der Säure war am Gefüge nicht wahrzunehmen“; zu 7: „es entstand eine klare Flüssigkeit, welche, mit Barytsalzen geprüft, die Gegenwart schwefelsaurer Salze — die Ursache von Auswitterungsprodukten — nicht erkennen ließ“.

ist ein viel größerer Hitzegrad erforderlich, um eine Aufblätterung zu erzielen.

ad 2. Daß eine 15^o/ige erhitzte Kochsalzlösung innerhalb einer Stunde eine wesentliche Einwirkung auf Gesteine auszuüben vermag, selbst wenn sie „in dieser Zeit öfter plötzlich abgekühlt“ werden, erscheint ebensowenig wahrscheinlich.

ad 3. Kocht man ein Gestein eine halbe Stunde mit 5^o/iger Natronlauge, so wird dadurch ein Teil der etwa vorhandenen amorphen Kieselsäure aufgelöst und auch der Feldspat bis zu einem geringen Grade angegriffen. Feldspathaltige Gesteine und solche mit einem Gehalt an amorpher Kieselsäure können aber vorzügliche wetterfeste Bausteine bilden.

ad 4. Welchen Zweck der Zusatz von Schwefelammonium haben soll, ist gänzlich unerfindlich, da sich in der Natronlauge keine Gesteinsbestandteile lösen, welche durch Schwefelammonium gefällt werden können, und das letztere an und für sich auf Gesteine ohne Einfluß ist.

ad 5. Das halbstündige Kochen mit einer Lösung von 2^o/o Eisenvitriol, 2^o/o Kupfervitriol und 10^o/o Kochsalz wird dieselbe Wirkung, jedoch in geringerem Grade, hervorbringen wie eine sehr verdünnte Schwefelsäure oder eine andere Säure; siehe Versuch 6.

ad 6. Die Behandlung mit 15^o/iger Salzsäure hat im allgemeinen auf kristallinische Silikatgesteine keine merkliche Einwirkung, es sei denn, daß sie, wie die Nephelin- und Leucit-Basalte zersetzbare Silikate enthalten, doch liefert der Gehalt an solchen Mineralien noch keinen Beweis für die Wetterunbeständigkeit des Gesteins. Bei kalkhaltigen sedimentären Gesteinen wird durch Salzsäure das Kalkkarbonat zersetzt und auch der etwaige Eisenocker gelöst. Kalkhaltige und eisenschüssige Gesteine gehören aber unter Umständen zu unseren besten Baumaterialien.

ad 7. Die vierstündige Behandlung mit reiner Salzsäure im Dampfbade und Prüfung der Lösung mit Barytsalzen „behufs Nachweises schwefelsaurer Salze“ ist ein unverständliches Experiment. Die hier in Betracht

kommenden schwefelsauren Salze, also Calcium-, Magnesium-, Kalium- und Natrium-Sulfat sind in Wasser löslich. Will man daher auf dieselben prüfen, so kocht man die Proben einfach mit reinem Wasser und fällt mit Baryumchlorid.

Alle diese nutzlosen Untersuchungen sind unter der Bezeichnung „Wetterbeständigkeitsprüfungen“ in der Folge an zahlreichen Gesteinen zur Ausführung gelangt; sie haben, wie sich voraussehen ließ, fast durchweg ein „günstiges Resultat“ ergeben, so daß die bezüglichen Prüfungszeugnisse den Steinbruchbesitzern gewiß volle Befriedigung gewährt haben, nicht so den Bautechnikern, welche auf Grund solcher, unter amtlicher Autorität ausgestellten Prüfungszeugnisse verleitet worden sind, Gesteine der bedenklichsten Art zu kostspieligen Bauten zu verwenden.

Wenn man erwägt, daß in Deutschland alljährlich für mehr als 120 Millionen Mark natürliche Baugesteine gefördert werden, von denen ein nicht geringer Teil immerhin als minderwertiges Material bezeichnet werden muß, so kann man sich vorstellen, welchen unermeßlichen Schaden jene Zeugnisse der Versuchsanstalt angerichtet haben.

Endlich wurden auch mineralogische Beschreibungen der untersuchten Gesteine, insbesondere nach der Erscheinung ihrer Bruchflächen, den Prüfungszeugnissen beigegeben. Mit welchem geringen Maß von Sachkenntnis auch hierbei verfahren wurde, mögen die folgenden Beispiele erläutern:

Im Jahrgang 1889 „Untersuchungen von 1884—1888“, heißt es S. 33 u. f.:

Sandstein von Kl. Krosse:

Gefüge dicht, gleichförmig, ziemlich feinkörnig, rotbraun, mit vielen eingesprengten kleinen Quarzpartikelchen.

Sandstein von Warthau:

Gefüge gleichförmig usw., mit vielen eingesprengten kleinen Quarzpartikelchen.

Sandstein von Heilbronn:

Gefüge gleichförmig usw., mit vereinzelt eingesprengten Quarzpunktchen.

Sandstein von Eichenbühl:

Gefüge sehr feinkörnig usw., mit leichten schuppigen Gruppen und vereinzelt eingesprengten Quarzpunktchen versehen.

Sandstein von Lauterecken:

Gefüge nahezu feinkörnig usw., viele Quarzpünktchen enthaltend.

Sandstein a. d. Remmenhäuser Wald:

Gefüge feinkörnig usw., durchzogen von einzelnen kleinen Nestern und vielen Quarzpünktchen.

Sandstein von Stadtoldendorf:

Gefüge sehr gleichförmig usw., mit vielen einsprengten Quarzpartikelchen.

Sandstein von Burgpreppach:

Gefüge sehr gleichförmig usw. und dicht durchzogen von vielen kleinen Quarzpartikelchen.

Und das alles wird von Gesteinen angegeben, welche in der Hauptmasse aus sandförmigem Quarz als körnigem Bestandteil und einem untergeordneten Bindemittel bestehen!

Es dürfte sich erübrigen, weitere Beispiele für diese Art der mineralogischen Gesteinsbeschreibung anzuführen.

In solcher Weise wurden die Gesteinsprüfungen an der Berliner Versuchsanstalt für Baumaterialien in der Zeit von 1878—1896, also während 18 Jahren, ausgeführt, wobei man die Gesteine in den Prüfungszeugnissen, ohne jede Nachprüfung, mit denjenigen und vielfach falschen Namen bezeichnete, welche von den Einsendern angegeben worden waren.

Da brachte uns das Jahr 1896 die Berliner Gewerbe-Ausstellung, auf welcher auch die Steinbruchindustrie in hervorragender Weise vertreten war. Mehrfach hatten die Aussteller ihren Materialien die Prüfungszeugnisse beigelegt, durch welche seitens der Berliner Versuchsanstalt die Vorzüglichkeit der betreffenden Gesteine und ihre exorbitante Härte attestiert, ihre Wetterbeständigkeit unter Angabe der ausgeführten Versuche festgestellt und ihre mineralogische Zusammensetzung in der oben gedachten Weise beschrieben worden waren.

Mehrere jüngere Mitglieder der Geologischen Landesanstalt, welche die Ausstellung besuchten, wurden durch den Inhalt dieser Zeugnisse in nicht geringes Erstaunen versetzt und beschlossen, gegen diese Art der Gesteinsprüfung seitens eines staatlichen Instituts, in der Tagespresse öffentlich vorzugehen.

Da unberechtigtweise auch das mineralogisch-geologische Institut der Technischen Hoch-

schule für die Arbeiten der Prüfungsanstalt verantwortlich gemacht wurde¹⁾, so sah sich der Verfasser veranlaßt, dem vorgesetzten Ministerium von den fraglichen Verhältnissen Mitteilung zu machen. Nach Prüfung der Sachlage beschloß alsdann die Aufsichtsbehörde der Technischen Versuchsanstalten, der Abteilung für Baumaterialien die weitere Ausführung dieser Härte- und Wetterbeständigkeitsprüfungen zu untersagen. Im Jahrgang 1897 der Mitteilungen fehlen denn auch die betreffenden Angaben bei den veröffentlichten Prüfungsergebnissen, und es erstreckten sich nunmehr die Prüfungsarbeiten auf Bestimmung des Raumgewichts, der Wasseraufnahme, Druckfestigkeit und Abnutzbarkeit. Von diesen Untersuchungen wurden aber die wichtigsten, nämlich diejenigen zur Bestimmung der Druckfestigkeit auch fortdauernd in der bisherigen unzulänglichen Weise ausgeführt.

Zwar sind nach einer Angabe in den Mitteilungen vom Jahre 1897, S. 270 „die für die Festigkeitsprüfung der Bruchsteine erforderlichen Probekörper (Würfel) nunmehr ausschließlich auf den Diamantschneidesägen der Anstalt hergestellt worden“, aber es wurden hierzu lediglich die von den Auftraggebern eingesandten Gesteinsblöcke verwendet, und die ausgestellten Prüfungszeugnisse beziehen sich daher nur auf diese Probblöcke, ohne jede Rücksichtnahme auf die allgemeine Beschaffenheit des Gesteins in den betreffenden Brüchen.

Es ist an anderer Stelle eingehend ausgeführt worden²⁾, daß bei dem Wechsel der Gesteinsausbildung innerhalb desselben Bruches solche Festigkeitsprüfungen nicht geeignet sind, den Interessenten irgend welchen zuverlässigen Anhalt für die Festigkeit der aus den betreffenden Brüchen zu erwartenden Gesteinslieferungen zu gewähren, und daß derartige Prüfungszeugnisse zu den äußersten Mißgriffen bei Auswahl des Gesteins führen müssen.

¹⁾ Das diesseitige Institut hat niemals irgend welchen Einfluß auf die Arbeiten der Versuchsanstalt gehabt, noch nach Maßgabe der selbständigen Organisation derselben haben können.

²⁾ Bautechnische Gesteinsuntersuchungen, Heft 2, Jahrgang 1911, S. 4.

Hinsichtlich der vergleichenden Festigkeitsprüfungen an wassergelagerten Proben und solchen, welche einer wiederholten Frostwirkung ausgesetzt waren, unterließ man, wie auch jetzt noch, die erforderliche Identitätsbestimmung des Probematerials der beiden Untersuchungsreihen mittels des Mikroskops durchzuführen und gelangte so in vielen Fällen zu durchaus unzuverlässigen Resultaten.

Irgendwelche Versuche, die aufgegebenen Wetterbeständigkeitsprüfungen durch sachgemäßere Methoden zu ersetzen, fanden nicht statt, obgleich es jedem Fachmann klar sein mußte, daß alle anderen Bestimmungen, wie namentlich diejenigen auf Festigkeit und Abnutzbarkeit, erst dann eine praktische Bedeutung erlangen können, wenn zugleich die Beständigkeit des Materials gegenüber den zerstörenden Wirkungen der Atmosphärien gewährleistet erscheint.

Im Jahre 1894 starb der bisherige Vorsteher der Versuchsanstalt für Baumaterialien, Prof. Dr. Böhme.

In weiteren Kreisen hatte man der Hoffnung Raum gegeben, daß mit der Berufung eines tüchtigen Fachmannes als neuen Leiters dieser Anstalt, die Tätigkeit derselben eine den lange gehegten Wünschen entsprechende Umgestaltung erfahren würde.

Da tauchte der Plan auf, die Abteilung für Baumaterialprüfung mit der mechanisch-technischen Versuchsanstalt unter gemeinsamer Leitung des Prof. Martens zu vereinigen und damit eine spätere Zentralisation der gesamten Prüfungsanstalten in die Wege zu leiten.

Von berufener Seite wurden gegen diesen Plan gewichtige Bedenken geltend gemacht. Wohl erkannte man an, daß eine gemeinsame geschäftliche Verwaltung dieser beiden und der noch zu gründenden Prüfungsinstitute zweckmäßig erscheine; aber man konnte sich nicht verhehlen, daß die Vereinigung der so verschiedenartigen Zweige der Materialprüfung unter der Oberleitung eines fachmännischen Spezialisten die ernste Gefahr in sich schließe, eine gleichmäßige Ausgestaltung der einzelnen Abteilungen durch die zu erwartende Bevorzugung der Fachrichtung des Institutsleiters zu

gefährden, und daß es überdies schwer halten würde, für die verschiedenen Zweige der Materialprüfung tüchtige, wissenschaftliche Fachleute zu gewinnen, welche geneigt sein würden, sich einer derartigen Oberleitung unterzuordnen. So begründet derartige Bedenken erscheinen mußten, entschied man sich dennoch für die Zusammenlegung der bisher getrennten Institute. Wie wenig dieser Beschluß der gleichmäßigen Entwicklung der einzelnen Teile der Anstalt förderlich war, zeigen die gegenwärtigen, in den Kreisen der Fachleute genugsam bekannten Verhältnisse des Materialprüfungsamtes.

Mit der gedachten Maßnahme war aber auch die Hoffnung auf eine endliche Reform der Baugesteinsprüfung als gescheitert anzusehen.

Zum Vorsteher der betreffenden Abteilung wurde der langjährige Assistent des Professor Böhme, Ingenieur Gary, ernannt.

Wie zu erwarten war, bewegten sich die betreffenden Arbeiten unter der neuen Leitung der Anstalt durchaus in dem alten Geleise.

Allmählich war man aber auch in weiteren Kreisen auf die Prüfung natürlicher Bausteine, wie sie im Materialprüfungsamt ausgeführt wurden, aufmerksam geworden, und namhafte Fachmänner entschlossen sich, auf die vorhandenen Mißstände öffentlich hinzuweisen.

O. Herrmann, der bekannte Verfasser des Werkes „Steinbruchindustrie und Steinbruchgeologie“ unternahm es, über die dieserhalb erschienenen Publikationen in der Zeitschrift für praktische Geologie, Jahrgang 1900, Heft 1, S. 17 u. f. unter dem Titel: „Die Prüfung der natürlichen Baugesteine“ zu referieren, und es mag hier der betreffende Bericht in seinen wesentlichsten Teilen wörtlich wiedergeben werden.

Herrmann schreibt:

„Fast gleichzeitig ist in letzter Zeit von drei verschiedenen Seiten völlig unabhängig voneinander die Durchführung der bisherigen Versuche, wie sie namentlich in der vielbeschäftigten Prüfungsstation für Baumaterialien der Königlichen Technischen Versuchsanstalten zu Berlin-Charlottenburg erfolgt, vom technisch-geologischen Standpunkte aus beleuchtet worden. Es geschah dies durch:

1. A. Leppla-Berlin in seinem Aufsatz: Die Prüfung der natürlichen Baugesteine (Baumaterialkunde. Jahrgang IV. Heft 3);

2. G. Gürich-Breslau in seinem Vortrag: Über die Festigkeitsuntersuchungen an natürlichen Bausteinen (Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur. Sitzung vom 21. Juni 1899);

3. im I. Teil der Schrift des Referenten: Steinbruchindustrie und Steinbruchgeologie (Berlin, Gebrüder Borntraeger).

Den Ausführungen A. Leppla's schloß sich an C. Chelius-Darmstadt in seinem Referat: Die Prüfung der natürlichen Baugesteine (Der deutsche Steinbildhauer 1899. Nr. 22) und empfahl dieselben der Beherzigung.

Schon früher war die Frage nach einer für die Publikationen der Materialprüfungsanstalten geeigneten Einteilung der natürlichen Baugesteine erörtert worden von F. Fiebelkorn-Berlin (Tonindustrie-Zeitung 1897, Nr. 82 und Baumaterialienkunde Jahrg. III, S. 172—175; IV, S. 29) und von U. Grubenmann-Zürich (Mitt. der Schweizer. Materialprüfungsanstalt. 1. Heft, 2. Aufl. Zürich 1898; Baumaterialienkunde III, S. 190).

Sämtliche Verfasser kommen in ihren Ausführungen zu der Forderung, daß von den Prüfungsanstalten in Zukunft mehr wissenschaftliche Wege eingeschlagen werden möchten, daß insbesondere neben den bisherigen Untersuchungsmethoden auch eine fachmännische petrographische (namentlich mikroskopische) und geologische Untersuchung der Prüfungsobjekte in Anwendung gebracht werden solle, daß also Geologie und technische Mechanik künftig gemeinsam an die Lösung der vorliegenden Aufgaben herantreten sollten.

Hoffentlich sind diese Anregungen die Veranlassung zu einer Reform und Ergänzung der Prüfung der natürlichen Baugesteine! Nur wenn diese durchgeführt sind, wird das Ziel erreichbar erscheinen, daß die Resultate der Prüfungsanstalten, die nach der Art und Ausstattung der Publikationen doch für weite Kreise berechnet sind, wissenschaftlich und auch technisch allgemein wirklich verwertbar werden und der Technik größeren Nutzen gewähren.

Zur Besprechung der unter 1. und 2. genannten, für diesen Zweck vorliegenden Aufsätze übergehend, so weist A. Leppla im Eingange und am Schlusse seiner Ausführungen zunächst darauf hin, daß in Europa bis jetzt zwischen dem Bedürfnis nach technischer Prüfung der Gesteine und wissenschaftlicher Erforschung derselben kaum irgend welche nennenswerte Verbindung bestand und betont, daß es in der Periode der höchsten Ausnutzung naturwissenschaftlicher Forschungen für die Zwecke des wirtschaftlichen Lebens an

der Zeit ist, die Verbindung zwischen diesen beiden Zweigen der Forschung zu knüpfen. Leppla zeigt, daß die Gesichtspunkte, welche für die technische Bewertung eines Gesteins in Betracht kommen, zum großen Teile auch von petrographischer Seite beleuchtet werden können. Diese Seite wird bisher aber so gut wie völlig vernachlässigt. Bei der wichtigsten Eigenschaft der Gesteine, der Festigkeit, macht Leppla auf die außerordentliche Schwankung der einzelnen für die Druckfestigkeit an ein und demselben Gesteine ermittelten Zahlen aufmerksam, wie z. B. bei Granit, der die Zahlen 800 bis über 3000 kg pro 1 qcm aufweist. Es geht daraus hervor, daß aus den Resultaten des Druckversuches allein kein wissenschaftlicher Schluß, keine Theorie, keine Formel abzuleiten sei, wenn nicht gleichzeitig über die näheren mineralischen Bestandteile, also über die petrographischen Varietäten Aufschluß gegeben werde, da diese als bestimmte Mineralkombinationen auch verschiedene Festigkeiten darbieten werden. Nun läßt sich zwar der exakte physikalische Begriff „Festigkeit“ auf die Gesteine nicht schlechthin anwenden, da letztere keine homogenen Körper sind, sondern eben aus mehreren Mineralien in unregelmäßigen, wechselnden Verknüpfungen und Mengenverhältnissen bestehen, wohl aber ließen sich vielleicht gewisse Gesetzmäßigkeiten aufstellen, wenn erst einmal das Studium der mechanischen Eigenschaften der einzelnen Mineralien, das bis heute noch nicht weit gediehen ist, ausgebaut wäre.“

„Sodann ist es erforderlich, die Mengenverhältnisse der Mineralien im Gestein zu kennen, da Reichtum an einzelnen die Festigkeit vermehren oder vermindern kann. Auch die Korngröße, die Beschaffenheit der Grundmasse porphyrischer Gesteine, der Erhaltungszustand müssen, wie an verschiedenen Beispielen klargestellt wird, die Gesteinsfestigkeit beeinflussen. Sie alle können vom Petrographen ohne besonderen Zeitaufwand ergründet werden. Auch für die Wetterbeständigkeit und Verwitterungsfähigkeit der Gesteine, welche teils mechanischer, teils chemischer Natur sind, hat die petrographische Beschaffenheit der Gesteine die größte Bedeutung. Die Erscheinungen dieser Eigenschaft sind die Ergebnisse der Einwirkungen der ein Gestein umgebenden Agentien, die man unter dem Begriff der Atmosphärien zusammenzufassen pflegt. Die mechanische Auflockerung des Gesteins ist namentlich eine Wirkung der in unserem Klima beträchtlichen Temperaturschwankungen, durch die eine, und zwar an den verschiedenen Mineralien ungleiche Ausdehnung und

Zusammenziehung der Gesteinsgemengteile stattfindet, wodurch gegenseitig Druck und Spannung und infolgedessen Risse, Zersplitterungen usw. erzeugt werden. Diesen Temperaturunterschieden gegenüber werden sich Gesteine von verschiedener Korngröße ungleich verhalten. Die Gegenwart von besonderen Mineralien, wie von feinfaserigen und filzigen Aggregaten usw. werden die Lockerung verzögern.“

„Alle bisherigen Methoden, die Wetterbeständigkeit eines Gesteins zu bestimmen, wie das Gefrierverfahren usw. können nur unvollkommene Einblicke gewähren oder sind gänzlich wertlos.“

„G. Gürich beschreibt zunächst die Ausführung der Untersuchungen auf Druckfestigkeit, Abnutzung und Wasseraufnahme, wie sie in der Charlottenburger Anstalt gehandhabt wird. Er hebt dabei den Übelstand hervor, daß nicht in allen Versuchsanstalten mit denselben Druckmaschinen, und daß nicht in allen Anstalten mit Versuchskörpern von gleicher Größe, ja in Charlottenburg selbst aus gewissen Gründen mit verschieden großen Versuchswürfeln gearbeitet werde, wodurch es erschwert sei, die Untersuchungsergebnisse der verschiedenen Materialprüfungsanstalten miteinander zu vergleichen und die Resultate eines Instituts zum Zwecke einer vergleichenden Übersicht zu benutzen. Sodann betont Gürich, unter Anführung von Belegen, daß das in Charlottenburg benutzte Schema der Anordnung der untersuchten Gesteine, die Bezeichnungsweise der Gruppen von Gesteinsarten, eine zum mindesten unmoderne, in vielen Fällen sogar direkt falsche ist, die Benennung des Gesteins vielfach verkehrt. Es sei deshalb zum weiteren Ausbau des Institutes eine genaue petrographische Untersuchung der Gesteine, bei der namentlich der mikroskopische Befund eine Deutung der technischen Eigenschaften zulasse, nötig. Eine weitere zwar schwieriger zu erfüllende, aber zur würdigen und zweckentsprechenden Ausstattung der Charlottenburger Anstalt nötige Anforderung sei es, die Untersuchungen nicht nur als Gelegenheitsarbeiten zu betrachten, sondern sie zu einem systematisch durchgeführten und methodisch einheitlichen Gebäude auszubauen. Zu diesem Zwecke müßte namentlich auch eine Untersuchung des Gesteins in der Natur, im Steinbruch, mit der Laboratoriumsarbeit Hand in Hand gehen. Aus den Lagerungsverhältnissen eines Gesteins, aus den Beziehungen desselben zu der Erdoberfläche und zu benachbarten Gesteinskomplexen ergibt sich ebenfalls

die Deutung der technischen Eigenschaften des Gesteins.“

„Referent möchte noch einige weitere Bemerkungen hinzufügen.“

Wissenschaftlich unverständlich ist vor allem der Ausgangspunkt, den die Prüfungsanstalten für ihre Untersuchungen nehmen, und der doch schließlich die Grundlage für alle Publikationen bildet, nämlich die Art der Feststellung der petrographischen Natur (der Bezeichnung, des Namens) des untersuchten Gesteins.

In der Charlottenburger Anstalt, welche allein in den Jahren 1884—1895 rund 13000 Druckversuche an natürlichen Gesteinen ausführte, erfolgt die petrographische Bezeichnung „der Steine nach den Angaben der Antragsteller“, ohne daß, wie ein Blick selbst in die neueste Veröffentlichung (1898) lehrt, diese einer genauen sachkundigen Kontrolle unterzogen würden. In anderen Anstalten wird die Benennung der eingesandten Gesteine von Nichtgeologen an der Hand der vorhandenen geologischen Karten, nirgends auf Grund einer petrographischen Untersuchung festgestellt.

Nun ist aber bekannt, wie durchaus willkürlich, sachlich unbegründet und schwankend im Volksmund, in der Technik und Industrie, vom Steinbruchinhaber oder -arbeiter die Gesteinsbenennungen vielfach gewählt und angewendet werden. Man kann wohl sagen, daß jedes festere Gestein irgendwo ganz allgemein als Granit, daß die verschiedenartigsten Gesteine an einer Stelle als Porphyre bezeichnet werden. Eine ganze Reihe von fehlerhaften Bezeichnungen in den Publikationen der Charlottenburger Anstalt lassen sich auf diese Ursache zurückführen, und selbst der Fachgeologe wird nur dann in der Lage sein, den Irrtum aus der Ferne zu erkennen, wenn er gerade mit dem angegebenen Steinbruch aus eigener Anschauung bekannt ist. Sodann werden von der Industrie ganz konstant gewisse wissenschaftliche Bezeichnungen für Gesteine anderer Natur, als es der Name besagt, gebraucht, so schwarzer „Granit“ für gewisse jetzt industriell in enormer Menge benutzte südschwedische Diabase und Diorite, „Syenit“ für Diabase der Lausitz, des Fichtelgebirges, Südschwedens, sowie für Diorite des Odenwaldes usw. Zahlreiche Verwechslungen dieser Art finden sich ebenfalls in den Listen der Charlottenburger Anstalt. Als Kuriosa seien noch die allgemein gebrauchten technischen Namen „Sardinischer Granit“ für einen dichten Kalkstein Oberitaliens, „Belgischer Granit“ für einen Kohlenkalkstein der Gegend von Poulseur usw.

in Belgien erwähnt. In der Tat findet sich der belgische Kalkstein in den Veröffentlichungen der Charlottenburger Anstalt einmal unter dem Eruptivgestein Granit aufgeführt.

Nun könnte es der Allgemeinheit ja gleichgültig sein, unter welchem Namen ein Gestein in den Listen einer Prüfungsanstalt geführt wird, wenn die Resultate bloß dem Antragsteller mitgeteilt würden, schließlich auch noch, wenn sie ungeordnet hintereinandergereiht zur Veröffentlichung gelangten. Dem ist aber nicht so. Die auf Grund der oben dargelegten und näher beleuchteten Prinzipien bestimmten und benannten Gesteine erfahren allgemein eine Gruppierung und als Gruppenbezeichnungen werden rein wissenschaftliche Namen gewählt, so in der Charlottenburger Anstalt: Massige ungeschichtete Gesteine, z. B. 1. Granite, 3. Ophiolite, 5. Trachytgesteine usw. Naturgemäß finden sich jetzt zahlreiche Gesteine in falschen Gruppen.

Für die aufgestellten Gesteinsgruppen werden dann (Mitteil. aus den königl. technischen Versuchsanstalten zu Berlin 1897, S. 49) aus den Zahlen der einzelnen Gesteine mittlere Druckfestigkeiten herausgerechnet.

Die veröffentlichten Resultate der Versuchsanstalten werden nun in fast allen technischen literarischen Publikationen auf dem Gebiete des Baumaterialwesens herangezogen, sie sind schon wiederholt in rein wissenschaftlichen Arbeiten benutzt worden, die aufgestellten Durchschnittszahlen sind in Handbücher der Baumaterialienkunde übergegangen. Diese Tatsachen begründen wohl schon hinreichend den Protest gegen das Verfahren, das in der Charlottenburger Anstalt, in ähnlicher Weise auch in anderen Anstalten, gehandhabt wird. Referent möchte im allgemeinen Interesse deshalb noch folgende Wünsche ableiten:

1. Daß die in den Versuchsanstalten zurückbehaltenen Belegstücke von fachmännischer Seite bestimmt und an der Hand dieser Bestimmungen Berichtigungen der bisherigen Tabellen veröffentlicht werden möchten.

2. Daß, worauf namentlich C. Chelius in seinem Referat (a. a. O.) ausdrücklich hingewiesen hat, bei neu zu begründenden Materialprüfungsanstalten dem Geologen Anteilnahme an der Organisation und den Arbeiten eingeräumt werde. Der Geolog wird für die vorliegenden Untersuchungen eine Summe von Kenntnissen und Erfahrungen mitbringen, die sich der Techniker nicht nebenher erwerben

kann. Schon beim Anblick eines Gesteins werden jenem die innere Struktur des Gesteins, die Verhältnisse, unter denen sich dasselbe gebildet hat, das Verhalten in der Natur gegenüber den Atmosphärien und viele andere Fragen vor die Seele treten, und unter diesem Eindrucke wird er seine Beurteilung und Untersuchung des Gesteins einrichten können. Er wird in der Lage sein, wo nötig, die Feinheiten und Besonderheiten in der Struktur, in der mineralogischen Zusammensetzung, den Erhaltungszustand der Gemengteile usw. an der Hand der mikroskopischen Untersuchung leicht und rasch zu ergründen. Er wird so von vornherein gewisse für die Untersuchungen ungeeignete Probestücke von der Prüfung ausschließen, für viele sonst unverständliche Punkte in den Resultaten eine richtige Erklärung geben können. Es möchte beispielsweise nur einmal von einem Geologen Material von verschiedenen Stellen eines Steinbruchs, etwa aus verschiedenen Tiefen oder von verschiedenen Teilen eines Ganges, richtig ausgewählt und der jetzt üblichen Prüfung unterzogen werden, und sofort würden greifbare Unterschiede sich herausstellen.“

„Der Geolog müßte aus bestimmten petrographischen Eigentümlichkeiten der Gesteine feste, für die Beurteilung der Wetterbeständigkeit maßgebende, allgemein zu beachtende Regeln ableiten. Es sei hierbei an den Einfluß der Tonschieferlamellen in den Flaserkalken, an denjenigen des Kalkgehaltes der Sandsteine bestimmter Distrikte, an die konstante Neigung gewisser Gesteine, Ausblühungen entstehen zu lassen, wenn sie unter gewissen Verhältnissen als Baumaterialien benutzt werden, erinnert“. „Es würden dann die zahlreichen Fehler, die bei der Auswahl des Gesteinsmaterials für Kunstbauwerke gemacht werden, die sich erst nach Jahrzehnten rächen und nur schwer wieder gut zu machen sind, vermieden werden können.“

„Mit besonderem Nachdrucke sei dem Wunsche Ausdruck verliehen, daß bei der in Aussicht genommenen und im deutschen Reichstage befürworteten Errichtung einer Materialprüfungsanstalt für das Deutsche Reich die vorgebrachten Erörterungen berücksichtigt werden möchten.

3. Daß die aufgeworfenen Fragen auf dem nächsten Kongreß des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik zur Diskussion gestellt würden.

Die wiedergegebenen Vorschläge können zur Zeit aber nur Anregungen darstellen. Neue technisch-wissenschaftliche, brauchbare Untersuchungsmethoden, die Fixierung der Resultate in einer für die Technik benutzbaren Form, weitere Gesichtspunkte wird der Geolog erst aus einer praktischen Tätigkeit im Rahmen der Materialprüfungsanstalt und einer besseren Kenntnis der Bedürfnisse der Technik heraus gewinnen können.“

Der einzige Erfolg, den die von Seiten namhafter Fachleute in übereinstimmender Weise gegebenen Anregungen hatte, war der Entschluß der Versuchsanstalt, künftighin die eingesandten Gesteinsproben nach ihrer petrographischen Bezeichnung und mineralogischen Zusammensetzung bestimmen zu lassen. Aber es geschah dies nicht etwa innerhalb der Versuchsanstalt selbst, sondern unter Inanspruchnahme der Geologischen Landesanstalt, welcher „kleine Proben“ der zu prüfenden Gesteine eingesandt wurden¹⁾. Alle sonstigen Forderungen, wie die Untersuchung des Gesteins im Bruch, die sachgemäße Entnahme der Probestücke aus den verschiedenen Lagen, die Verwertung der aus der petrographischen Untersuchung gewonnenen Kenntnis des Materials bei Ausführung der mechanischen Prüfungen, blieben gänzlich unberücksichtigt. Man hatte dem alten bisher geübten Prüfungsverfahren eine neue Methode hinzugefügt, jedoch ohne daß man die Bedeutung dieser Untersuchungen für die technische Gesteinsprüfung erkannt und nutzbar gemacht hätte.

Es mag dieses Urteil des Näheren begründet werden.

Das der Prüfungsanstalt von den Antragstellern zugesandte Probematerial besteht in einer Anzahl von Gesteinsblöcken, aus welchen 8—10 Würfel von 5—6 cm Kantenlänge für die Druckfestigkeitsprüfung, die gleiche Anzahl von Würfeln für die Festigkeitsbestimmung des wassergelagerten Gesteins und ebenso für die Frostprüfung, im ganzen also 24—30 Würfel,

hergestellt werden. Um sicher zu sein, daß das Material dieser Würfel von einheitlicher Beschaffenheit ist, und daß die an kleinen Probestücken ausgeführten mikroskopischen Untersuchungen einen zuverlässigen Anhalt für die Beurteilung der Durchschnittsbeschaffenheit des Materials und der davon abhängigen Verhältnisse ermöglichen, bedarf es der sachkundigen Auswahl der Proben für die mikroskopische Untersuchung. Kann man nun aber von einem Beamten der Prüfungsanstalt, der bei der Untersuchung eines Sandsteins keine anderen bemerkenswerten Zusammensetzungsverhältnisse erkennt, als daß sich auf den Bruchflächen „vereinzelte eingesprengte Quarzpünktchen“ finden (vergl. S. 34), erwarten, daß er der Geologischen Landesanstalt typische Bruchstücke übersenden wird, deren mikroskopische Untersuchung einen Anhalt für die Beurteilung der allgemeinen Strukturverhältnisse der betreffenden Gesteinsblöcke und insbesondere der daraus hergestellten Probewürfel liefert? Ist dies aber nicht der Fall, dann erscheint auch die mikroskopische Untersuchung vollkommen zwecklos. Der Fachmann wird von den zerdrückten Würfelproben, welche abweichende Festigkeitswerte ergeben haben, Schiffe herstellen, aus deren mikroskopischer Untersuchung die Struktur des Gesteins und seine etwa verschiedene Ausbildungsweise feststellen. Solche Untersuchungen können aber nur in der Prüfungsanstalt selbst und im Zusammenhang mit der sonstigen Untersuchung des Gesteins in sachkundiger Weise ausgeführt werden, und es ergibt sich schon hieraus die Unzulänglichkeit der getroffenen Maßnahmen. Daß überdies auch die gleichartigen Untersuchungen von Proben aus den verschiedenen Bruchlagen unerlässlich sind, wenn deren Ergebnisse zur Charakterisierung des betreffenden Gesteinsvorkommens dienen sollen, bedarf keiner weiteren Erörterung.

Aber die mikroskopische Untersuchung soll nicht nur zur allgemeinen Charakterisierung des Gesteins dienen, sondern sie soll auch zur kritischen Sichtung der einzelnen Versuchsergebnisse und zur Beurteilung ihrer Wertschätzung Verwendung finden.

¹⁾ Mitteilungen der Versuchsanstalt vom Jahre 1900, S. 37.

Bei den ungleichmäßigen Strukturverhältnissen der natürlichen Gesteine liefern die Bestimmungen ihrer mechanischen Eigenschaften meist recht beträchtliche Differenzen.

So ergab z. B. die Prüfung eines Granits folgende Festigkeitswerte:

Probe 1:	1853,3	kg/qcm
„ 2:	1840,5	„
„ 3:	1775,3	„
„ 4:	1580,2	„
„ 5:	920,6	„
„ 6:	772,8	„

Die Versuchsanstalt berechnet hieraus den Mittelwert: 1457,1 kg/qcm und veröffentlicht dieses Resultat ohne jeden weiteren Kommentar. Daß ohne einen solchen diese Zahlenwerte aber für den Bautechniker ohne praktischen Nutzen sind, liegt auf der Hand. Zwar entnimmt man daraus, daß das betreffende Gesteinsvorkommen eine Festigkeit von 1853,3 bis 772,8 kg/qcm aufweist; ob aber die geringeren Festigkeitsgrade ausnahmsweise oder häufig vorkommende Verhältnisse darstellen, vermag man aus diesen Angaben nicht zu erkennen, und somit fehlt es an jedem Anhalt zur sachgemäßen Beurteilung des betreffenden Gesteins.

Der fachmännisch geschulte Prüfungsbeamte wird in solchen Fällen aber folgendermaßen verfahren: Er weiß, daß die Verminderung der Festigkeit des Granits ihren Grund haben kann:

1. in dem Zurücktreten des Quarzgehaltes,
2. in dem Vorherrschen des Glimmers,
3. in der lockeren Kornbindung bzw. miarolitischen Ausbildung des Gesteins,
4. in der etwaigen Zersetzung des Feldspats.

Er wird daher an diejenigen Proben, welche den geringen Festigkeitsgrad ergeben, durch mikroskopische Untersuchung der Partien an den Bruchflächen feststellen, auf welche der gedachten Strukturverhältnisse die Verminderung der Festigkeit zurückzuführen ist, und des weiteren, ob derartige ungünstige Strukturverhältnisse sich nur vereinzelt oder in größerem Umfange bei den betreffenden Gesteinsvorkommen vorfinden.

Die bei der geologischen Untersuchung des Bruches entnommenen zahlreichen Proben aus

den einzelnen Lagen werden für diese Beurteilung einen sachgemäßen Anhalt liefern. Analoge Untersuchungen sind zur Charakterisierung der bei Bestimmung der Wasseraufsaugung und Frostbeständigkeit erhaltenen Einzelresultate erforderlich¹⁾.

In dieser Weise werden die mikroskopischen Feststellungen zur Beurteilung der abweichenden Zahlenwerte aus sämtlichen Prüfungen der Gesteine auf ihre mechanischen Eigenschaften verwendet werden müssen. Hieraus werden sich generell folgende Resultate ergeben:

1. Das Gestein hat im allgemeinen die näher zu bezeichnende Struktur und die dieser entsprechenden Festigkeits-, Wasseraufsaugungs- und Frostbeständigkeitswerte. (Das sind alsdann die tatsächlichen Durchschnittswerte, nicht aber die aus der Prüfung von 6 beliebigen Probekörpern schematisch berechneten Mittelwerte.)
2. Abweichungen im Sinne einer günstigen oder ungünstigen Struktur kommen in dem betreffenden Bruche „selten, ziemlich häufig oder häufig“ vor und demgemäß auch die dieser Struktur entsprechenden Festigkeits- usw. Werte. Eine solche Feststellung gibt nunmehr einen sachgemäßen Anhalt für die Beurteilung der Eigenschaften des Bruchgesteins.

Ganz allgemein darf demnach behauptet werden, daß die Resultate der in den Versuchsanstalten ausgeführten Gesteinsprüfungen nur dann einen praktischen Nutzen haben können, wenn dieselben so ausgeführt werden, daß sich aus ihren Ergebnissen ein Urteil über die Beschaffenheit der aus dem betreffenden Bruch zu erwartenden Gesteinslieferungen ableiten läßt. Der Nichtberücksichtigung dieser Grundsätze ist es in erster Linie zuzuschreiben, daß die bisherige Tätigkeit der Versuchsanstalten auf dem Gebiete der Gesteinsprüfung, selbst

¹⁾ Ein geübter Arbeiter vermag mit Hilfe geeigneter, maschineller Vorrichtungen, täglich 8—12 Gesteinsschliffe herzustellen, so daß die gedachten, mikroskopischen Untersuchungen keine übermäßigen Kosten verursachen.

wenn es sich nur um die Feststellung der mechanischen Eigenschaften des Materials handelt, den Anforderungen des Baugewerbes, wie der Steinindustrie nicht zu entsprechen vermochte.

Des Weiteren darf aber behauptet werden, daß die Feststellung der mechanischen Eigenschaften eines Gesteins nur unter der Voraussetzung seiner Wetterbeständigkeit eine praktische Bedeutung hat, und daß deshalb die Wetterbeständigkeitsprüfung als notwendige Ergänzung aller sonstigen Bestimmungen bezeichnet werden muß. Die dieserhalb von der Versuchsanstalt früher ausgeführten chemischen Prüfungen wurden, wie bereits bemerkt, wegen ihrer wissenschaftlichen Unzulänglichkeit aufgegeben, ohne daß die Anstalt sich veranlaßt sah, an Stelle derselben andere, sachgemäßere Methoden zu bearbeiten.

Bereits im Jahre 1893 hatte sich deshalb das Ministerium der öffentlichen Arbeiten veranlaßt gesehen, im Einvernehmen mit dem Unterrichtsministerium und dem Ministerium für Handel und Gewerbe eine Kommission einzusetzen, behufs Ermittlung eines Verfahrens für die Untersuchung natürlicher Bausteine auf deren Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse¹⁾. Die Zusammensetzung der Kommission aus 2 Baubeamten, 2 Mineralogen und Geologen und 2 Chemikern, von denen der eine (Finkener) Vorsteher der chemisch-technischen Versuchsanstalt war, gab die Gewähr, daß die Untersuchungen nicht nur auf wissenschaftlicher Grundlage, sondern auch unter Berücksichtigung der Anforderungen des Baugewerbes, wie andererseits der praktischen Bedürfnisse des Materialprüfungswesens zur Ausführung gelangen würden.

Die Baubeamten von 110 preußischen Bauinspektionen und Strombauverwaltungen, sowie von 32 Eisenbahn-Betriebsämtern wurden zur Einsendung des für diese Untersuchungen erforderlichen Probematerials aufgefordert, und es gelangten innerhalb Jahresfrist Gesteinsproben von 1059 älteren Bauwerken und 950 Proben

¹⁾ Siehe Hirschwald, Die Prüfung der natürlichen Bausteine auf ihre Wetterbeständigkeit, Berlin 1908.

des zugehörigen frischen Bruchgesteins, mit den Berichten über den Erhaltungszustand der betreffenden Bauwerke, zur Einsendung.

Die wissenschaftliche Untersuchung dieses Materials wurde dem Verf. übertragen und gelangte am diesseitigen Mineralogisch-geologischen Institut, das durch Einrichtung eines Laboratoriums für technische Gesteinsprüfung vervollständigt worden war, mit Unterstützung von 3 hierfür angestellten Assistenten, zur Ausführung. Die bezüglichen Arbeiten erforderten einen Zeitraum von 13 Jahren, und während dieser Zeit fanden alljährlich 2—3 Sitzungen der Kommission statt, in welchen über die zur Anwendung gebrachten Methoden und die mittels derselben erzielten Resultate berichtet, die letzteren diskutiert und über die des Weiteren vorzunehmenden Versuche Beschluß gefaßt wurde.

Die Ergebnisse dieser Arbeit und die darauf gegründete Prüfungsmethode wurden im Auftrage des Ministeriums im Jahre 1908 veröffentlicht. Über die Grundzüge des neuen Prüfungsverfahrens ist bereits in Heft I, Jahrgang 1910 dieser Zeitschrift berichtet worden.

Da die Abteilung für Baugesteinsprüfung an dem inzwischen durch Vereinigung der einzelnen Abteilungen gegründeten Materialprüfungsamt noch nicht in der Lage war, diese neue Methode der Gesteinsprüfung in ihren Arbeitsplan aufzunehmen, so wies der Herr Minister der Öffentlichen Arbeiten die ihm unterstellten Baubehörden an, sich bei etwa erforderlichen Untersuchungen für Baugesteine auf ihren Wetterbeständigkeitsgrad, an das diesseitige Institut zu wenden, und die infolgedessen ausgeführten, sowie im Auftrage fremder Regierungen unternommenen Arbeiten lieferten den Beweis von der praktischen Ausführbarkeit und Bedeutung des neuen Prüfungsverfahrens¹⁾.

Man hätte erwarten sollen, daß das Materialprüfungsamt es sich angelegen sein lassen würde, die seit dem Jahre 1890 vorhandene Lücke in

¹⁾ Siehe die Untersuchungen von Bausteinen des Kölner Doms, des Ulmer Münsters, des Otto-Heinrich-Baues am Heidelberger Schloß und des Straßburger Münsters, in dieser Zeitschrift, Jahrgang 1910 und 1911.

der Ausführung seiner Baugesteinsprüfungen durch Einführung der ihm nunmehr dargebotenen wissenschaftlichen Methoden auszufüllen und die hierzu erforderlichen Einrichtungen zu beschaffen bzw. die Ergänzung seines Personals durch geeignete Kräfte zu bewirken. Aber nichts dergleichen ist geschehen. Auch der auffällige Rückgang in der Zahl der Aufträge hat das Prüfungsamt nicht veranlaßt, eine Reform seines nach den übereinstimmenden Urteilen von Fachmännern veralteten und lückenhaften Verfahrens (vergl. S. 36 u. f.) in die Wege zu leiten.

In den Jahren 1884—1888 waren bei der Versuchsanstalt durchschnittlich p. a. 44 Anträge auf Prüfung natürlicher Bausteine eingegangen; 1892—1895 durchschnittlich 38 Anträge; 1895 bis 1898 durchschnittlich 36 Anträge; in den Jahrgängen 1908, 1909, 1910 und 1911 fehlen diese Berichte über ausgeführte Prüfungen an natürlichen Bausteinen vollständig. Daß das Bedürfnis nach derartigen Untersuchungen nicht abgenommen hat, zeigen die zahlreichen Anträge, welche dem Mineralogisch-geologischen Institut während der gedachten Zeit zugingen, aber größtenteils abgelehnt werden mußten, da das Institut sich, abgesehen von den Aufträgen die ihm von Behörden gestellt wurden, nur mit Arbeiten im wissenschaftlichen Interesse beschäftigt.

Während das diesseitige Institut sich zufolge der ihm erteilten amtlichen Aufträge zu einer regen Tätigkeit auf dem Gebiete der praktischen Gesteinsprüfung genötigt sah, beharrte die betreffende Abteilung des Materialprüfungsamtes in ihrer bisherigen Teilnahmslosigkeit. Erst eine in Heft 2 Jahrgang 1911 dieser Zeitschrift erschienene Abhandlung (Theorie und Praxis der bauwissenschaftlichen Gesteinsprüfung, ein Beitrag zur Reform der Gesteinsprüfung an den technischen Versuchsanstalten) veranlaßte das Materialprüfungsamt, aus seiner passiven Haltung herauszutreten. Man beeilte sich nunmehr zu erklären, daß die Einführung der fraglichen Untersuchungsmethode in den Arbeitskreis der Anstalt bisher deshalb unterblieben sei, weil man die Methode in ihrer

jetzigen Form noch nicht zum praktischen Gebrauch für geeignet halte und auch bezweifle, ob sich mittels derselben übereinstimmende Resultate erzielen lassen würden, da die mikroskopische Untersuchung, auf welcher jene Methode vorzugsweise beruhe, im allgemeinen keine sicheren Zahlenwerte, sondern nur Vergleichswerte liefere.

Man würde diesen Einwand wohl nicht erhoben haben, wenn man sich bewußt gewesen wäre, daß es sich hierbei im wesentlichen um Methoden handelt, welche seit etwa 50 Jahren in der wissenschaftlichen Gesteinskunde in Gebrauch sind und die glänzende Entwicklung dieses Wissenschaftszweiges begründet haben.

Um weiteren Kreisen ein Urteil in der vorliegenden Frage zu ermöglichen, sei hier folgendes nochmals kurz erörtert:

Die Grundlagen für die Wetterbeständigkeitsprüfung der Gesteine bilden zwei verschiedene Untersuchungsreihen:

1. Die Untersuchung der Gesteine auf alle diejenigen Eigenschaften, welche von Einfluß auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse sein können;
2. Die Feststellung des Erhaltungsgrades dieser Gesteine an alten Bauwerken.

Die Untersuchungen zu 1. erfolgen nach wissenschaftlich bewährten Methoden und dieselben liefern in der Hand des geübten Fachmannes selbst da eine für den vorliegenden Zweck hinreichende praktische Sicherheit, wo sie kein Zahlenresultat, sondern nur eine Vergleichsbestimmung ermöglichen. Auf solchen Vergleichsbestimmungen sind weite und wichtige Gebiete unserer naturwissenschaftlichen Forschung begründet worden¹⁾.

Dabei soll nicht verkannt werden, daß hinsichtlich der weiteren Ausbildung der Gesteinsprüfung noch mancherlei Fortschritte zu erzielen sein werden, denn wie jede wissenschaftliche

¹⁾ Auch ein anderer Zweig der Materialprüfung, die Metallographie, welche auf der mikroskopischen Untersuchung geätzter Metallschliffe beruht, ist im wesentlichen auf vergleichende Bestimmungen angewiesen und hat dessenungeachtet namhafte praktische Erfolge aufzuweisen.

Methode ist auch diese sicherlich entwicklungs-fähig. Wer aber den äußersten Grad der Vollkommenheit abwarten wollte, bevor er solche Methoden zur praktischen Anwendung bringt, der gleicht, wie Carlyle sagt, einem Manne, der die Ausführung eines notwendigen Baues unterläßt, weil die Arbeiter keine mathematisch genau senkrechte Mauer aufzuführen vermögen.

Die Untersuchungen zu 2. sind an dem Material von 1059 alten Bauwerken ausgeführt worden. Da bei jedem dieser Bauwerke die Werksteine von bester und geringster Erhaltung berücksichtigt worden sind, also Gesteine von abweichender Wetterbeständigkeit, so handelt es sich um Erfahrungen, die an 2118 Gesteinsabänderungen gewonnen wurden.

Auf diese Weise konnte festgestellt werden, welche Beziehungen zwischen den einzelnen Gesteinseigenschaften und der Erhaltungsdauer der betreffenden Materialien bestehen.

Nach dem allgemeinen Grundsatz der empirischen Forschung erlangen diese Beziehungen, vorausgesetzt, daß sie in zahlreichen Fällen in stets gleicher Weise zu konstatieren sind, die Bedeutung von Erfahrungsgesetzen. Sind deshalb bei der Prüfung eines solchen Gesteins die für seinen Wetterbeständigkeitsgrad in Betracht kommenden Eigenschaften festgestellt, so können wir daraus nach Maßgabe der bisherigen Beobachtungsergebnisse schließen, welcher Qualitätsklasse das Material zuzuzählen ist.

Ein solches, auf umfassende Erfahrung gegründetes Urteil wird nicht nur in dem vorliegenden Fall den Anforderungen genügen, sondern es ist als das einzig erreichbare Ziel der technischen Materialprüfung, wie der praktischen Wissenschaften überhaupt zu bezeichnen. Ohne Anwendung dieser empirischen Methode würden die technischen Wissenschaften zu völliger Unfruchtbarkeit verurteilt sein.

Schlußbetrachtung.

Die Abteilung für Baugesteinsprüfung an der hiesigen Versuchsanstalt bzw. dem Materialprüfungsamt zeigt in der ersten Hälfte ihres Bestehens eine Reihe wissenschaftlicher Miß-

griffe, in der zweiten Hälfte aber den Mangel jeglicher Entwicklung, während in dieser Zeit die Gesteinsforschung durch Einführung neuer Methoden einen hervorragenden Aufschwung genommen hatte. Wenig von den auf letztgenanntem Gebiet errungenen Fortschritten ist in die Praxis der Versuchsanstalt übergegangen, und wo man sich zum Aufgeben mangelhafter Methoden (Härteprüfung, Wetterbeständigkeitsprüfung) oder zu schwächlichen Ansätzen in der Einführung von Neuerungen entschloß (petrographische Gesteinsbezeichnung und Beschreibung), da geschah dies erst infolge energischer Anregung von außen. Eine Neuerung durch eigene Initiative der Versuchsanstalt ist niemals zu konstatieren gewesen.

Was für die Folge zu geschehen hat, um die Gesteinsprüfung den übrigen Zweigen des Materialprüfungsamtes ebenbürtig an die Seite zu stellen, wurde in der bereits erwähnten Abhandlung: Theorie und Praxis der bauwissenschaftlichen Gesteinsprüfung, Heft 2, Jahrg. 1911 dieser Zeitschrift, dargelegt.

Es seien hier diese Vorschläge in Form folgender Leitsätze zusammengefaßt:

1. Jede der in Betracht kommenden Prüfungen ist so zu bewirken, daß das Resultat, soweit als möglich, einen Anhalt für die Beurteilung des Bruchgesteins in seiner Gesamtheit gestattet.

Erkennt man diesen Satz als richtig an, dann folgt daraus, daß die eingehende Untersuchung des Bruches und die danach zu bestimmende Auswahl des Probematerials die Grundlage für eine sachgemäße Ausführung der gesamten Gesteinsprüfung bilden muß.

2. Die Wetterbeständigkeitsprüfung ist als eine unerläßliche Ergänzung der technischen Gesteinsprüfung zu bezeichnen, ohne welche die Feststellung der mechanischen Eigenschaften des Materials der praktischen Bedeutung entbehrt.
3. Sämtliche Untersuchungen sind von mineralogisch und geologisch vorgebildeten Fachleuten, die sich auf dem Ge-

biet der technischen Gesteinsprüfung ausreichende praktische Kenntnisse erworben haben, auszuführen.

Wer auf dem Gebiet der technischen Materialprüfung erfolgreich wirken will, der muß in erster Linie eine gründliche Kenntnis der zu untersuchenden Materialien nach ihrer Entstehung bzw. Herstellung, sowie ihren Eigenschaften besitzen. Er muß wissen, wodurch diese Eigenschaften in qualitativer und quantitativer Hinsicht bedingt werden, und durch welche Verhältnisse dieselben beeinträchtigt werden können. Er muß aber auch die gesamten wissenschaftlichen Methoden beherrschen, welche zum Nachweis dieser Eigenschaften Verwendung finden können. Erst dann wird er imstande sein, solche für das praktische Prüfungswesen geeignete Verfahren aufzufinden, welche trotz möglicher Einfachheit ihrer Ausführung dennoch die technischen Eigenschaften des Stoffes zu bestimmen und in solcher Form zum Ausdruck zu bringen gestatten, daß hieraus ein Maßstab für die technische Verwendbarkeit und Wertschätzung des Materials abgeleitet werden kann. Mit solchem Wissen ausgerüstet, wird er auch die Gewähr liefern, daß die von ihm ausgeführten Untersuchungen, frei von jedem schematischen Zwange, den besonderen Verhältnissen des jeweilig zu untersuchenden Stoffes angepaßt worden sind.

Die langjährigen Bestrebungen des Verfassers und einer großen Anzahl von Fachgenossen, eine den wissenschaftlichen Anforderungen entsprechende Reform der Baugesteinsprüfung zu veranlassen, waren bis vor kurzem ohne namhaften Erfolg geblieben. Während man früher seitens der betreffenden Abteilung des Materialprüfungsamtes diesen Bestrebungen lediglich einen passiven Widerstand entgegengesetzte, hat man sich in neuerer Zeit nicht nur veranlaßt gesehen, die Berechtigung derselben in Frage zu stellen, sondern auch einen Gegensatz zu konstruieren versucht zwischen den Anforderungen der Wissenschaft und denen der praktischen Materialprüfung bzw. den Interessen der Steinbruchindustrie (siehe S. 47), ja sich sogar nicht gescheut, jene Bestrebungen auf unlautere Motive zurückzuführen.

Unter solchen Umständen schien es geboten, durch kritische Darlegung der bisherigen Leistungen der fraglichen Abteilung des Materialprüfungsamtes weitere Kreise über die notwendige Reform dieses Instituts aufzuklären und zur Mitarbeit auf diesem Gebiet zu veranlassen.

Daß eine solche Reform unter den obwaltenden Verhältnissen nur zu erreichen ist durch Abzweigung der Abteilung für Baugesteinsprüfung von derjenigen für Mörteluntersuchungen, und Berufung eines wissenschaftlich und praktisch bewährten Fachmannes als Leiter der erstgenannten Abteilung, kann nach den bisherigen Erfahrungen nicht zweifelhaft sein.

Kleinere Mitteilungen

Erwiderung auf das Referat des Prof. Gary über den 2ten Teil des Handbuchs der bautechnischen Gesteinsprüfung in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1912, Nr. 41, S. 1671 und auf seine Replik in der Zeitschrift „Der Steinbruch“ 1912, Heft 32, S. 482.

Der zweite Teil des Handbuchs der bautechnischen Gesteinsprüfung S. 388—923 enthält im wesentlichen die petrographischen Methoden zur Feststellung der Gesteinseigenschaften und die Bewertung der letzteren für die Wetterbeständigkeitsprüfung der Gesteine nach Maßgabe der praktischen Erfahrung.

Dieser Teil fordert nach Herrn Gary „die Kritik fast noch mehr heraus als der erste“, eine Kritik, die sich in Wirklichkeit nicht gegen das Handbuch, sondern lediglich gegen die vermeintliche Unzulänglichkeit der in der Gesteinskunde gebräuchlichen Methoden richtet.

In den Kreisen der Fachgenossen würde man es sicherlich verstehen, wenn ich ein solches, jeder Sachkunde entbehrende Referat mit Stillschweigen überginge. Aber Herr Gary wendet sich mit seinen Ausführungen an die weiteren Kreise der Architekten, Bauingenieure und Steinbruchtechniker, und deshalb erscheint eine Erwiderung geboten, der ich mich auch deswegen unterziehen will, weil das Garysche Elaborat wiederum ein grelles Schlaglicht auf die Bestrebungen wirft, die bisherige unzulängliche Art der Baugesteinsprüfung gegen das Eindringen wissenschaftlicher Methoden abzusperrten.

Um den Nachweis zu führen, daß die petrographischen Methoden, wie er behauptet, ungeeignet seien, für die praktische Gesteinsprüfung Verwendung zu finden, führt Herr Gary die Untersuchung der Granite an, bei welchen die Bestimmung des etwaigen Verwitterungsgrades des Feldspats von maßgebender Bedeutung ist. Er bemängelt, daß diese Bestimmung lediglich auf Schätzung beruht, und daß dieselbe deshalb seitens verschiedener Beobachter zu einer ungleichmäßigen Beurteilung der Qualität des Gesteins führen muß.

Als Beweis hierfür wählt Herr Gary die Vergleichsbestimmung der Granite vom Zobten (Klasse I) und von Schreiberhau (Klasse IV), deren Qualitätsunterschiede im wesentlichen durch den Verwitterungsgrad des Feldspats

bestimmt werden. „Man wird unschwer erkennen, (meint Herr Gary), daß es keiner erheblichen Schätzungsfehler bedarf, um zu ganz erheblichen, abweichenden Einschätzungen in Hirschwalds Qualitätsklassen zu kommen“.

Ein ungeschickteres Beispiel für seine Behauptung hätte Herr Gary gar nicht wählen können, denn die extremen Qualitätsunterschiede beider Granitvorkommen sind auch ohne mikroskopische Untersuchung, von jedem Steinmetzen, lediglich nach der äußeren Erscheinungsweise beider Gesteine, festzustellen. Der Zobtener Granit ist von frischer Beschaffenheit und normaler Festigkeit, während das Schreiberhauer Gestein einen völlig zersetzten, trüben, mürben Feldspat besitzt und sich dadurch als ein höchst minderwertiges Gestein erweist.

Die Charakterisierung beider Granite lautet im Handbuch wörtlich wie folgt:

Granit vom Zobten (S. 668). Ziemlich spärlicher Quarz in isolierten Körnern (Q_{1-2}); Feldspat mit homogener Interferenzfarbe (h), sehr schwacher Trübung (t), aber starken Spaltrissen (s_4); Glimmer in spärlichen Blättchen (gl_1). Daraus berechnet sich die Qualitätsklasse I.

Granit von Schreiberhau (S. 667). Sehr reichlicher, stark zerklüfteter Quarz, in unvollkommen zusammenhängenden Schnüren (Q_4); Feldspat mit sehr starker Aggregatpolarisation (a_5), sehr starker bis vollkommener Trübung (t_{4-5}) und reichlichen Spaltrissen (s_4); Glimmer in ziemlich reichlicher bis reichlicher Menge (gl_{2-3}). Daraus berechnet sich die Qualitätsklasse IV.

Und nun frage ich, welcher angehende Mineraloge wäre so unbeholfen, daß er nicht zu unterscheiden vermöchte, zwischen:

Ziemlich spärlichem Quarz in isolierten Körnern (Q_{1-2}) und sehr reichlichem, stark zerklüftetem Quarz in unvollkommen zusammenhängenden Schnüren (Q_4);

Feldspat mit homogener Interferenzfarbe (h), sehr schwacher Trübung (t), aber starken Spaltrissen (s_4) und Feldspat mit starker Aggregatpolarisation (a_5), sehr starker bis vollkommener Trübung (t_{4-5});

Glimmer in spärlichen Blättchen (gl_1) und Glimmer in ziemlich reichlicher bis reichlicher Menge (gl_{2-3}).

Wer eine solche Unterscheidung nicht mit aller Sicherheit auszuführen vermag, dem müßte man nicht nur jede Befähigung für Gesteinsuntersuchungen, sondern jedes Beobachtungsvermögen überhaupt absprechen.

Bei einigem Verständnis für die vorliegende Frage hätte Herr Gary nicht zwei Gesteine von so grober Verschiedenheit, sondern klüglicherweise, zur Erhärtung seiner Behauptung, zwei Gesteine von möglichst ähnlicher Strukturform miteinander vergleichen müssen. Wir wollen seine Beweisführung hier vervollständigen.

Angenommen drei Beobachter hätten an verschiedenen Schliften eines Granits folgende Feldspat-Typen festgestellt:

I. Homogene Interferenzfarbe, ohne erhebliche Trübung, ziemlich reichliche Spaltrisse ohne Poren: Typ. I₂;

II. Homogene Interferenzfarbe, ohne erhebliche Trübung, bei ziemlich reichlichen Spaltrissen und desgl. Poren: Typ I₃;

III. Homogene Interferenzfarbe ohne erhebliche Trübung, sehr reichliche Spaltrisse, ohne Poren: Typ. I₄.

Als dann würde sich nach S. 673 folgende Bezifferung dieser Typen, bei gleicher Ausbildung des Quarzes (etwa 1b Q₅) ergeben:

$$\begin{aligned} \text{Typ. I}_2 &= 0,45 \\ \text{„ I}_3 &= 0,60 \\ \text{„ I}_4 &= 0,60 \end{aligned}$$

Dadurch würden also die Wertziffern des Feldspats um 0,15 differieren, d. h. der Unterschied käme für die Qualitätsberechnung überhaupt nicht in Betracht.

Nehmen wir ferner an, daß gleichzeitig auch die Struktur und Menge des Quarzes sich bei den drei Beobachtungen verschieden ergeben hätte und zwar in folgender Weise:

Bei Typ. I₂: Quarz in zusammenhängenden Schnüren (IQ); Individuen innig verwachsen (Ia), in vorherrschender Menge (Q₅);

Bei Typ. I₃: Quarz in zusammenhängenden Schnüren (IQ), stark zerklüftet (Ib), in sehr reichlicher Menge (Q₄);

Bei Typ I₄: Quarz in zusammenhängenden Schnüren (IQ), jedoch in rundlichen Körnern verwachsen (Ic), in vorherrschender Menge (Q₅).

Hiernach ergeben sich folgende Quarztypen und in Verbindung mit den zugehörigen Feldspattypen nachstehende Bewertungsziffern:

	Wertziffer:
Quarztyp Ia Q ₅ — Feldspattyp I ₂ . . .	0,35
„ Ib Q ₄ — „ I ₃ . . .	0,61
„ Ic Q ₅ — „ I ₄ . . .	0,41

Trotzdem es sich hier also um nicht zu übersehende Strukturunterschiede handelt, würde, bei Vernachlässigung derselben, sich die Qualitätsberechnung des Gesteins im Maximum um kaum 0,26, also höchstens um eine viertel Qualitätsklasse ändern.

Hätte Herr Gary Stichproben, wie die vorstehenden gemacht, dann würde er sich selbst überzeugt haben, daß seine Behauptung jeder Begründung entbehrt; dann hätte er auch nicht schreiben können: „Es ist zu befürchten (nämlich bei der mikroskopischen Bestimmung), daß beträchtliche Irrtümer unterlaufen und daß diese Irrtümer zu einer Verkennung der Eigenschaften nutzbarer Gesteine unseres Vaterlandes führen können, die der Industrie und der Fortentwicklung unseres heimischen, ohnehin schwer bedrängten Steingewerbes sehr hinderlich werden kann.“

Dieser Appell an das „schwer bedrängte Steingewerbe“, wenn es sich darum handelt, die offenkundigen Mängel und Lücken in der Gesteinsprüfung durch Einführung wissenschaftlicher Methoden zu beseitigen, ist die erstauulichste Leistung eines auf dem betreffenden Gebiet so wenig Sachkundigen, wie Herr Gary es ist. Irrtümer bei Ausführung wissenschaftlich bewährter Methoden werden immer nur dem unfähigen Dilettanten, nicht aber dem geübten Fachmann unterlaufen.

Herr Gary versteift sich aber darauf, keine Methode gelten zu lassen, welche ihm nicht absolute Zahlenwerte liefert. Er sagt (Steinbruch 1912, S. 484): „Die Materialprüfungsämter können nicht, wie z. B. die Mineralogen der Kgl. Technischen Hochschule, auf Grund ihrer eigenen Autorität ohne zahlenmäßiges Beweismaterial (!) über die voraussichtlich größere oder geringere Wetterbeständigkeit eines Steines auf Grund spekulativer (!) Beobachtungen Gutachten erstatten, sondern sie sind gehalten, sich auf zweifelloses Zahlenmaterial zu stützen“.

Zweifelloses Zahlenmaterial! — Das schreibt der Vorsteher einer Versuchsabteilung, der sich seit Jahrzehnten mit der Prüfung von Gesteinen beschäftigt hat. Ein solches Zahlenmaterial liefert in gewissem Sinne die Festigkeitsmaschine; aber jeder Würfel, welcher aus einem eingesandten Gesteinsblock geschnitten worden ist, ergibt im allgemeinen ein abweichendes Resultat, und wenn ein zweiter und dritter Block aus dem Steinbruch entnommen worden wäre, so würden diese nicht nur hinsichtlich der einzelnen aus ihnen geschnittenen Würfel, sondern auch in den Durchschnittswerten kaum je ein übereinstimmendes Ergebnis liefern. So erhielt man bei der Prüfung von Graniten im hiesigen Materialprüfungsamte folgende Werte:

Granit von Kappelrodeck . . .	741,3—1634,5 kg
„ „ Isteheda	808,7—1853,3 „
„ „ Fundort ?	882,5—2250,7 „

Wovon ist nun also das zweifellose Zahlenmaterial, innerhalb bestimmter Grenzen, abhängig? Doch offenbar von der Auswahl der Probestücke, und wenn diese Auswahl sachgemäß geschehen soll, so daß das Resultat der Prüfung einen Anhalt für die in der betreffenden Lage auftretenden Festigkeitsdifferenzen ergibt, dann bedarf es der Mitwirkung eines geologisch geschulten Fachmanns, der durch sachkundige, wenn auch nicht zahlenmäßige Untersuchung und Vergleichung der verschiedenen Abänderungen des Gesteins, solche Proben auswählt, welche ihrer Struktur gemäß auf die vorhandenen Grenzwerte der Festigkeit schließen lassen, und zugleich konstatiert, welche Strukturform als vorherrschend in dem betreffenden Steinbruch zu betrachten ist.

Von dieser Auswahl wird es also abhängen, ob die Prüfung der Festigkeit, aber auch der Wasseraufsaugung, Frostbeständigkeit usw. Resultate ergibt, welche die Beurteilung des Gesteinsvorkommens hinsichtlich der Maximal- und Minimalwerte der fraglichen Eigenschaften gestatten. Zweifellosoes Zahlenmaterial erhält man aber auch auf diese Weise noch nicht, denn ein solches ist nur zu erwarten von einem durchaus homogenen Material, nicht aber von einem solchen von so wechselnder Beschaffenheit, wie es die natürlichen Gesteine darstellen.

Es ist bezeichnend für den gegenwärtigen Stand der technischen Gesteinsprüfung, daß man genötigt ist, solche Gemeinplätze mit dem Vorsteher einer Versuchsanstalt zu diskutieren.

Ein leiser Zweifel, ob die gegen die wissenschaftlichen Methoden der Gesteinsprüfung erhobenen Einwendungen ausschlaggebend sein werden, scheint aber Herrn Gary selbst gekommen zu sein, denn er unterläßt es nicht, auch den Kostenpunkt als Hinderungsgrund ins Feld zu führen. Ich hatte darauf hingewiesen (Heft 2, 1911, S. 44 dieser Mitteilungen), daß für einzelne fachwissenschaftliche Gutachten von autoritativer Seite der 10—20fache Betrag der jeweilig vorgeschriebenen Gebühren für Gesteinsprüfungen gezahlt werde, und daß deshalb die größeren Steinbruchbetriebe gern ein Mehrfaches dieser Gebühren zahlen werden, wenn sie ein Zeugnis erwarten dürfen, das ev. den Betrieb ihres Unternehmens und dessen Konkurrenzfähigkeit sicher stellt. Aus diesem Mehrfachen macht Herr Gary, im Handumdrehen, ein 10- und 20faches, und berechnet die Kosten der fraglichen Prüfung auf 260×10 bzw. $\times 20 = 2600—5200$ Mark. Er fährt dann fort (Steinbruch, 1912 S. 483):

„Ich frage die deutschen Steinbruchbesitzer, deren wirtschaftliche Lage ich besser zu kennen glaube, als Herr Hirschwald, wie viele unter ihnen geneigt sein würden, eine so hohe Summe für eine Untersuchung auszugeben, die notwendigerweise, wenn sie Wert (!) behalten soll, alle paar Jahre wiederholt werden muß.“

Nun handelt es sich hier, wie ich klar genug hervorgehoben habe, lediglich um ein Mehrfaches der bisherigen Gebühr von 260 Mark, und ich taxiere die erforderliche Erhöhung auf das 2—3fache, also auf 550 bis 800 Mark. Nimmt man an, daß die Bruchbesitzer ihr Material regelmäßig alle 5 Jahre untersuchen lassen wollten, was tatsächlich kaum zutrifft, so würde das einer jährlichen Aufwendung von 110—160 Mark entsprechen, ein Betrag, der für den Geschäftsbetrieb eines größeren Bruches überhaupt nicht in Betracht kommt.

Ich muß mich auf diese Erwiderung beschränken, denn alle die unsachgemäßen Behauptungen des Herrn Gary zu widerlegen, dazu müßte man ein Kompendium der praktischen Gesteinsprüfung schreiben.

Daß diese Erwiderung schärfer ausgefallen ist, als es sonst in meiner Art liegt, hat seinen Grund in der fahrlässigen und sachwidrigen Weise, in welcher Herr Gary auf einem Gebiet als Zensor aufzutreten sich unterfängt, auf welchem er seine Unkenntnis genugsam anderweitig dokumentiert hat. Hier ist eine strenge Zurückweisung ebenso gerechtfertigt, wie eine glimpfliche Beschönigung und Rücksichtnahme sachwidrig wäre. Lediglich dieser Gesichtspunkt war es, welcher mich zu einer scharfen Abweisung veranlaßte, nicht die Grobheiten und Verdächtigungen, die sich Herr Gary am Schlusse seiner Veröffentlichung in der Zeitschrift „Der Steinbruch“ 1912, S. 484 Abs. 8, mir gegenüber erlaubt hat und auf die hiermit hinzuweisen ich mir genügen lasse.

J. Hirschwald.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315035

1912

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315036

1912

Biblioteka PK

J.X.46

/ 1912

Biblioteka PK

J.X.46.

/ 1918

Biblioteka PK

J.X.46

/ 1921

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300778

1912