

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER STRASSEN-KONGRESSE

Generalsekretariat : 1, Avenue d'Iéna, Paris.

III. KONGRESS - LONDON - 1913

1. Abteilung : Bau und Erhaltung.
 2. Mitteilung.
- ✻

VERSUCHE MIT MATERIALIEN
für Schotterstrassen

BERICHT

von

Dr. HIRSCHWALD

Geheimer Regierungsrat,
Professor an der Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg.

PARIS

SOCIÉTÉ ANONYME DES IMPRIMERIES OBERTHUR
3, RUE ROSSINI, 3

1913



11-353524

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317633



III 17690

Versuche mit Materialien

für

SCHOTTERSTRASSEN

Im Auftrage des Preussischen Ministeriums der Oeffentlichen 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 ist (1).

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. Diese Untersuchungen werden gegenwärtig unter Leitung des Verfassers, in Gemeinschaft mit Professor J. Brix, Dozent für Strassenbau, im diesseitigen Institut ausgeführt, und es soll hierbei das nachfolgend beschriebene Verfahren zur Anwendung gelangen.

1. Untersuchungsmaterial.

Auf Grund theoretischer Erwägungen lassen sich diejenigen Gesteinseigenschaften a priori bestimmen, welche günstig bzw. ungünstig auf die Erhaltung der Strassendecken einwirken, wie

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

etke 3685/51

Druckfestigkeit, Zähigkeit, Widerstand gegen Abnutzung, Wasseraufnahmefähigkeit, Verwitterbarkeit, Bindungsfähigkeit des Gesteinsstaubes und seiner Verwitterungsprodukte. Das Abhängigkeitsverhältnis aber zwischen diesen Eigenschaften und dem Qualitätswert des Gesteins, als Material für Strassendecken, kann nur aus der Erfahrung festgestellt werden.

Es wurde deshalb beschlossen, experimentelle Untersuchungen an den Decken typischer Kleinschlagstrassen durchzuführen, um die Beziehungen festzustellen, welche zwischen der Erhaltungsdauer dieser Strassen und der ziffermässig bzw. vergleichsweise bewerteten Eigenschaften des Gesteinsmaterials — dessen chemisch mineralogische Zusammensetzung, Struktur, Härte, Festigkeit, Sprödigkeit, Wasseraufsaugungsfähigkeit, Wetterbeständigkeit — bestehen. Des weiteren sollen Untersuchungen darüber ausgeführt werden, ob und in welcher Masse, ausser der rein mechanischen Verkeilung 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 ob sich überdies die Beimischung des einen oder anderen Materials zum Kleinschlag als wünschenswert und praktisch erweist.

Die Ausführung dieser Untersuchungen soll an Proben stattfinden, welche in Grösse von einem qm der Strassendecke, unter Ausschluss der Packlagen, entnommen 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.

2. Ausführung der Untersuchungen.

a. Korn-Separation 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 Material im Laufe der Zeit gebildet hat, wird der Gesamtinhalt einer Probekiste, welche das Material der von einem Quadratmeter Strassenfläche bis auf die Packlage abgehobenen Decke enthält, in eine mit Wasserspülung versehene *Separiermaschine* gegeben, welche 3 Trommelsiebe von je 30 mm, 10 mm und 2,5 mm Lochdurchmesser hat. Zur Aufnahme der Siebrückstände und zur Vornahme der erforderlichen Abschlämzung dienen 4 mit Zinkblech ausgeschlagene hölzerne Bottiche mit trichterförmigem Boden und Abflusstöpfen an demselben.

Die Behandlung der Proben ist folgende :

1. Nachdem der Inhalt einer Probekiste (also das Material von einem qm Strassenfläche) in lufttrockenem Zustande ausgewogen ist, wird derselbe zunächst in dem Bottich I geschüttet, und soviel Wasser zugegeben, dass dasselbe etwa 10 cm über dem Probematerial steht. Während 12 Stunden wird der Inhalt des Bottichs häufig umgerührt und bleibt alsdann während weiterer 12 Stunden ruhig stehen. Auf diese Weise werden die tonigen Bestandteile des Deckenmaterials erweicht, und es gelingt dadurch, sie später vollständig abzuschlämzen, sodass das gröbere Material frei von anhängenden feineren Bestandteilen erhalten wird. Demnächst wird der oben schwimmende Schlamm, mit einer flachen Schale abgeschöpft und fortgegossen, da derselbe im wesentlichen aus organischen Verunreinigungen besteht. Das übrige Wasser ist nach wiederholtem mässigen Umrühren des Bottichinhaltes in kurzen Pausen mittels eines grossen Glaszylinders abzuschöpfen, in einem Eimer zu sammeln und alsdann in den Bottich IV zu geben.

2. Der von dem überstehenden Wasser befreite Rückstand im Bottich I wird in die Sortiermaschine geschüttet und zwar unter Verwendung eines Siebeimers, der nach jeder Füllung mit wenig Wasser über dem Bottich I durchgespült wird. Die gefüllten Siebeimer werden auf die Bühne der Sortiermaschine gestellt

und in angemessenen Zwischenräumen in dieselbe entleert, wobei die Maschine unter mässiger Verwendung der Wasserspülung in Rotation gesetzt wird. Der letzte schlammige Rest in Bottich I wird mit Wasser in einen Eimer gespült und in den Bottich IV gegeben.

3. Das aus der Sortiermaschine in die untergestellten Bottiche gelangende Material ist ebenfalls mit Wasser durchzuspülen und der Abfluss wiederum in den Bottich IV zu schütten, welcher nunmehr das gesamte *schlammige Material* enthält.

4. Der Inhalt der Bottiche II, III und V wird gesondert in flache, mit Siebboden versehene Trockenkästen gegeben und nachdem er vollkommen lufttrocken geworden ist, ausgewogen. Alsdann wird der Rückstand auf seine Korngrösse, Form und mineralogische Zusammensetzung untersucht.

5. Der Inhalt des Bottichs IV bleibt behufs vollkommenen Absetzens 24 Stunden stehen. Demnächst wird das klare Wasser abgehebert und der Rückstand in einem flachen Blechkasten auf dem Sandbade getrocknet und ausgewogen. Alsdann erfolgt seine Separation im *Schöne'schen Schlämmapparat*. Letzterer wird mit destilliertem Wasser beschickt und der aufsteigende Wasserstrom so reguliert, dass das Abschlämmungsprodukt im Maximum eine Korngrösse von ca. 0,1 mm enthält, was unter dem Mikroskop mit Mikrometerokular zu kontrollieren ist.

Auf diese Weise wird eine Separation des Materials der Strassendecken in folgende Korngrössen bewirkt :

Bottich II enthält das Material von c. 30 mm und darüber;

„ III „ „ „ c. 10-29 mm;

„ V „ „ „ c. 2,5-9 mm;

„ IV „ das schlammige Material und solches bis zu c. 2,4 mm Korndurchmesser.

Der im Schöne'schen Schlämmapparat behandelte Inhalt aus Bottich IV liefert als Rückstand die Korngrössen 2,4 bis 0,2 mm, während das Abschlämmungsprodukt die Korngrösse 0,1 und darunter besitzt.

Der grobe Rückstand wird alsdann auf dem Wasserbade getrocknet, mittels kleiner Schüttelsiebe in die Korngrössen 2,5-1,5, 1,4-0,5, 0,4-0,1 mm zerteilt und unter dem Mikroskop auf seine mineralogische Beschaffenheit geprüft. Ebenso gelangt das feine Abschlämmungsprodukt zur mikroskopischen Untersuchung. Dann wird er in eine 8-Form gestrichen, mit dem

Nadelapparat auf seinen successiven Erhärungsgrad, und nachdem es vollkommen lufttrocken geworden ist, mit dem Zerreißungsapparat auf seine Bindungsfestigkeit geprüft (siehe Absatz *d*).

Diese Separation der Kleinschlagdecken gewährt nicht nur die Möglichkeit, die einzelnen Zerkleinerungsprodukte einer eingehenden Untersuchung auf ihre morphologischen, physikalischen, 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 Gesteinsmaterialies.

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. 1-3 schematisch dargestellt (1). Ein fester und zäher Kleinschlag (Fig. 1) liefert 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 aneinandergedrückt werden. Das scharfkantige Zerkleinerungsmaterial bewirkt eine feste und gegen Druck widerstandsfähige Verkeilung, während spröde Gesteine ein sandförmiges Material liefern, das

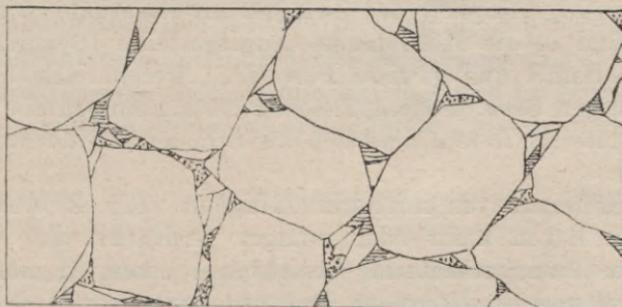


FIG. 1. Guter Kleinschlag nach dem Einwalzen.

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

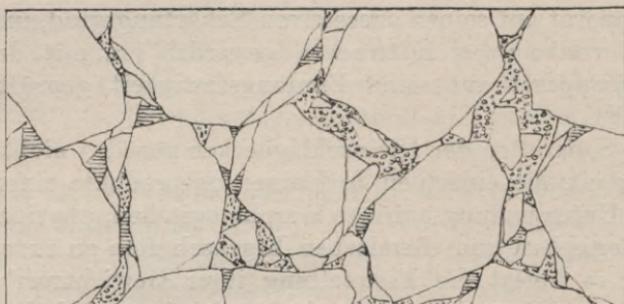


FIG. 2. Mittelmässiger Kleinschlag n. d. Einw.

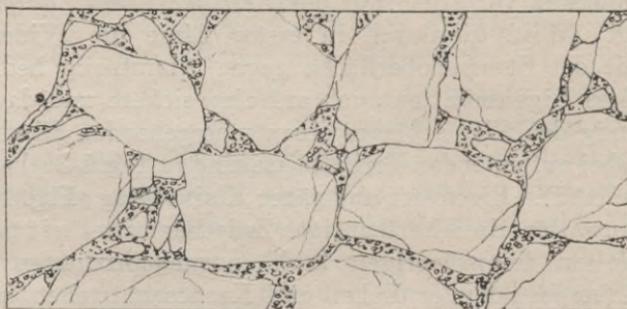


FIG. 3. Schlechter Kleinschlag n. d. Einw.

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- Augitgesteine (Syenit, Diorit, Diabas, Basalt und gewisse Porphyre), welche namentlich in feinkörnigen bezw. dichten, frischen Abänderungen ein äusserst zähes Material liefern, das sich als Strassenschotter vorzüglich bewährt.

Bei Gesteinen von mittlerer Zähigkeit (Fig. 2) werden die scharfen Ecken mehr oder weniger zerdrückt, das reichlich gebildete Zwischenmaterial besteht aus einem Gemenge von grösseren und sandförmigen Gesteinspartikeln und der Stein- schlag 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 vorwaltend pulverförmigem Zerkleinerungsmaterial — wobei die gröberen Stücke zum Teil ihre ebenflächige Beschaffenheit und damit ihre Verkeilungsfähigkeit einbüßen (Fig. 3) — sondern es werden die grösseren Steine auch eine namhafte Zerklüftung erleiden, wodurch 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 Gesteines 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.

b. Untersuchung des groben Steinschlages aus Bottich II.
Dieselbe erstreckt sich auf folgende Verhältnisse :

1. Grösse und Form der Steinstücke, mit Rücksicht auf ihre Veränderung durch Pressung und Verkeilung beim Einwalzen;
2. Druckfestigkeit;
3. Spaltfestigkeit und Stossfestigkeit als Mass des Zähigkeitsgrades;
4. Abnutzungshärte;
5. Wasseraufsaugungsfähigkeit und Raumbgewicht;
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 oder durch den Fuhrwerksverkehr eine Veränderung erfahren haben. Separiert man durch Ausschüen die mehr oder weniger veränderten Steinstücke nach einer aufzustellenden Skala in etwa 4 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 zur Herstellung von Würfeln (3-5 cm Kantenlänge) für die Versuche 2-4 verwendet.

Zu 2). Die Druckfestigkeit des Materials wird in der üblichen Weise an Würfeln von 3-5 cm Kantenlänge, welche aus geeigneten Stücken des Kleinschlages geschliffen werden, ausgeführt. Steht vollkommen identisches frisches Bruchmaterial zur Verfügung, so kann auch dieses für die Untersuchung verwendet werden. Die Identität des Bruchmaterials mit dem der Strassendecke ist durch die mikroskopische Untersuchung an Dünnschliffen festzustellen (1).

Zu 3). Die Spaltfestigkeit ist unter Verwendung eines Fallapparates zu bestimmen. 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 cm, dient als Wertziffer der Spaltfestigkeit.

Für die Prüfung der Stossfestigkeit wird derselbe Apparat wie zu 3) verwendet, doch hier ist der Meissel am Fallgewicht durch eine stählerne Halbkugel von 3 cm Durchmesser ersetzt. Der Versuch wird wiederum bis zur Zerstörung des Probewürfels fortgesetzt, letzterer jedoch auf einer eisernen quadratischen Platte von 5 cm Kantenlänge befestigt, auf einem mit eingerütteltem, gesiebttem Sande gefüllten Kasten gebettet und fest eingedrückt.

Auch hier wird die Art der Zerstörung festgestellt und die Stossfestigkeit in mkg, reduziert auf 1 cm des Probekörpers als Prüfungsergebnis angegeben.

Zu 4). Die Feststellung der Abnutzungshärte geschieht in bekannter Weise auf einer Schleifmaschine an Würfeln von 3-5 cm Kantenlänge.

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

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 Gesteins. Bekanntlich dehnt sich das Wasser beim Gefrieren um etwa $1/10$ seines Volumens aus. Denkt man sich ein Gestein soweit mit Wasser gesättigt, dass dasselbe die Gesteinsporen gleichmässig auf $9/10$ ihres Rauminhaltes erfüllt, so wird in solchen Falle eine das Gestein schädigende Frostwirkung niemals eintreten können, selbst wenn die Gesteinsfestigkeit noch so gering ist; denn das Wasser findet beim Gefrieren gerade noch genügenden Raum, um sich frei ausdehnen zu können, ohne dass hierbei ein namhafter Druck auf die Porenwandungen ausgeübt wird. Erst wenn die Wasserfüllung der Poren mehr als $9/10$ ihres Volumens beträgt, fehlt es dem sich bildenden Eis an dem erforderlichen Raum und es schafft sich denselben durch Zerspaltung des Gesteins.

Hieraus ergibt sich folgender Satz, dessen Richtigkeit an zahlreichen Beispielen experimentell erwiesen worden ist: *Gesteine deren Poren nahezu mit Wasser gefüllt sind, zerfriren in allen Fällen, selbst wenn ihre Festigkeit noch so bedeutend ist, während unvollkommen gesättigte Gesteine auch bei sehr geringer Festigkeit der Frostwirkung widerstehen.* Eklatante Beispiele für den letztgedachten Fall liefern die Mehrzahl der vulkanischen Tuffe, welche trotz starker Porosität und sehr geringer Festigkeit sich als durchaus frostbeständig erweisen.

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 at. mit Wasser gesättigt. Die hierbei absorbierte Wassermenge sei W_c . Dann gibt der Quotient $\frac{W}{W_c}$ an, der wievielte

Volumenteil der Poren durch Kapillarwirkung von Wasser erfüllt wird. Diesen Wert (S) nennen wir den Sättigungskoeffizienten des Gesteins.

Ist derselbe höher als 0,9, so wird das Gestein unter allen Umständen frostunbeständig sein; ist dagegen S beträchtlich niedriger als 0,9, so erscheint eine zerstörende Frostwirkung ausgeschlossen.

Da im allgemeinen aber nicht alle Poren vollkommen gleichmässig von Wasser erfüllt werden, so bedarf der Koeffizient noch einer empirisch zu bestimmenden Korrektur, und es ist durch Versuche, die sich auf ca. 1 200 verschiedens Gesteinsvorkommen erstreckten, festgestellt worden, dass der kritische Wert des Sättigungskoeffizienten im allgemeinen mit 0,8 zu normieren ist. Für besondere Strukturverhältnisse, wie sie bei deutlich geschichteten Gesteinen vorkommen, ist noch eine weitere Korrektur erforderlich, die aber nur selten in Betracht kommen wird, da geschichtete Gesteine als Schottermaterial in der Regel nicht zur Verwendung gelangen.

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 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 quarzitisch, 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 30-tägiger Wasserlagerung (K_w). Der Erweichungskoeffizient 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 accessorische Bestandteile.

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

Es mag hier angeführt 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 ist bzw. an Augit und Hornblende, desto widerstandsfähiger erweist sich das Gestein gegen Witterungseinflüsse. Nur Gesteine mit kataklastischer oder sogenannter mikrolitischer 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.

c. Untersuchung des Separationsmaterials aus Bottich III. u. V. Der Inhalt des Bottichs III, Siebgrösse 10-29 mm, wird nach dem Trocknen mittels Schüttelsiebe von 11, 15, 20 und 25 mm Lochweite in 5 Korngrössen zerteilt; desgleichen der Inhalt des Bottichs V, Siebgrösse 2,5-9 mm, durch Schüttelsiebe von 2,6, 5 und 7,5 Lochdurchmesser in 4 Korngrössen.

Alsdann 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, soweit dies nach äusseren Kennzeichen möglich ist (1).

(1) Die Probesendungen von Strassendecken zu denen ein Bindemittel (Steinsplitt, Steingrus, etc.) verwendet worden ist, enthalten auch gesonderte Proben der 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 Beschaffenheit des Bindemittels wird es abhängen, in wie weit 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.

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

d. Untersuchung des Separationsmaterials aus Bottich IV. Wie bereits erwähnt, wird der Inhalt aus Bottich IV, welcher neben dem schlammigen Material solches bis zu 2,4 mm Korngrösse enthält, im Schöne'schen Apparat abgeschlämmt und der Rückstand mittels Schüttelsiebes in 4 Korngrössen von 2,5-0,1 mm zerteilt.

Nach dem Austrocknen werden auch diese Gruppen einzeln ausgewogen und auf Gewichtsprocente der gesamten Deckenprobe berechnet. Die Untersuchung des Schlämmrückstandes geschieht in gleicher Weise wie im Absatz *a* angegeben wurde. Das Abschlammungsprodukt wird zunächst mikroskopisch auf seine mineralogische und morphologische Beschaffenheit geprüft und alsdann in eine 8-Form gestrichen. Mittels des Nadelapparates wird in Zwischenräumen von je 10 Stunden der Erhärungsgrad des Materials festgestellt. Sobald dasselbe vollkommen lufttrocken geworden ist, wird es in einem kleinen Zerreißungsapparat auf seine Zugfestigkeit geprüft, um auch auf diese Weise einen weiteren Anhalt für die Bindungsfestigkeit des Materials zu gewinnen.

Soweit es für die Feststellung der gebildeten Verwitterungsprodukte erforderlich erscheint, soll endlich das Abschlammungsmaterial auch auf seine *chemische Zusammensetzung* geprüft werden.

3. Vergleichsversuche.

In allen Fällen, in denen frisches Bruchmaterial zur Verfügung steht, welches mit dem der untersuchten Strassendecke identisch ist (mikroskopische Identitätsbestimmung), sollen Vergleichsversuche in folgender Weise ausgeführt werden.

Eine 50 t Presse 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. Der Boden des Kastens und eine Seitenwand sind mittels Flanschschrauben befestigt und nach Lockerung derselben abnehmbar.

In den Druckkasten wird eine 3 cm hohe Sandlage gegeben, darauf der trockene Steinschlag geschüttet und lose eingerüttelt.

sodass er auf 9 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, 2,5, 1,5 mm Lochdurchmesser separiert. Das feinste Material ist hierauf im Schöne'schen 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 denen 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 Kleinschlages innerhalb desselben noch vorhanden sind, wird aus einer mit Volumenskala versehenen Flasche, destilliertes Wasser in dem Presskasten geleitet, bis der Kleinschlag nichts mehr aufnimmt. Der Ueberschuss ist abzuhebern und in die Flasche zurückzugeben. Alsdann wird der Kasten entleert und gewogen, der Kleinschlag lufttrocken gemacht, ausgewogen und sein Gewicht nach mehrstündigen 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.

4. Schlussbemerkung.

Durch die vorstehenden Untersuchungen werden sowohl die für den Strassenbau in Betracht kommenden Eigenschaften der Gesteine festgestellt (Abschnitt 2 *b*), als auch ihre mechanischen und substanciellen Veränderungen innerhalb älterer Strassendecken bestimmt (Abschnitt 2 *c, d*). Die Vergleichung dieser 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 feststellen lassen.

Alsdann wird es weiteren vergleichenden Untersuchungen vorbehalten bleiben müssen, zu bestimmen, welchen Einfluss die Anwendung *besonderer* Bindemittel, wie Asphalt, Trass, etc., auf die Erhaltungsdauer der aus verschiedenem Material bestehenden Kleinschlagdecken auszuüben vermag, bzw. welches Bindemittel für die einzelnen Gesteinsarten als zweckmässig zu erachten ist.

Ueber das Ergebnis der ausgeführten Arbeiten soll in der Halbjahrsschrift "*Bautechnische Gesteinsuntersuchungen, Mitteilungen aus dem mineralogisch-geologischen Institut der Technischen Hochschule Berlin*", Verlag von Gebr. Bornträger, fortlaufend berichtet werden.

Zum Schluss mag auch die Frage kurz erörtert werden, in wieweit die Untersuchung an sogenannten *Versuchsstrecken*, diejenigen an alten Strassendecken zu ersetzen vermag. Der 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 Gesteinsvarietäten führen können.

Zu den vorliegenden Arbeiten sind bisher Proben von 38 älteren Gesteinsdecken verschiedenen Materiales 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 wohl zu erreichen sind.

Immerhin werden die beabsichtigten Untersuchungen durch die in gleicher Weise auszuführenden Prüfungen an Versuchsstrecken eine sehr wünschenswerte Ergänzung erfahren.

(Mineralogisch-geologisches Institut der Technischen Hochschule, Berlin, im Oktober 1912.)



№ 100

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-353524

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000317633