



Geologische Bundesanstalt
BIBLIOTHEK

P.S. 1212, 8°

7

rsuchungen der Lehrkanzel für
er Lehrkanzel für Festigkeitslehre
Technischen Hochschule in Graz

Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks

Die Ergußgesteine und vulkanischen Tuffe



R.S. 12.12.80

Gesteinstechnische Untersuchungen der Lehrkanzel für
Technische Geologie und der Lehrkanzel für Festigkeitslehre
und Werkstoffprüfung der Technischen Hochschule in Graz

Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks

Die Ergußgesteine und vulkanischen Tuffe

Mit 1 Tafel

7. Heft



Prof. Dr. A. Hauser
Baurat a. D.

und

Dipl. Ing. Dr. techn. H. Urregg

Geol.B.-A. Wien



0 000001 257984

A) Ergußgesteine.

Allgemeine Bemerkungen.

Die Ergußgesteine bilden zusammen mit den Tiefengesteinen (wie Granit, Syenit usw.) die Gruppe der Erstarrungsgesteine. Während die Tiefengesteine aus erstarrtem Magma innerhalb der Erdkruste entstehen, bilden sich die Ergußgesteine oberflächennah oder auf der Erdoberfläche aus der Lava — dem ausfließenden Magma — in ähnlicher Weise wie die Schlacken der Schmelzöfen.

Vulkanische Ergüsse fanden auf steirischem Boden zu verschiedener Zeit statt. Dementsprechend finden sich ältere und jüngere Ergußgesteine, deren Besprechung in der altersmäßigen Reihung erfolgt.

Die Bedingungen, unter denen die Erstarrung vor sich ging, sind im Ergußgestein mehr oder weniger ausgeprägt in dessen Struktur abgebildet. Die Struktur ist dicht oder porphyrisch. Im ersten Fall liegen nur kryptokristalline (kleinste) Aggregate in Form der sogenannten Grundmasse vor. Mit freiem Auge sind keine eigengestaltigen Individuen erkennbar. Die unter rascher Abkühlung vor sich gehende Erstarrung hemmt die Sprossung und das Wachstum von Kristallen. Bei ungewöhnlich rascher Abkühlung (Unterkühlung) ist das Produkt der Erstarrung überhaupt nur (amorphes) Gesteinsglas. Bei der porphyrischen Struktur liegen in der Grundmasse mehr oder minder wohl umgrenzte Einsprenglinge als Produkte der intertellurischen Erstarrungsperiode (der einsetzenden Erstarrung in der Tiefe). Die schmelzflüssige Lava fördert sie an die Oberfläche.

Die Ergußgesteine (Effusiva) können im Gefolge späterer Einflüsse eine Umwandlung (Metamorphose) erfahren haben. Äußerlich drückt sich diese Umprägung augenfälligst in der Entwicklung schiefrigen Gefüges aus. Die Gesteinskunde rechnet solche Gesteine zur Gruppe der metamorphen Gesteine (kristallinen Schiefer). Vielfach sind in einem umgeprägten Ergußgesteinskomplex jedoch Partien unveränderten Gesteins oder Formen erhalten, die in der Umbildung stecken geblieben sind und in ihrem Bild dem Ursprungsgestein näher stehen wie dem metamorphen. Die Grenze zwischen ursprünglichem und umgeprägtem Ergußgestein ist demnach keine scharfe. Im bestimmten Fall kann daher die Entscheidung zu treffen sein, ob ein Gesteinskomplex noch der Ergußfazies oder bereits dem metamorphen Stadium zuzurechnen ist.

Nachdruck verboten.

Herausgeber: Lehrkanzel für Technische Geologie
der Technischen Hochschule Graz, Rechbauerstraße 12

Druck: Buchdruckerei Julius Schönwetter, Hartberg.

I. Ältere Ergußgesteine.

1. Quarzkeratophyre.

Quarzkeratophyre und deren Abkömmlinge treten in der steirischen Grauwackenzone in teilweise recht mächtigen Zügen auf. Andere steirische Vorkommen sind unbedeutend und nur gesteinskundlich interessant, wie z. B. die Vorkommen am Mandlkogel—Kitzeck im Sausal und am Kulmariegl—Wechselgebiet.

In der Grauwackenzone sind von Osten nach Westen folgende Hauptvorkommen: Von Neuberg im Mürztal zieht ein durchschnittlich 2 km breiter Zug bis Turnau. Ein ansehnliches Vorkommen liegt zwischen Aschbach und Gollrad. Im Becken von Aflenz setzt ein Zug ein, der am Nordrand desselben durchstreichend bis Oberdorf im Lammingtal und nach Westen über Vordernberg—Präbichl bis nach Eisenerz reicht. Quarzkeratophyr, bzw. sein Umprägungsprodukt — Porphyroid — bildet ferner den Höhenkamm von Zeyritzkampl über das Blasseneck (danach auch Blasseneckserie) zur Treffneralm.

An verschiedenen Stellen queren diese Vorkommen in verkehrsmäßig günstiger Lage Täler. Soweit an solchen Stellen die Gesteine massigen Charakter besitzen, kann die Voraussetzung zur Gewinnung von gesteintechnisch befriedigendem Material bestehen. Die Vorkommen sind diesbezüglich nicht entsprechend untersucht. Nur im Gebiet von Eisenerz sind bisher Quarzkeratophyre in nennenswertem Umfang abgebaut worden.

Nach der Struktur gibt es Formen:

1. mit porphyrischer Struktur:

in der Grundmasse sind Einsprenglinge deutlich erkennbar. Als Einsprengling tritt vor allem Quarz (in der Größe bis 5 mm), ferner Biotit und Feldspat (und zwar meistens Plagioklas der Albit—Oligoklasreihe und nur untergeordnet Kalifeldspat) auf. Die Grundmasse ist fast stets mehr oder minder verändert und zeigt in der Regel ein Gewebe aus Serizit und Quarz. Die Gesteine sind licht, hellgrau oder schwach grünlich. In den merkbar grün getönten Formen tritt der Chlorit als färbender Bestandteil hervor,

2. mit dichter Struktur.

Einsprenglinge fehlen. Die Grundmasse weist ebenfalls oft mehr oder minder weitgehende Kennzeichen einer Umwandlung auf.

In der Bautechnik sind die Quarzkeratophyre und Porphyroide dem allgemeineren Kreis so gut wie unbekannt. Einerseits ist dafür die vielfach verkehrsunünstige Lage und andererseits der recht verschiedene Erhaltungszustand dieser Gesteine die Ursache. Massige Typen sind geschieferten nicht selten benachbart, wenn sie nicht überhaupt in einem Vorkommen wechsellagern. Solange die besondere, gesteintechnische Auf-

nahme fehlt, wäre jedoch ein abschließendes Urteil über den bautechnischen Wert der steirischen Quarzkeratophyre verfrüht. Die Aufnahme müßte sich vor allem um den Bestand an massigen und geschieferten Formen und deren jeweiligen Anteil an den einzelnen Vorkommen kümmern.

An Brüchen sind bekannt:

Aflenz (Obersteiermark).

Ein verlassener Bruch ist in der Nähe der alten Sprungschanze im Bürgergraben. Die Front mißt um 10×15 m. Der Abraum ist gering. Die Klüftung ermöglicht nur die Gewinnung von Baustein kleineren Formats. Das von bis 5 cm starken Quarzadern durchzogene Gestein ist grünlich und führt mittelkörnige Einsprenglinge. Das Material wurde in Aflenz beim Bau von Kirche, Pfarrhof und Karner verwendet.

Edling bei Trofaiach.

An der Straße ist im Wald bei P. 660 (Hessenberg) ein Bruch (etwa 10×6 m). Der Abraum besteht aus lehmig durchsetztem Schotter von ungefähr 1,5 bis 2 m Mächtigkeit. Die basalen Lagen des lichten Quarzkeratophyres haben massigen Charakter und zeigen plattige Entwicklung. Hangend herrschen zermürbte, verschieferte Partien. Das Material wurde bisher nur örtlich für die Straßenerhaltung verwendet. Für eine allgemeine Verwertung ist wohl der Anteil an gutem Gestein zu gering.

Ein weiterer Bruch liegt westlich am gegenüberliegenden Hang etwa 20 m über der Straße. Die Verschieferung des Porphyroides ist nicht nur ausgedehnter, sondern auch stärker. Der Abbau ist bereits seit längerer Zeit verlassen.

Eisenerz.

- a) Im Krumpental befindet sich oberhalb der Röstbahn etwa 100 m vor dem Schichtturmtunnel der Zapfenbruch. Die Front mißt um 30×20 m und ist gegen 5 m tief. Sie ist teilweise verwachsen. Das Gestein hat massigen Charakter. In der grünen Grundmasse stecken neben kleineren, schwarzen Biotitblättchen lichte Quarz- und Feldspateinsprenglinge (um 3 mm groß). Das Material wird vor allem vom Bergbau verwendet. Man gewinnt Bruchstein für die Betriebsanlagen und Häusersockel, sowie Schotter für die Gleisbettung.
- b) Eine um 20 m lange und 30 m hohe Front mit einer Tiefe von 5 m befindet sich an der Bundesstraße bei km 26,1, d. i. ungefähr an der Stelle des Steigungsbegins der Präbichlstraße. Der Bruch ist teilweise verwachsen. Das grüne, massige Gestein diente vor allem zur Gewinnung von Straßenbaustoff.
- c) Beim Bau der Präbichlstraße (1939/40) wurde am Polsterhang und im Gollgraben an verschiedenen Stellen Quarzkeratophyr be-

ziehungsweise Porphyroid angeschnitten. Diesen Anschnitten ist u. a. das Material für die in der Tafel ausgewiesene technologische Prüfung entnommen. Umfangreichere Versuche wurden auch hinsichtlich der Eignung des Porphyroides als Betonzuschlagstoff durchgeführt. Das Korn hat günstige, gedrungene Form, ist rau und bei guter Haftfestigkeit schwach saugend. Besonders günstige Ergebnisse wurden bei Ersatz des Feinkorns (0—1 mm) durch granulいたe Hochofenschlacke oder Natursand erzielt. Der unter Zusatz von Hochofenschlacke hergestellte Beton wurde z. B. bei den Brückenwiderlagern, Futter- und Stützmauern der vorgesehenen neuen Präbichlstraße verwendet.

Über die in der Tafel angegebenen Werte hinaus wurden noch ermittelt:

- a) Bruch an der neuen Straße ungefähr 2 km westlich der Paßhöhe Präbichl.
Raumgewicht: 2,69—2,70—2,71—2,72.
Wasseraufnahme: 0,15—0,16—0,19—0,26 Gew.%.
Druckfestigkeit (lufttrocken): 1200—1280—1340—1460—1500 kg/cm².
Abnutzung: 4,16—4,3—4,37 cm³.
- b) Bruch im Gsollgraben (von der Straßenkreuzung ungefähr 2 km entfernt).
Raumgewicht: 2,73—2,75—2,76.
Wasseraufnahme: 0,16—0,17—0,19—0,22—0,23 Gew.%.
Druckfestigkeit (lufttrocken): 1720—1840—1950—2120—2580—2690 kg/cm².
Abnutzung: 4,49—5,8—6,44 cm³.

Das Prüfmaterial steht leider nicht mehr zur Verfügung. Es ist zu vermuten, daß bei der ersten Probe (Bruch a) eine metamorphe Form (Porphyroid) vorlag. Die technologischen Werte der zweiten Probe (Bruch b) sind den Richtwerten der Norm gegenübergestellt als recht gut zu bezeichnen. Das Material scheint hinsichtlich seiner gesteintechnischen Eigenschaften im großen und ganzen den steirischen Basalten nahezu gleichwertig. Gegenüber den Basalten ist der Quarzkeratophyr wesentlich dichter und daher die Wasseraufnahmefähigkeit ungleich geringer. Durch den Quarzgehalt erklärt sich die größere Härte (geringere Abnutzung) des Quarzkeratophyrs. Der Schotter von Basalt und Quarzkeratophyr zeigt bei der Widerstandsprüfung gegen Druck und Schlag mehr oder minder gleiches Verhalten.

Dem günstigen technologischen Wert des Quarzkeratophyrs steht der geringe Umfang seiner bisherigen Verwendung gegenüber. Sicherlich darf man aus einer Prüfung keine weitgehenden Schlüsse ziehen, doch

die eine Prüfung rechtfertigt, daß man sich mit der Frage der Verwendbarkeit der steirischen Quarzkeratophyre näher beschäftigen sollte. Die Untersuchung gehörte auf die Spalt- und Gewinnungsmöglichkeit großer Blöcke für Werksteine ausgedehnt. Die Quarzkeratophyre zeigen das heute gefragte, etwas lebhaftere Muster. Es wäre auch anzunehmen, daß die Politurbeständigkeit des Materiales eine günstigere ist. Die Bearbeitbarkeit entspricht halbwegs jener des Granits.

2. Diabase.

Als Diabase bezeichnet man Ergußgesteine, die sich bei Eruptionen basaltischen Magmas in geologisch älterer Zeit gebildet haben. Gewisse gemeinsame Züge im Charakter von Diabas und Basalt sind daher verständlich. Das höhere Alter des Diabases erklärt, daß dieser gegenüber dem jungen Basalt im Laufe der geologischen Geschichte viel häufiger von tektonischen Ereignissen oder anderen gesteinsumwandelnden Vorgängen betroffen worden ist. Textur und Mineralbestand können dabei eine mehr oder minder weitgehende Veränderung erfahren haben. Gesteinstechnisch ist vor allem die verbreitete Entwicklung schiefrigen Gefüges bemerkenswert. Umgewandelte diabasische Gesteine, deren Abstammung vom Diabas noch unschwer erkennbar ist, werden üblicherweise Metadiabase genannt. Fortgeschrittene Umwandlung verwischt in immer stärkerem Maße die diabasischen Züge. Es liegen dann diabasische Grünschiefer oder Norizite vor. Die Grenze zwischen unverändertem und verändertem Gestein ist durch Übergänge unscharf. Die ungleiche Wirksamkeit der umprägenden Vorgänge innerhalb eines Schichtkomplexes, wie andere Umstände sind die Ursache, daß in ein und demselben Vorkommen nicht selten neben nahezu unverletztem Diabas mehr oder minder umgeprägte Arten vorliegen. Für die Deutung der Abstammung der letzteren Formen ist deren Vergesellschaftung mit den ersteren von Bedeutung. Dennoch steht man nicht selten vor der Verlegenheit, ob man ein Vorkommen dem Diabas oder bereits der Gruppe der metamorphen Gesteine zuzählen soll. Nachfolgend wird im allgemeinen der Vorgang eingehalten, daß Brüche dessen Gestein eindeutig die Abkunft vom Diabas erkennen läßt, zu diesem gestellt und die übrigen im Rahmen der (metamorphen) kristallinen Schiefer besprochen werden.

Die veränderten Gesteinsformen sind äußerlich im allgemeinen durch verstärkten, grünen Farbton charakterisiert, weshalb die Umwandlung auch Vergrünung und das Produkt Grüngestein genannt wird. In gleicher Weise wie bei den Quarzkeratophyren können auch bei den Diabasen einsprenglingführende und einsprenglingfreie Formen unterschieden werden.

Diabase und diabasische Gesteine sind in der Steiermark an vielen Orten, z. T. in recht ansehnlicher Ausdehnung vorhanden. So u. a. Platte

bei Graz, Plesch bei Reip, Hochlantschgebiet, Teichalpe, Trötsch, Semriach-Passail, Sausal, im Gebiet Leutschach—Arnfels, im Raume Neumarkt—Murau—Turrach, in der Grauwackenzone und im Bereich der Werfener Schichten. Der weiten Verbreitung steht eine geringe Zahl von fast durchwegs bedeutungslosen Brüchen gegenüber. Als wesentlicher Nachteil macht sich in den Vorkommen von diabasischem Gestein der vielfach abschnittsweise recht verschiedene Erhaltungszustand bemerkbar. Neben massigem, im allgemeinen als gut zu bewertendem Material trifft man schiefrige bis dünnblättrige Partien, die auch bescheidensten Ansprüchen kaum zu genügen vermögen. Zufolge der stark wechselnden gesteintechnischen Beschaffenheit in ein und demselben Vorkommen ist ein allgemeines Urteil über die Verwendbarkeit der steirischen diabasischen Gesteine nicht möglich. Die Verhältnisse sind vielmehr so, daß jedes Vorkommen der besonderen Untersuchung bedarf. Einen orientierenden Hinweis gibt bei der Bewertung eines Vorkommens u. a. gelegentlich bereits die Mächtigkeit des Abraumes. Große Stärke desselben ist im allgemeinen ein Anzeichen für keinen zu guten gesteintechnischen Wert des in dem betreffenden Vorkommen anstehenden Diabases oder diabasischen Gesteines, wenn der Abraum aus der Verwitterung derselben hervorgegangen ist. Frische unveränderte Diabase sind ein in der Steinindustrie ob der Zähigkeit geschätzter Straßenbaustoff. Gut reißende Diabase sind als Pflasterstein beliebt. Ansprechend grüne Farbe gibt Großblöcke die Eignung als Werkstein.

Leutschach—Arnfels.

Die Gesteine diabasischer Natur haben Winkler und Angel beschrieben. Ein gegenwärtig in Betrieb stehender Bruch befindet sich in der Gemeinde Schloßberg. Die Front mißt um 25×15 m. Der Abraum einschließlich der Zersetzungszone beträgt um 4 m. Das Hauptgestein des Bruches ist ein grünes bis dunkelgrünlichblaues, diabasisches Gestein mit nicht allzu auffällig in Erscheinung tretender Gefügeentwicklung. Es ist daher nicht überraschend, daß das feinkörnige Gestein (ein diabasischer Grünschiefer) lagerhafte Spaltbarkeit aufweist. Mit dem freien Auge sind in dem Gestein keine Einzelgemengteile erkennbar. Auch im mikroskopischen Bild erreicht die Korngröße von Feldspat, Epidot, Chlorit und Biotit nur Zehntelmillimeter. Mit diesem Gestein wechsellagern diabasische Gesteine mit wohl ausgeprägter Schieferung, dünnblättrige Phyllite und unregelmäßig verteilte Linsen von Dolomit. Der gesteintechnische Wert der letzteren Gesteine ist im großen und ganzen ein so geringer, daß sie als unvorteilhafte Belastung des Abbaues angesehen werden müssen. Aus den halbwegs massigen Partien gewinnt man in erster Linie Bruchstein und Schotter. Von dieser Sorte stammen die in der Tafel ausgewiesenen Werte der technologischen Prüfung. U. a. ist Diabas beim Kriegerdenkmal in Arnfels verwendet.

Unterhaag bei Arnfels.

Ein Bruch liegt etwa 3 km südwärts von Unterhaag (Kohlberg). Der Bruch ist angeblich zufolge der Verräumung gegenwärtig kaum erkennbar. Das in der Tafel ausgewiesene Gestein ist in dem Prüfprotokoll als geschieferter und rissiger Grünschiefer vermerkt. Mit dieser Beschreibung steht die teilweise hohe Wasseraufnahme und der beträchtliche Unterschied der Druckfestigkeit parallel und senkrecht dem Gefüge im Einklang.

Leibnitz.

a) Ein verlassener Bruch liegt etwa 2,5 km nordwestlich Leibnitz am Osthang des Wiesberges (Kote 377). Bremsberg und Aufbereitungsanlage sind in Resten erkennbar.

Die Front mißt um 30×15 m. Der Abraum ist 5 m mächtig. Die Hauptgesteine des Bruches sind ein grünlichgrauer bis grünlicher, dichter bis feinkörniger Diabas massigen Charakters und diabasischer Grünschiefer. Im mikroskopischen Bild zeigt der Diabas ein verschränktes Gebälk aus Plagioklasleisten, in dessen Maschen Epidot angehäuft ist. Als weiterer Hauptgemengteil sind größere Chloritschuppen vorhanden. Unregelmäßig verteilt enthält das Gestein Erz (u. a. Magnetkies). Die Wasseraufnahmefähigkeit wurde mit 0,3—0,5 Gew. % bestimmt. Die Klüftung ist abschnittsweise engständig. Die Klüfte heilt Quarz und Kalkspat. Die Güte des Gesteins ist stärkstens vom Grad der Schieferung wie der Engständigkeit der Zerlegung abhängig. Die diabasischen Gesteine werden von violetter und gelblichem Phyllit überlagert, der zu blättriger Verwitterung neigt. Man hat seinerzeit beiderseits der Bruchwand den Phyllit und Abraum gestürzt bis sich dieser auf der Bruchsohle zusammenwachsend immer höher türmte. Aus der Größe der Halde ist zu entnehmen, daß der Anfall an minderwertigem Material und Abraum beträchtlich gewesen sein muß. Sicherlich war die wachsende Verräumung des Bruches die wesentlichste Ursache für dessen Aufgabe. In der Umgebung des Bruches weist das Gelände Schürfspuren auf, die man wohl bei der Erkundung besserer Verhältnisse angelegt hat. Da der Diabas wesentlich tiefer als die Bruchsohle reicht, ist man verwundert, daß kein tieferer Ansatz für den Abbau gewählt worden ist. Es ist jedoch nicht bekannt, ob in dieser Richtung angestellte Untersuchungen nicht die Unzweckmäßigkeit einer solchen Maßnahme erwiesen haben.

b) Am Hang über der Weinbauschule Silberberg liegt ein kleiner Bruch. Es steht diabasischer Grünschiefer an, der mit Phyllit wechsellagert. Da der Phyllit einen wesentlichen Anteil ausmacht, ist

der Anfall an besserem Gestein verhältnismäßig gering. Das Material wird ausschließlich nur örtlich und zwar vor allem bei den Trockenmauern verwendet, die bei der Terrassierung der Weinärten angelegt werden.

Die genannten Brüche liegen im Bergland des Sausals. In diesem treten noch an anderen Orten Grüngesteine auf, deren Besprechung im Rahmen der kristallinen Schiefer erfolgen wird.

Graz und Umgebung.

Die Hauptverbreitung der diabasischen Gesteine liegt im Gebiet der Platte. Unbedeutende Steinentnahme erfolgte ferner noch am Rainerkogel und Kalvarienberg. Man hat durchwegs Bruchstein und Platten gewonnen. Die diabasischen Gesteine zeigen im großen und ganzen fast stets ausgeprägte Schieferung, die eine andere als die genannte Verwendung auch in der Vergangenheit praktisch ausschloß. Aus diesem Grund sieht man zum Beispiel, daß der außerhalb von Maria-Trost gelegene Bruch im Schöckelkalk aufgegeben worden ist, als die Überlagerung durch den diabasischen Grünschiefer zu mächtig wurde. Seinerzeit dürfte das Grüngestein auch im Stadtgebiet von Graz dort und da verbaut worden sein. Es ist jedoch anzunehmen, daß das Material bereits weitestgehend ersetzt worden ist. Nur durch Zufall kann man es noch sehen, wie z. B. nach der Mitteilung von Herrn Steinmetz Franz im groben Pflaster des Kreuzganges im Franziskanerkloster in Graz. In bescheidenem Umfang sind diabasische Grünschiefer bei den älteren Gebäuden auf den Hängen der Platte in den Grundmauern verbaut.

- a) Ein größerer Bruch ist noch an der Straße St. Johann — Maria-Trost kenntlich. Die Front von etwa 20×12 m ist seit längerer Zeit verbaut. Der Abraum mißt z. T. über einen Meter.
- b) Ein kleinerer, verwachsener Bruch (etwa 3×2 m) ist am Weg St. Johann — Platte. Das Gestein ist stark zerbrochen und verschiefert. Der Abraum ist gering.
- c) Ein kleiner Bruch ist ferner am Weg Maria-Trost — Platte. Der Abraum der um 4×2 m messenden Front ist gering. Der Bruch ist stark verwachsen.
- d) Oberhalb der Straßenbahnhaltestelle Steinbruchmauth in Andritz ist eine völlig verwachsene Front.

Fladnitz bei Passail.

- a) Westlich Fladnitz baut man am Osthang des Leisenberges diabasischen Grünschiefer ab. Die um 20×30 m messende Front des halbkreisförmigen Bruches ist von Scherflächen durchzogen, die einen Belag von Roteisenstein aufweisen. Der Abraum mißt abschnittsweise über 1 m. Die Front zeigt starken Wechsel zwischen Partien stärkerer und schwächerer Verschieferung. Letzteres Ma-

terial ist mehr oder minder noch plattig entwickelt. Es liefert lagige Bruchsteine (etwa $2 \times 4 \times 4$ dm). Man verwendet diese für Grund- und Stützmauern. Die stark verschieferten Anteile zeigen geringe Wetterfestigkeit.

- b) Südwestlich Fladnitz ist am Südhang des Leisenberges ein Bruch (10×5 m). Das Material zeigt gleichfalls sehr wechselnde Verschieferung. Im großen und ganzen fällt nur kleinstückiges Gut an. Der Abraum mißt um $\frac{1}{2}$ m. Der Bruch ist stark verwachsen.
- c) Ein stark verwachsener Bruch ist beim Wastlbauer südlich Fladnitz. Es steht diabasischer Grünschiefer an. Der Abraum der um 10×8 Meter messenden Front ist gering.
- d) Der Bruch beim Zotler südlich Fladnitz ist teilweise verwachsen, bzw. durch den nachgebrochenen Abraum verhüllt. Die Front mißt um 10×5 m. Der Abraum hat eine Mächtigkeit von 0,3 m.
- e) Ein Bruch besteht ferner nördlich Eichmühl südlich Fladnitz. Es steht diabasisches Gestein an, das kleinstückig zerbrochen ist und im wesentlichen nur Schotter liefert. Der Abraum, der um 20×8 m messenden Front ist gering.

Passail.

In der Ortschaft steht in einem Bruch diabasisches Gestein an. Die Front mißt 10×20 m. Der Abraum ist über 1 m mächtig. Das Gestein ist stark zerbrochen. Die Bruchsohle ist verräumt und die Abbauwand verwachsen.

Teichalm.

Beim Bau der Russenstraße (St. Erhard — Teichalm) wurden diabasische Gesteine angeschnitten und in kleinen Fronten für den Straßenbau entnommen.

Laßnitz bei Murau.

Der Bruch liegt unmittelbar an der Bezirksstraße zwischen Weihhof und Stampfersäge. Die Front mißt 30×15 m. Der Abraum ist um 1 m mächtig. Von der Zersetzung ist der diabasische Grünschiefer jedoch tiefgreifend betroffen. Das schmutzigrüne Gestein zeigt aus Chlorit und Biotit bestehende Maschen, die ein feinkörniges Gewebe umschließen, das in der Hauptsache aus Feldspat besteht. Einzelne Feldspate erreichen bis etwa 1 mm Größe. Das stark verschieferte Gestein wechsellagert mit Phyllit, dem Quarzknuern eingeschaltet sind. Abgesehen von der Schieferung zeigt der diabasische Grünschiefer überdies noch Neigung zur Feinfältelung. Der Bruch lieferte das Schottergut für die Bezirksstraße. Die Abbauwand ist gegenwärtig mit minderwertigem Material bis zu $\frac{3}{4}$ -Höhe verräumt. Die Wasseraufnahme des diabasischen Grünschiefers schwankt zwischen 1,6 und 2 Gewichtsprozenten.

Erweichungs- und Schmelztemperaturen

Gestein	Raumgewicht	Erweichungsbeginn (in Klammer bei Druck)	Schmelzbeginn
Quarzkeratophyr (Zapfenbruch Eisenerz)	2,56—2,61		1160 Gr. C
Diabas. Grünschiefer (Schloßberg bei Leutschach)	2,74—2,75	bei 1160 Gr. C erfolgt Erweichung, die unmittel- bar in stürmische Schmelzung übergeht	
Diabas (Wiesberg b. Leibnitz)	2,74—2,75	1140 Gr. C (1100 Gr. C)	1180 Gr. C
Diabas. Grünschiefer (Laßnitz b. Murau)	2,76	1100 Gr. C (1030—1050 Gr. C)	1100—1120 Gr. C

II. Jüngere Ergußgesteine.

Altersmäßig und stofflich lassen sich in Steiermark zwei Gruppen auseinanderhalten und zwar:

1. die Liparit-Trachyt-Trachyandesit- und
2. die Basaltreihe.

1. Die Liparit-Trachyt-Trachyandesitreihe.

Das fast ausschließliche Verbreitungsgebiet dieser Gesteine ist das Vulkangebiet von Gleichenberg, dessen Ausdehnung Winkler in O—W mit 4 und in N—S mit 2,5 km angibt.

a) Der Liparit (Quarztrachyt-Rhyolith).

Der Liparit bildet bei Bayrisch-Kölldorf, nö. Gleichenberg, einen kleineren Stock (nach Schoklitsch ca. 500×200 m), der durch den Schaufelgraben zerschnitten ist. Der Liparit ist in einem größeren Bruch (um 40×20 m) aufgeschlossen. Die Bruchsohle hat eine Tiefe von etwa 10 m. Die Hauptmasse des Gesteines ist lichtgrau, die Struktur porphyrisch. Als Einsprenglinge (Größe bis etwa 1 cm) treten in verhältnismäßig großer Zahl Quarz, Sanidin, Plagioklas und Biotit, letzterer in schwarzen Blättchen bis zu 2 mm auf. Die Verteilung der Einsprenglinge ist unregelmäßig. In manchen Partien ist nur der Quarz als Einsprengling vorhanden, in anderen tritt dieser neben Feldspat und Biotit auf. Die lückig-schwammige Grundmasse macht einen wenig festen Eindruck. Sie besteht aus Quarz, Sanidin, Oligoklas, Biotit, Apatit, Zirkon und Sphärolithen mit radial gebüscheltem Aufbau von $\frac{1}{4}$ bis 1 mm Größe. Als jüngere Bildung ist in den Klüften Eisenkies verbreitet, der in kristallographisch gut ausgebildeten Individuen (bis etwa 4 mm Größe) und in

fingerdicken Krusten auftritt. Von den Klüften greift die Eisenkiesimprägation und die mit der Zersetzung des Eisenkieses in Zusammenhang stehende Verrostung bis zu einigen cm Stärke in den Liparit. Außer mit Pyritkrusten und sekundären Eisensulfaten sind die Klüfte auch mit Lehm gefüllt. In dunkleren Liparittypen liegt diffuse oder feinäderrige Durchsetzung mit Eisenkies vor. Der Liparit ist in mehr oder minder horizontalen Bänken abgesondert. Die Klüftung ist im allgemeinen weitständig. Es können daher unschwer über m^3 große Blöcke gewonnen werden. Grobsandiges Haldenmaterial weist auf mindere Wetterfestigkeit einzelner Liparitpartien. Im Liparit fallen rundliche bis elliptische Einschlüsse von Nuß- bis Kopfgröße aus meist stark zersetztem Gestein auf. Viele Einschlüsse sind auch ausgewittert, so daß die Bruchwand löcherig zerfressen aussieht. Winkler sieht die Brocken als mitgenommene Bruchstücke eines liegenden Tuffes an. Vielleicht könnte es sich auch um intertellurische Inhomogenitäten des Magmas oder um sekundär veränderte glasige Partien handeln. Neben Plagioklas führen die Knollen nicht selten bis cm große Sanidinkristalle. Die Einschlüsse zeigen eine recht geringe Wetterfestigkeit.

Der Bruch hat rein abbaumäßig verhältnismäßig günstige Bedingungen. Der Abraum ist gering. Gegenwärtig gewinnt man fallweise in kleinerem Umfang Bausteine. Für örtliche Zwecke wird gelegentlich auch Schottermaterial entnommen, das aber nur sehr bescheidenen Ansprüchen gerecht zu werden vermag. Als Betonzuschlag stört vor allem die poröse Beschaffenheit.

1901 hat Hanisch den Bruch beschrieben und er führt an: Ein grobkörniges, nicht polierbares Gestein, von dem Quader bis zu $2 m^3$ und Platten bis zu $3 m^2$ gewonnen werden. Erstere werden als Bausteine und Mühlsteine verwendet. U. a. ist der Liparit bei der Murbrücke in Szerdahely in Ungarn und bei Hochbauten in der Umgebung von Gleichenberg verwendet worden. Hanisch bezeichnet den Liparit als wetterbeständig.

In dem niederen Raumgewicht (Tafel!) und der hohen Wasseraufnahme kommt der lückige Charakter des Gesteines zum Ausdruck. Auf die Lückigkeit geht auch die geringe Druckfestigkeit zurück. Die Frostempfindlichkeit des Liparites ist gering, doch brechen die Einsprenglinge aus der schwammig-porösen Grundmasse verhältnismäßig leicht aus. Darauf ist die hohe Abnutzung zurückzuführen. Keinesfalls darf man eine einigermaßen befriedigende Bewährung bei den pyritführenden Formen als gesichert annehmen.

Die technologischen Werte des Liparites liegen wesentlich unter den für derartige Gesteine geltenden Richtzahlen.

Grabeneinwärts ist eine weitere, stark verwachsene Front.

b) Der Trachyt und Trachyandesit.

Winkler hat die Verbreitung der Gesteinsarten in dem geologischen Kartenblatt Gleichenberg zur Darstellung gebracht. Der gesteintechnische Wert der verschiedenen Formen ist im großen und ganzen nicht befriedigend. Von einer Reihe einst bestandener Brüche ist auch nur einer (Klausen) noch ständig in Betrieb. Doch auch dessen Material erfreut sich keiner zu großen Wertschätzung. Es kommt dazu, daß sich der Wettbewerb der nahen, ungleich besseren Basalte bemerkbar macht. Sigmund hat folgende Gesteinssorten auseinandergehalten:

- a) Trachyte (Sanidin tritt als Einsprengling und in der Grundmasse auf).
- b) Trachytoide Andesite (Sanidin nur als Einsprengling).
- c) Andesitoide (Sanidin ist nur in der Grundmasse).
- d) Andesite (ohne Sanidingehalt).

Marchet bemängelt diese Gliederung, da nach seinen Studien Sanidin in allen Formen entweder als Einsprengling oder in der Grundmasse enthalten ist. Er unterscheidet:

- a) Trachyt mit reichlich Sanidineinsprenglingen und
- b) Trachyandesit mit zurücktretenden oder fehlenden Sanidineinsprenglingen, doch ist der Sanidin noch in der Grundmasse vorhanden. Marchet weist darauf hin, daß sich die beiden Formen im Chemismus so nahe stehen, daß auf Grund desselben allein eine Auseinanderhaltung der beiden nicht möglich ist. Über die zeitliche Bildungsfolge und Verbreitung der genannten Gesteine schreibt Winkler: „Zuerst wurde Andesitgestein (Trachyandesit) gefördert, dann folgten Brockentufferuptionen mit fortwährendem Lavafluß, die von mächtigen Explosionen begleitet waren. Schließlich trat anscheinend erst der Quarztrachyt (Liparit) auf. Die ersteren Gesteine sind im nördlichen Teil des Gleichenberger Vulkangebietes verbreitet, während sie gegen Süden von trachytischen Gesteinen überdeckt sind, die auch den Gipfel aufbauen.“

Von den zahlreichen, in der Hauptsache kleinen und seit langem stillgelegten Brüchen seien nur angeführt:

Eichgraben bei Gleichenberg.

Im Eichgraben ist neben dem Weg ein kleiner Bruch (etwa 6×5 m). Der Abraum beträgt um 0,5 m. Der Trachyandesit ist gebankt. Der Bruch ist verwachsen. Er scheint jedoch noch in der letzten Zeit die Packlage für den Wegbau im Eichgraben geliefert zu haben.

Klausen bei Gleichenberg.

In dem an der Straße liegenden Bruch ist eine ansehnliche Abbau-

front (etwa um 120×80 m) entwickelt. Es ist rötlicher bis rotbrauner und grünlichgrauer, bankiger Trachyandesit aufgeschlossen. Winkler schreibt über den Bruch: „Über bis 10 m aufgeschlossenem, rotem Andesit folgt eine 6—7 m mächtige Lage, die im unteren Teil aus grünem Andesitoid besteht, nach oben aber wieder in ein rötliches Gestein übergeht. Darüber legt sich eine 3—4 m mächtige, aus groben, z. T. porösen Brocken bestehende Tufflage (Brockentuff) mit bis kopfgroßen Einschlüssen, über welche schönplattige, graue Andesitoidlagen folgen. Darüber ist schließlich in kleineren Felsköpfen über dem Bruch eine Kappe von Trachyt (mit großen Sanidineinsprenglingen).“

Neben wohlausgebildeter porphyrischer Struktur (rötliche Grundmasse mit lichten Einsprenglingen) hat der rötliche Trachyandesit wiederholt auch breschigen Charakter. In der rötlichen Grundmasse liegen eckige bis rundliche, bruchstückartige Einschlüsse mit einem von der Grundmasse verschiedenen rötlichen oder grünlichen Ton. Z. T. liegt der Trachyandesit in porenreichen bis bimssteinartigen Formen vor. Bei der Prüfung schwankte dementsprechend auch die Wasseraufnahmefähigkeit zwischen 6 und 9,4 Gew.%. Das Gestein bricht hackig. Im Dünnschliff sieht man, daß es sich bei den einsprenglingsartigen Einschlüssen um fleckige Durchsetzung mit Eisenhydroxyd handelt. In den geprüften Proben zeigte die Grundmasse einen wesentlichen Bestand an Glas, der wohl mit die Ursache für das spröde Verhalten des Gesteines ist.

Im grünlichgrauen Trachyandesit fallen ebenfalls öfters braune, einsprenglingsartige Flecken auf, neben denen die kleinen Einsprenglinge (Feldspate von wenig mehr als mm Größe) zurücktreten. Bei den braunen Flecken handelt es sich nach dem mikroskopischen Bild ebenfalls um die Durchsetzung mit Eisenhydroxyd, die örtlich tiefgreifend ist und u. a. auch längs Sprüngen in den Feldspateinsprenglingen vordringt und anderseits mit der Zersetzung des Biotites in Zusammenhang steht. In den geprüften Stücken zeigte die Grundmasse einen wesentlichen Anteil an Glas, Zufolge der Feinporigkeit ist das Wasseraufnahmevermögen gering. Es wurde 1,1—1,6 Gew.% ermittelt.

Die von Winkler genannten Brockentuffe sind schließlich hinsichtlich der technologischen Eigenschaften noch ungünstiger als die vorgenannten Formen zu beurteilen.

Für die technologische Prüfung wurden von dem rötlichen und grünlichen Trachyandesit Proben entnommen. Die Herstellung von sauberen Würfeln war schwierig, da sich das Material beim Schnitt ungemein spröde verhält. Dasselbe Verhalten zeigte das Gestein bei der Schlagprüfung. Bereits beim dritten Schlag war der rote Trachyandesit kleinstückig zerfallen. Auch die übrigen technologischen Werte des roten und grünen Trachyandesites liegen bis auf die einer Probe unter denen, die in der Norm für dieses Gestein aufscheinen.

In der Umgebung von Gleichenberg und auf den nach Süden und nach Norden führenden Straßen erkennt man die Verwendung des Trachyandesites an der rötlichen oder grünlichen Decke. Als Vorteil des Gesteines heben einzelne Praktiker die gute „Bindung“ des Materiales hervor. Man darf jedoch nicht übersehen, daß diese Bindung in erster Linie auf den raschen, teilweise bis zur Zermahlung gehenden Zerfall des Gesteins zurückgeht. Eine saubere Trennung von besserem und minderem Gestein ist betriebstechnisch kaum durchführbar. Winkler schrieb seinerzeit bereits über das Material: „Das Gestein ist durch postvulkanische Vorgänge beeinflusst. Die Druckfestigkeit ist eine sehr mäßige. Der Abbau kann aber mit bedeutender Wandhöhe ohne bedeutenden Abraum vor sich gehen. Die Wetterbeständigkeit des Schotters soll eine ungünstige sein.“

In der Klause sind im Trachyandesit noch eine Reihe weiterer verlassener Brüche, wie u. a. bei der Stahlquelle und bei der Säge am Südausgang.

Ähnlich wie der Trachyandesit zeigt auch der Trachyt gesteintechnisch eine recht wechselnde Beschaffenheit. Eine Probe vom Gleichenberger Kogel zeigte ein Wasseraufnahmevermögen zwischen 3,1 und 3,6 Gew.%, doch gibt es wesentlich lückigere Formen.

Im Anhang ist der Vollständigkeit halber noch das Andesitvorkommen in Retznei bei Ehrenhausen zu nennen. Im Südteil des Bruches des Zementwerkes tritt Andesit ungefähr 1 m mächtig, lagergangartig auf. Der Andesit ist reich an Einsprenglingen (Andesin und Biotit). Die Grundmasse ist lückig-blasig. Sie ist so verwitterungsanfällig, daß man im derzeitigen Aufschluß kaum ein festes Stück entnehmen kann. Das Gestein erweckt den Eindruck eines Sonnenbrenners.

Erweichungs- und Schmelztemperaturen.

Gestein	Raumgewicht	Erweichungsbeginn (in Klammer bei Druck)	Schmelzbeginn
Liparit (Schaufelgr.)	2,17—2,21	1160 Gr. C	1260 Gr. C
Trachyt (Gleichenberger Kogel)	2,2	1200—1220 Gr. C (1150—1170 Gr. C)	1200—1220 Gr. C
Roter Trachyandesit	1,9	1200—1220 Gr. C (1160 Gr. C)	1220 Gr. C
Grüner Trachyandesit (Klausenbruch)	2,31—2,5	1130—1160 Gr. C (1040—1120 Gr. C)	1150—1180 Gr. C
Andesit (Retznei)	2,1	—	1160 Gr. C

2. Die Basaltreihe.

Allgemeine Bemerkungen.

Nach Winkler sind im Gleichenberger Gebiet allein ungefähr 30 Eruptionsstellen, an denen basaltische Lava oder Tuff gefördert worden sind. Nach der Verteilung und Beschaffenheit der Durchbrüche unterscheidet Winkler ein zentrales Gebiet, das vorwiegend aus basaltischem Schmelzfluß aufgebaut ist und zwei peripher dazu gelegene Bogen von überwiegend Tuffvorkommen.

Zur zentralen Region rechnet der hauynführende Nephelinit der Basaltdecke des Hochstraden, (die größte Eruptivmasse des Gebietes) und das Eruptivgebiet von Klöch.

Zu den peripheren Basaltdurchbrüchen werden der Basalt von Stein, der Nephelinbasalt vom Steinberg bei Feldbach und der Feldspatbasalt von Weitendorf gerechnet.

Als wesentliche Unterschiede zwischen den beiden Basaltvorkommen nennt Winkler:

- Das zentrale Gebiet ist durch eine mächtige Aufschüttung vulkanischer Massen, die peripheren durch Neckbildungen (Stiele) gekennzeichnet.
- In den peripheren Vorkommen treten Tuffe in den Vordergrund.
- In den zentralen Vorkommen ist nephelinführender Basalt und in den peripheren vor allem Feldspatbasalt vorhanden.

Hinsichtlich der Nutzung der Basaltvorkommen schreibt Winkler: „Die Basalte der Oststeiermark sind wohl der wirtschaftlich bedeutungsvollste Gesteinsrohstoff dieses Bereiches. Die Erschließung der Lager, insbesondere der ausgedehnten am Stradnerkogel, ist bisher nur eine sehr unvollkommene.“

Außer dem Basaltwerk in Klöch bestehen innerhalb des zentralen Basaltvorkommens nur kleine, bäuerliche Steinbrüche, die gelegentlich bei lokalem Bedarf aufgesucht werden. In den peripheren Vorkommen sind die großen Basaltwerke von Steinberg bei Feldbach und Weitendorf bei Wildon.

Nach der mineralogischen Zusammensetzung spricht man in der Gesteinskunde von:

- Plagioklas-(Feldspat-)basalt, wenn im Basalt Feldspat, jedoch kein Nephelin, bzw. Leuzit vorhanden ist,
- Nephelin-, bzw. Leuzitbasalt, wenn Nephelin, bzw. Leuzit vorliegt und kein Feldspat vertreten ist und
- Nephelin-, bzw. Leuzitbasanit, wenn der Basalt Feldspat und Feldspatvertreter, wie Nephelin oder Leuzit enthält.

Gesteintechnisch gebraucht man für die verschiedenen Sorten allerdings leider von mancher Seite recht willkürlich die Bezeichnungen:

- a) Hartbasalt bei einer Druckfestigkeit von mindestens 1800 kg/cm² (in der Hauptsache für Pflaster, Bord- und Bausteine, sowie Kleinschlag und Splitt).
- b) Weich- oder Zähbasalt bei einer Druckfestigkeit von etwa 1000—1800 kg/cm² (in der Hauptsache für Bau- und Werkstein, Gewände, Gesimse, Grabsteine und Schottergut zweiter Güte),
- c) Porenbasalt (Schlackenbasalt) bei einer Druckfestigkeit unter 1000 kg/cm² (der bislang meist als Abraum behandelt worden ist).

Hinsichtlich der Verwendung des Basaltes ist noch auf die in der letzten Zeit in Gang gekommene Herstellung der Basaltwolle (als Isolationsmaterial) hinzuweisen. Ferner darauf, daß die Verwertbarkeit der grob- und feinporigen, als Abraum behandelten Schlackenbasalte zur Erzeugung von Leichtbausteinen kaum noch eine Beachtung gefunden hat, wiewohl man die Poren-, bzw. Schaumlava zu den besten Leichtbeton-Zuschlagstoffen rechnet. Bei Raumgewichten von etwa 0,75—1,5 kg/dm³ kennt man noch Eigendruckfestigkeiten von ungefähr 80 bis 200 und mehr kg/cm². Die Nagelbarkeit ist allerdings besonders bei den festeren Formen nicht immer mehr gegeben. Da die Schwindmaße gering sind, wird der Poren- und Schaumbasalt auch zur Schüttung monolithischer Wände herangezogen.

Die Unterschiede zwischen dem Hart- und Weichbasalt gehen in erster Linie auf die Art der Erstarrung und nicht auf eine verschiedene chemische Zusammensetzung zurück. Beide Arten können daher in demselben Lavaström entstehen und demnach eng vergesellschaftet vorkommen, wie es auch tatsächlich bei verschiedenen steirischen Basaltvorkommen, u. a. Klöch, Steinberg, der Fall ist.

Bei regelmäßigerem Aufbau eines Basaltvorkommens sieht man, daß dessen oberster Teil häufig von Schlacken, d. s. blasenreichen Formen, gebildet wird. Nach der Tiefe nimmt die Porengröße und -zahl ab. Es ist dies der Bereich des Weichbasaltes. Noch tiefer folgt meist der in Säulen abgesonderte Hartbasalt dunklerer Farbe mit muscheligen Bruch und hellem Klang und schließlich die dicken Lavapfeiler, die beim Abbau besonders gesucht sind (die „Stämme“). Das Liegende wird meist von harter, schwer zu bearbeitender, massiger, ungegliederter Lava gebildet. Da den Durchbrüchen der Basaltlava vielfach Tufferuptionen vorangehen oder solche diese unterbrechen, so trifft man an der Basis oder in Wechsellagerung mit dem Basalt nicht selten Tuff oder Einschaltungen von Weichbasalt im Hartbasalt.

Die Porosität hat wesentlichen Einfluß auf die Güte des Basaltes. Die porenreichen, groblückigen Formen zeigen neben minderer (meist unter 1000 kg/cm² liegender) Druckfestigkeit hohe Wasseraufnahme. Mit der Dichte des Gefüges steigen die technologischen Werte. Weitere Unterschiede zeigen die Basalte in der Absonderung und zwar liegt plattige,

bankige, säulige, massig ungegliederte und untergeordnet kugelige Ausbildung vor. Säulig ausgebildete Partien sind in der Regel technologisch günstiges Material. Daß dies jedoch nicht immer der Fall ist, zeigen Säulen von Graupenbasalt (Weichbasalt). Bernhard bezeichnet in der Studie „Der Basalt als Straßenbaustoff“ den aus den Bänken gewonnenen Basalt-schotter als Kernware mit frischen Bruchflächen, während der Säulenbasalt neben Kernschotter auch Randware liefert. Er bemerkt, daß bei bergfrischen und rauhen Schotteroberflächen die Affinität für Asphalt und Teer in weit günstigerem Maße als bei Randware vorhanden ist. Die Säulen sind gelegentlich bereits durch Keilen zu gewinnen. Aus gut reißenden Säulen erzeugt man gelegentlich Groß- und Kleinpflaster. Ob der geringeren Glätte wird das Kleinpflaster vorgezogen. U. a. ist Basaltkleinpflaster aus dem Bruch Stein in der Bahnhofstraße in Fürstenfeld verlegt. Die angerissenen, uneben höckerigen Flächen befriedigen jedoch nicht.

Beim Basalt ist besonders auf Sorten mit Zerfallneigung, die sogenannten „Sonnenbrenner“ zu achten, die den Wert eines Bruches ganz wesentlich herabzusetzen vermögen. Nach kürzerem oder längerem Liegen zerfällt der Sonnenbrenner zu einem sandigen Haufwerk. Der Zerfall kann für einen Stein in verhältnismäßig kurzer Zeit (einigen Wochen oder wenigen Monaten) vor sich gehen. Im bergfrischen Zustand ist dem Basalt vielfach die Sonnenbrennernatur nicht anzukennen.

In den meisten steirischen Basaltvorkommen tritt Sonnenbrenner auf. Lediglich im Bruch Weitendorf kennt man den Sonnenbrenner überhaupt nicht. Das Auftreten des Sonnenbrenners in einem Bruch ist überdies noch durch große Unregelmäßigkeit gekennzeichnet. Einen recht brauchbaren Hinweis auf das Vorhandensein von Sonnenbrennerpartien gibt in einem Bruch nicht selten der sandig-grusige Verwitterungsschutt, der sich unterhalb eines derartigen Abschnittes auf der Bruchsohle ansammelt.

Von Seite der Praxis werden als grobe Kennzeichen eines Sonnenbrenners angesehen: Auch im frischen Zustand ist ein unebener, höckeriger Bruch vorhanden. Beim Zerschlagen zerfällt das Gestein bröckelig oder uneben schalig. Es fehlt die helle, gleichmäßige, von einem frischen Kern scharf abgesetzte Verwitterungsrinde.

Vor dem einsetzenden Zerfall kann man an einem Sonnenbrenner im ersten Stadium die Bildung von an Helligkeit zunehmenden Flecken beobachten, die aus dem dunkleren Basaltgewebe sich deutlich herausheben. Meist ist es so, daß entweder verstreute größere oder zahlreiche kleinere Flecken vorhanden sind, deren Größe zwischen 1 und 6 mm schwankt. Die weißgrauen Flecken sind kugelige Gebilde, die verschwimmend in das unveränderte Basaltgewebe übergehen. Die kugelige Gestalt unterscheidet die Flecken von lichten Einsprenglingen, wie sie z. B. im Nephelinbasalt auftreten. In der nächsten Phase erscheinen im Gestein Haarrisse, die schließlich zu dessen Zerfall führen.

Eine Reihe von Arbeiten ist bereits über die mineralogische Natur der Flecken und über die Ursache für deren Entstehen geschrieben worden. Die erste Arbeit erschien bereits vor 160 Jahren. Seit langem beschäftigt man sich auch mit den Anzeichen, die es ermöglichen sollen, bereits im bergfrischen Gestein die Sonnenbrennernatur zu erkennen. Senft sieht im Nephelin-, Leppla im Nephelin-, bzw. Glasgehalt und Stini in derber Nephelinfülle die Ursache für den Sonnenbrand. Nach Holler ist die Erscheinung auf basische Basalte beschränkt und tritt in Feldspatbasalten so gut wie nie auf. Im übrigen vermutet Holler ebenfalls Nephelin und Glas als Ursache des Sonnenbrandes und vertritt die Ansicht, daß der Sonnenbrennercharakter bereits im frischen Basalt an schlierigen Ansammlungen hellfarbiger Grundmasse im mikroskopischen Bild erkennbar sei. Als anderes Hilfsmittel für die Feststellung von Sonnenbrennereigenschaft gibt Holler die Entwässerungskurve an. Den Zerfall des Sonnenbrenners führt er auf die bei der Entglasung entstehenden Spannungen zurück. Auch Steuerer kommt bei seinen Untersuchungen zur Ansicht, daß Basalte mit mehr als 46 % Kieselsäure keinen Sonnenbrand erleiden, während dieser bei Basalten mit weniger Kieselsäure recht häufig ist. Die Ursache für den graupeligen Zerfall sieht auch er in reicherem Glas- oder Nephelingeht. Nach Steuerer entzieht die Erwärmung dem Basalt Wasser, wodurch in den glasigen Partien Spannungen erzeugt werden, die Zerfallrisse hervorrufen.

Ob der Bedeutung des Sonnenbrennerproblems hat man sich seit langem bemüht, neben den optischen Methoden auch chemische Verfahren zur Feststellung von Sonnenbrennercharakter heranzuziehen. So wird vorgeschlagen, daß man Gesteinssplitter zuerst 10 Minuten in hochgradiger Salzsäure und dann in 5prozentiger Sodalösung kochen soll. Bei Bestehen von Sonnenbrennerneigung treten allerdings nicht immer verlässlich helle Flecken und weiße Striche auf. Ferner wird die Mischung von Basaltmehl zu gleichen Teilen mit Zinkstaub unter Zusatz von Salzsäure empfohlen. Ist Sonnenbrennercharakter vorhanden, so soll sich die Lösung je nach dem Grad desselben violett färben. Versetzt man die geseigte Lösung mit Ammoniak, dann geben die hellen Lösungen guter Basalte weißen und jene von Sonnenbrennern einen grünen Niederschlag.

In neuerer Zeit sind zwei umfangreiche Arbeiten von Pukall und Drescher-Kaden in der Zeitschrift für angewandte Mineralogie 1938, 1940 und 1941 über das Sonnenbrennerproblem erschienen.

In der Abhandlung Pukalls ist ein ausführliches Verzeichnis der vielen, bisher über den Sonnenbrand erschienenen Arbeiten aufgenommen. Über die Schwierigkeiten bei der Deutung des Problems schreibt Pukall: „Der Sonnenbrand bietet der Erklärung deshalb so viele Schwierigkeiten, weil er jeweils ohne erkennbare äußere Ursache in den verschiedensten Formen auftritt, die oft für den Einzelfall eine Aufklärung zulassen ohne

bis jetzt eine Verallgemeinerung zu gestatten. Die scheinbare „Erkrankung“ ist nämlich nicht nur auf eine Basaltart oder Gruppe beschränkt, auch nicht auf bestimmte, festlegbare Zonen innerhalb eines Basaltvorkommens. Selbst ihre Form ist nicht sicher begrenzt. Wir kennen Nester und Schlieren, selbst Gänge, in denen der Sonnenbrand vorkommt. In manchen Fällen umhüllt der „Brand“ — basalt einen gesunden Kern, in anderen kann der Kern, „das Herz“, erkrankt sein usw. Die Bildung der Flecken selbst kann sehr rasch eintreten oder sie braucht einen Zeitraum bis zu mehreren Jahren.“

Pukall faßt die Kennzeichen des Sonnenbrenners folgend zusammen:

Der erste Verdacht zeigt sich im Steinbruch, wenn die Säulen „kleben“, d. h. die Säulen eng aneinander liegen, plump und merkwürdig gewunden sind. Das zweite Kennzeichen ist ein rauher hackiger Bruch.

Tannhäuser gibt als Merkmale an:

1. rauhen, hackigen Bruch,
2. bei mehrmaligem Erhitzen eintretender Zerfall,
3. beim Kochen mit Ammoniumkarbonat, Soda, Essig- oder Salzsäure auftretende Flecken,
4. Risse und Flecken auf der angeschliffenen Fläche.

Drescher-Kaden kommt bei seiner Untersuchung auf die Ansicht zurück, daß die Fleckensubstanz und die Umgebung derselben verschiedener Art sind. Alle Sonnenbrenner führen Analcim, der in den Flecken entweder als einheitliches Mineral oder als feinverteilte Zwischenklemmungsmasse oder im Grundgewebe als feine Durchäderung vorhanden sein kann. Für die Bestandfähigkeit eines Gesteins ist die Menge und Verteilung des Analcims maßgeblich. Die Analcimführung in fleckenhafter Konzentrierung zeigt vorhandenen Sonnenbrand an. Für den mechanischen Zerfall ist entscheidend, daß sich zwischen den Analcimflecken Nephelin in mehr oder weniger enger Verknüpfung mit diesen findet. Bei höherer Temperatur wird Nephelin gebildet, bei Temperaturniedrigung erfolgt die Umbildung zu Analcim. (Volumsvermehrung 5,49 %). Bei der Abkühlung einer wasserreichen Basaltschmelze hat sich zunehmend Analcim gebildet. Bei schneller Abkühlung bleiben zufolge Zeitmangel, sowie ungleichmäßiger Wasserverteilung Gebiete übrig, die auf Grund der Temperatur — Druckbedingungen hätten zu Analcim umgebildet werden sollen, aber Nephelin geblieben sind. An solchen Stellen wird sich besonders bei enger Verwachsung der beiden Komponenten Spannung einstellen, die später zur Ribildung und zum Zerfall des Gesteines führt.

Als praktisches Hilfsmittel zur Beurteilung der technischen Verwertbarkeit eines sonnenbrandverdächtigen Basaltes wird aus der Größe der Flecken, ihrer Verteilung im Gestein sowie dem durchschnittlichen Abstand von Flecken zu Flecken die „technische Spannungszahl“ des Ge-

steines bestimmt. Die Spannungszahl ist nach Drescher das Verhältnis der Entfernung der Flecken zur Fleckengröße. Je größer dieser Zahlenwert, desto widerstandsfähiger ist das Gestein. Bei den leicht zerfallenden Sonnenbrennern liegt der Wert im allgemeinen zwischen $\frac{1}{2}$ und 2, bei den Pseudosonnenbrennern weit darüber. Da in einem Gestein weder die Fleckengröße noch die Fleckenentfernung konstant ist, muß man möglichst viele Messungen machen und den Durchschnitt errechnen.

Hinsichtlich der Verwertbarkeit von Sonnenbrennern äußert sich Nonnenstädt und schreibt, daß man sonnenbrennerhältiges Material nur als Kleinschlag verwenden kann. Nach ihm soll auch die Verwendung als Splitt in Teerstraßen möglich sein. Ferner ist er der Auffassung, daß in Zement eingebetteter Sonnenbrennerbasalt ebenso wie im Mauerwerk nicht zerfällt. Technologen wie Hummel äußern sich gegenteilig.

Die Tafel enthält das Ergebnis der technologischen Prüfung steirischer Basalte sowie die für Basalte in der Din-Norm geltenden Richtzahlen. Es ist ersichtlich, daß das Raumgewicht der steirischen Basalte bis auf jenes einer Probe von Stein durchwegs unter dem Normwert liegt. Das Wasseraufnahmevermögen ist dagegen z. T. sogar wesentlich höher. Es hängen diese Ergebnisse mit der Porosität der steirischen Basalte zusammen. Diese wirkt sich auch in der Druckfestigkeit aus. Am auffälligsten kommt diese Feststellung in der Druckfestigkeit der grobporigen Basalte (300—400 kg/cm²) zum Ausdruck, die im übrigen vielfach dieselbe Zusammensetzung wie die übrigen Basalte aufweisen. Im allgemeinen zeigt sich, daß von den Gesteinen der steirischen Basaltvorkommen nur die Säulenbasalte eindeutig die Druckfestigkeit von Hartbasalt aufweisen. In der Schlagzahl bleibt aber auch dieses Material hinter der in der Norm geforderten Höhe zurück. Desgleichen liegt die Widerstandsfähigkeit des Schotters zwar wenig, aber doch bereits unter der Untergrenze der Richtzahlen. Zum Vergleich werden die technologischen Werte guter Basaltarten Westdeutschlands angeführt. Diese haben ein Raumgewicht von 2,8—3 und eine maximale Wasseraufnahme von 1 Gew.%. Die Druckfestigkeit liegt im lufttrockenen Zustand zwischen 3000 bis 4000 kg/cm². Sie sinkt im wassersatten Zustand etwa um 20 % ab.

Am ehesten wird man annehmen dürfen, daß die geringere Güte unserer Basalte darauf zurückzuführen ist, daß unsere Basaltabbauarbeiten durchwegs in oberflächennahen Partien einstiger Lavaströme arbeiten. Trotzdem ist festzustellen, daß die guten Sorten (Hartbasalte) der steirischen Vorkommen vor allem im neuzeitlichen Straßenbau (Asphalt-, Betonbelägen) noch zu den besten Baustoffen des Landes zählen. Gegenüber den Weichbasalten ist bei einer Verwendung, die höhere Ansprüche stellt, jedoch eine gewisse Vorsicht am Platze, da sich von ihnen die Grenze zu den minderwertigen Formen verwischt.

Innerhalb gewisser Grenzen ist die Auseinanderhaltung von Hart- und

Weichbasalt schon an einfachen Kennzeichen möglich, wie nachstehende Tabelle zeigt:

	Wasseraufnahme			
	Raumgewicht	Gew. %	Farbe	Bruch
Hartbasalt	2,7—2,9	0,5—1	schwarzgrau	muscheliger
Weichbasalt	2,6—2,7	3 —4	grauschwarz	schalig
Porenbasalt	2,1—2,3	7 —9	grauschwarz	schalig oder graupelig

Erweichungs- und Schmelztemperaturen.

Gestein	Raumgewicht	Erweichungsbeginn (in Klammer unter Druck)	Schmelzbeginn
Klöch, Hartbasalt	2,94	1100—1120 Gr. C (1060—1080 Gr. C)	1100—1120 Gr. C
Weichbasalt	2,7	1020 Gr. C (1000 Gr. C)	1080—1120 Gr. C
Jörgen, Weichbasalt	2,74	1130 Gr. C (1130 Gr. C)	1150 Gr. C
Hürth, Weichbasalt	2,73	1100—1120 Gr. C (1080 Gr. C)	1120—1160 Gr. C
Steinberg, Hartbasalt	2,95	1030—1100 Gr. C (1030 Gr. C)	1070—1110 Gr. C
Weichbasalt	2,8	1000 Gr. C	1050 Gr. C
Stein, Hartbasalt	2,8	1100 Gr. C (1000—1060 Gr. C)	1120 Gr. C
Weitendorf, Hartbasalt	2,8	1210 Gr. C (1150 Gr. C)	bis 1220 Gr. C

U. a. wurde auch der Einfluß des Zusatzes von Basaltmehl zu gebranntem Kalk geprüft. Das Ergebnis war:

Normen- sand	Mischungsverhältnis in g			B (Biegezug-) und P (Prismendruckfestigkeit) in kg/cm ²			
	ungelöschter gemahlener Brannkalk	Basaltmehl	Wasser	nach 28 Tagen		nach 56 Tagen	
				B	P	B	P
1200	400		450	*	2,6—4,8	*	6,8—10,8
1200	200	200	300	5,4—5,7	18,4—26,4	3,5—6,1	21,6—27
1200	120	280	300	6,3—6,7	15,6—20	—	—

* Zufolge Löschtreiben unbedeutende Festigkeit.

a) Das Klöcher Massiv.

Die Verbreitung des Basaltes ist durch die Höhen Seindl—Finstlerberg—Zahrerberg—Kindsbergkogel gekennzeichnet. Nach Sigmund ist das Hauptgestein Nephelinbasanit, dessen Glasanteil bis $\frac{1}{4}$ der Grundmasse ausmachen kann. Zur Verbreitung der einzelnen Formen schreibt Schoklitsch: „Die festen Gesteine (blauschwarze Nephelinbasanite) sind hauptsächlich im südlichen Teil des Berglandes im Gebiet der Klöcher Klause vorhanden, während am Seindl, Zahrerberg usw. blasige Laven vorherrschen, die im Volksmund Lungenstein genannt werden und als Rohmaterial für verschiedene kleine aus ihnen geschnittene Gegenstände dienen.“

1. Seindl.

Nach Sigmund bestand im Weingarten hinter der Kirche von Klöch ein kleiner Bruch. Den anstehenden Nephelinbasanit beschreibt er als grau und feinkörnig mit einer Grundmasse aus Augit, Olivin, Magnetit, Labrador, Nephelin und Glas mit kleinen Einsprenglingen von Olivin und Augit. Schoklitsch bemerkt: „Im Gebiet des Seindl sind die Basanite meist blasig entwickelt. Die Erstarrung erfolgte sehr rasch, denn die Grundmasse ist meist sehr feinkörnig, besteht vielfach überhaupt nur aus Glas.“

2. Klause.

An der Straße liegt das Basaltwerk Stürgkh-Hrusak. Der Basalt ist in einer Front von ungefähr 100 m Länge und bis zu 45 m Höhe aufgeschlossen. Der Bruch setzt sich aus drei etagenartig zusammenhängenden Abbaustellen zusammen. Der Abraum mißt durchschnittlich zwischen 1—2 m, ist abschnittsweise jedoch wesentlich mehr. Die einzelnen Abschnitte zeigen sehr verschiedenes Gestein. In der ersten Front macht sich die Zersetzung des Gesteins nachteilig bemerkbar. In der mittleren Bruchwand steht Hartbasalt (Säulenbasalt — Nephelinbasanit) an. Die Säulen haben einen Durchmesser von durchschnittlich 1—2 dm. Der Hartbasalt ist mehr oder minder dicht, grauschwarz, muschelrig brechend und scharfkantig. Im mikroskopischen Bild sieht man in der Grundmasse Feldspat- und Nephelinleisten (von durchschnittlich $\frac{1}{2}$ mm Länge) als herrschenden Gemengteil. Sie bilden ein sperriges Gebälk, zwischen dem bis etwa 2×1 mm messende Augiteinsprenglinge liegen. Es sind verstreut größere z. T. mit Kalziumkarbonat gefüllte Poren vorhanden. Das Raumgewicht wurde mit 2,94 und das Wasseraufnahmevermögen mit 0,5 bis 1,1 Gew. % ermittelt.

Im höheren Frontabschnitt wird die säulige Ausbildung von plattiger Entwicklung abgelöst. Der schalig brechende Weichbasalt ist stumpfgrau oder gefleckt. Er hat größeren Porengehalt und zeigt im mikroskopischen Bild Glassphärolithe bis zu 4—5 mm Größe. Das Raumgewicht wurde

mit 2,68 und das Wasseraufnahmevermögen mit 3 bis 3,8 Gew. % bestimmt.

Ferner sind im Bruch noch Partien von porenreichem Schlackenbasalt mit einer Wasseraufnahme von 7,4—9,6 Gew. % sowie gesprenkelte, z. T. grünlich-rostfleckige Formen zu erwähnen. Besonders unter letzteren befinden sich Sonnenbrenner.

3. Hürth.

Im stillgelegten Röhrbruch (Front etwa 15×10 m) wurde seinerzeit Material für den örtlichen Straßenbau entnommen. Der Abraum mißt zwischen 1—2 m. Der geprüfte Weichbasalt (Tafel!) hat schmutziggraue Farbe und muscheligen bis schaligen Bruch. In der nephelinreichen Grundmasse liegen bis mm große Augiteinsprenglinge mit einem auffällig gleichmäßigen Eisenhydroxydsaum. Das Gestein weist partienweise Sonnenbrennercharakter auf.

4. Jörgen.

Beiderseits des Grabens liegen Brüche. Auf die Führung von Sonnenbrenner hat bereits Winkler hingewiesen.

Der Gemeindebruch.

Die Front von etwa 30×25 m hat Basalt und Basaltuff aufgeschlossen. Der Abraum hat sehr wechselnde Stärke (zwischen 0,5 und 2 m). Der Weichbasalt (Nephelinbasalt) ist schmutziggrau und hat graupelig-körnige Beschaffenheit. Der bis 2 mm große Olivineinsprenglinge führende Basalt ist ebenso wie der Basaltuff gebankt (Bankmächtigkeit bis etwa 1 m). Der Weichbasalt bricht splitterig und ist porenreich. Partienweise hat er Sonnenbrennercharakter.

Der Bezirksbruch.

Die um 20×20 m messende Front hat geringen Abraum. Der Weichbasalt besitzt eine graupelig-körnige Bruchfläche und zeigt teilweise plattig-schaligen Zerfall. Die über 0,5 m mächtigen Bänke sind verhältnismäßig weitklüftig, so daß über m^3 große Blöcke gewonnen werden können. Z. T. hat der Basalt Sonnenbrennernatur. Der Weichbasalt ist schmutziggrau und licht gesprenkelt. Die Grundmasse zeigt einen wesentlichen Anteil an Nephelin (Nephelinbasanit). Die bis etwa 2 mm großen Augiteinsprenglinge haben einen gleichmäßigen Saum von Eisenhydroxyd.

Sigmund gibt an, daß er in dem unterhalb der Bruchsohle gelegenen Wasserriß Säulenbasalt beobachtet hat.

5. Kindsbergkogel.

Feinkörniger Basalt bildet nach Winkler die Füllung von Spalten. Eine solche Spalte ist an der Nordseite des Kindsbergkogel im Wald über der Ortschaft Pichla bei Tieschen in einem stark verwachsenen Bruch aufgeschlossen. Die Spalte liegt in einem blasenreichen, bimssteinartigen

Schlackenbasalt, der besondere Eignung als Leichtbeton-Zuschlagstoff aufweist.

b) Das Stradnerkogelmassiv.

Vom Stradnerkogel (Hochstraden) erstreckt sich der Basalt über Rosen-, Neusetz- und Patzenberg nach Süden. An einzelnen Stellen ist er durch kleinere Brüche aufgeschlossen. Winkler schreibt über das Vorkommen: „Es ist eine mächtige, einheitliche und sehr gleichartig zusammengesetzte Lavadecke. Sie besteht im wesentlichen aus kompaktem Basalt, wobei sich in den höheren Partien, aber nur näher dem Ausbruchpunkt auf der Kuppe des Stradnerkogels schlackige, poröse Partien aus Fladenlava einschalten. Die Mächtigkeit der Basaltdecke ist im nördlichen Teil eine bedeutende (etwa 150 m). Sie nimmt in den südlichen Ausläufern rasch ab, wo sie dann am Neusetzberg nur mehr eine Dicke von 30 m erkennen läßt. Der untere Teil der Basaltmasse ist, wo ich sie aufgeschlossen fand, feinkörnig bis dicht und von großer Härte. Nach oben zeigt sich ein allmählicher Übergang in Sonnenbrennergestein.“ Schoklitsch bemerkt: „Interessant ist, daß in manchen Gebieten die Ausbildung einer schlackigen Oberflächenschicht vollständig unterblieben ist, z. B. bei Neusetz, Dirnbach, auf der Risola und auch bei der Teufelsmühle am Nordosthang des Hochstraden, wo am obersten Rand eines 15 m hohen Basaltabbruches nur festes, dichtes Gestein vorhanden ist. Typische Sonnenbrenner, wie solche vom Steinberg bei Feldbach oder vom Seindl bei Klöch gibt es hier nicht. Ansätze dazu sind vielleicht die lockeren, sich rasch zersetzenden Graupenbasalte, die z. B. bei Dirnbach und Neusetz vorkommen und sich immer über dem festen, blauen Basalt gebildet haben, der in der Tiefe ansteht und in den sie verlaufend übergehen“ und „Im ganzen genommen sind Gesteine mit holokristalliner Grundmasse und ruhiger, blasenfreier Erstarrung im östlichen und südöstlichen Teil zu finden, während im Gebiet des Gipfels und des Nordwest- und Westabfalles blasige Nephelinite ausgebildet worden sind mit teilweise glasiger Grundmasse.“

Von einzelnen Aufschlüssen wird berichtet:

1. Gemeinde Neusetz.

Sigmund nannte bereits die Brüche bei den Gehöften Brantweiner und Setzschneider, in deren Front im oberen Teil dunkel gesprenkelter Graupenbasalt mit höckerigem Bruch ansteht. Schoklitsch bemerkt: „Es steht noseanführender Nephelinit an. In den tieferen Teilen des Bruches bildet er ein festes, für Schottermaterial gut verwendbares Gestein, während das oberflächennahe als technisch wertloser, an der Luft zerfallender Graupenbasalt ausgebildet ist“ und Winkler: „An ihrem Süden befindet sich der sogenannte Brantweinerbruch (Patzenbergen westlich Tieschen), wo Sonnenbrenner auftreten. Nördlich davon liegt der Bruch

am Neusetzberg. Die unteren Partien bestehen hier zwar aus gutem Basalt, darüber liegt an die 24 m Sonnenbrandbasalt. In bescheidenem Maße wird hier Schottermaterial für die Bezirksstraße gebrochen.“

2. Über dem Dorf Gröbting.

Kleinere Steinbrüche liegen im Wald beiderseits des Kammes.

3. Am Rosenberg (Stainzerleiten) und über dem Dorf Frutten.

4. Hochstraden.

Nach Sigmund steht dichter, grauschwarzer Basalt mit verstreuten Augiteinsprenglingen bis zu $1,5 \times 0,7$ mm an. Er bricht muschelrig. Kleinere Brüche sind an dem nach Hochstraden führenden Güterweg.

5. Über dem Dorf Waltra.

Am Waldrand ist ein Aufschluß, in dem neben Hart- auch Graupen- (Weich-)basalt ansteht.

Von der ausgedehnten Basaltmasse liegt noch keine befriedigende gesteintechnische Aufnahme vor. Leider steht dieser das aufschlußarme Gelände hinderlich entgegen.

c) Steinberg bei Feldbach.

Sigmund erwähnt bereits im vorigen Jahrhundert einen größeren Bruch auf der Westseite des Berges. In ihm wurde Nephelinbasanit (Graupenbasalt) von lichtgrauer Farbe gebrochen.

Der gegenwärtige Abbau befindet sich auf der Nordseite des Berges. Das Unternehmen Schlarbaum liefert das Material vom Grobbrecher mittels Seilbahn zur Feinbrechanlage im Tal, die Bahnanschluß besitzt.

Winkler schrieb über den Bruch: „Die Säulenbasalte, welche im großen Steinbruch auf der Nordseite des Steinberges durchziehen, geben einen guten Schotterbasalt, der aber eine sehr bedeutende Überlagerung (bis über 20 m) durch minderwertige Basalte und Tuffe aufweist, die als Sonnenbrenner ausgebildet sind. Die im großen Steinbruch im Liegenden der Säulenbasalte auftretenden Basaltgesteine verwittern zwar scharfkantig, sind aber dennoch — bei längerer Einwirkung der Atmosphärien — von morscher Beschaffenheit, was von einer eigentümlichen Sonnenbrennerstruktur herrührt“ und „die technisch wertvollsten Säulenbasalte sind nur auf der Nordseite des Steinberges (Nordkuppe) aufgeschlossen. An der Ost-, West- und Südflanke der Nordkuppe treten minderwertige Basalte, meist Sonnenbrenner zutage. Die Gesteine der Mulde zwischen beiden Kuppen, die in kleineren Brüchen abgebaut werden, zeigen eine mit der Fladenstruktur zusammenhängende Absonderung, die ihre Qualität trotz gerade nicht ausgesprochener Sonnenbrennerstruktur herabsetzt.“

Eine ausführliche Beschreibung des Gesteinsbestandes des Bruches liegt von Stini vor (Verh. d. Geolog. B. A. Wien, 1923).

Die gegenwärtig um 300 m lange und 41 m hohe Bruchwand wird durch 3 Etagen gegliedert. Es stehen im gesteintechnischen Wert so verschiedene Basaltformen an, daß nur eine großmaßstäbliche Aufnahme und ausgedehnte Untersuchung die Einzelheiten erfassen könnte. An der Basis der untersten Etage ist Nephelinbasalt aufgeschlossen. Er ist plattig, hat hackig graupeligen Bruch. Bei grauschwarzer Farbe zeigt der Weichbasalt lichte Sprengelung. Beim Schlag klingt das feinporige Gestein dumpf. Nach dem Bild in dem von der Bruchsohle niedergebrachten Schacht und der Beschreibung der seinerzeitigen Aufschlüsse bei der Seilbahnstation von Stini folgt darunter stengelig abgesonderter Basalt. Noch tiefer am Hang hat man einen Versuchsstollen vorgetrieben und im Sand nach etwa 10 m aufgegeben. Auf der ersten Etage folgt über dem plattigen Weichbasalt der säulig entwickelte Hartbasalt. Er ist dicht, schwarzgrau und zeigt spärlich kleine Einsprenglinge von Olivin und Augit. Er bricht muschelrig mit scharfen Kanten und hat beim Schlag hellen Klang. Die Säulen sind öfters von einer hellen, blaß gelblichweißen Haut überzogen. Es handelt sich nach Stini um Nephelinbasalt, der wenig Glas enthält. Stini bezeichnet den Hartbasalt als hartes, doch sprödes Schottergut. Er wird als Sorte 1 abgesetzt. Die Säulen haben einen durchschnittlichen Durchmesser von 3 dm. Durch Querklüfte sind die Säulen in Längen von durchschnittlich 4 dm zerlegt. Innerhalb des Hartbasaltes gibt es auch kugelig ausgebildete Partien, aus denen auch größere Blöcke (etwa bis $\frac{1}{2}$ m³) anfallen. Insgesamt dürfte der Hartbasalt ungefähr $\frac{1}{4}$ der Bruchwand ausmachen. Stini beschreibt auch von ihm mehrere auseinanderhaltbare Abarten. Auf den Hartbasalt folgt eine kleinklüftigere, in unregelmäßig prismatische Stücke zerfallende Basaltart. Das dunkle, zart hell getüpfelte Gestein ist feinporig. Die Flächen wittern z. T. rostig an. Nach Stini liegt in dem Weichbasalt ein basaltoider Nephelinbasanit vor. Gegen Nordosten nimmt in der Bruchwand der Säulenbasalt ab und er wechselt anfangs noch mit dem an Ausdehnung zunehmenden Weichbasalt. Es folgen Partien schaligplattiger Absonderung. Das Gestein nimmt beim Trocknen fahlgraue Farbe an. Am Fuß der Wand sieht man in diesem Abschnitt sandiggrusigen Schutt, der den Sonnenbrennercharakter des Gesteins verrät. An der Basis der mittleren Terrasse setzen die auf der untersten Etage beschriebenen Gesteinsverhältnisse fort. Weichbasalt ist herrschend. An der Oberkante der Etage sind bereits ansehnlichere Lehmeinlagerungen zu sehen. Ein Tunnel stellt im nordöstlichen Teil die Verbindung mit einem am Osthang gelegenen Bruch her. In der etwa 30 × 10 m messenden Front ist Weichbasalt das Hauptgestein. Daneben tritt grobporiger Schlackenbasalt auf. Die Poren messen bis zu 2 × 1 cm und haben teilweise einen Eisenhydroxydbelag. Das

Gestein käme ob seines geringen Gewichtes und des Isolationsvermögens als Zuschlagstoff für Leichtbeton in Betracht. Säulig ausgebildeter Basalt macht in dieser Front nur einen untergeordneten Anteil aus. In dem Nephelinbasalt tritt gelegentlich merkbarer Glas auf. Abschnittsweise zeigt der Basalt Sonnenbrennernatur. Die Einschaltung von Lehm ist örtlich ansehnlich.

Die oberste Stufe bezeichnet der Betrieb als Abraumetage. Sie hat eine durchschnittliche Höhe von 5 m. Der in diesem Abschnitt anstehende Basalt ist in größerem Anteil grobporig. Die Zersetzungszone greift tief herab. Vom halbwegs erhaltenen Basalt bestehen zum lehmigen Abraum Übergangspartien, in denen das zermürbte, porige Gestein noch trefflich erhaltene Basaltstruktur erkennen läßt.

Der verhältnismäßig geringe Anteil des Hartbasaltes an der Bruchwand läßt die Suche nach günstigeren Abschnitten begreiflich erscheinen. Im Gegensatz zu früher bewegen sich die Schurarbeiten nunmehr in westlicher Richtung. U. a. hat man am Westhang in dem etwa 40 m langen Friedrichstollen einen recht gut aussehenden Hartbasalt angefahren.

d) Stein bei Fürstenfeld.

Sigmund erwähnt den Abbau bereits im vorigen Jahrhundert. Er schreibt, daß bei Stein zwei niedere, zusammenhängende Basaltkuppen vorhanden sind, die ein schmales Tal trennt. Der kleine, auf der Westseite gelegene Bruch war bereits damals verlassen. Dagegen bemerkt Sigmund, daß auf der Ostseite schon seit 1830 Material gebrochen wird. Sigmund spricht von Limburgit (d. i. glasführendem Basalt), Winkler von Magma-basalt und erwähnt, daß von 1912—1916 Abbau stattfand.

Es sind heute teilweise verwachsene oder verrutschte Abbaufrenten vorhanden.

1. Der Tiefbruch.

Auf einer kleinen Fläche hat man ungefähr 3 m in dem gegenwärtig wassererfüllten Kessel in die Tiefe gearbeitet. Soweit noch Einblick möglich ist, steht nur säulig ausgebildeter Hartbasalt an, der allem Anschein nach in die Tiefe fortsetzt. Eine nähere Untersuchung der Bauwürdigkeit des Vorkommens wäre gerechtfertigt. Der grauschwarze Hartbasalt bricht halbwegs muschelrig und ist feinporig. Die Lücken sind vielfach mit Kalziumkarbonat gefüllt, weshalb die Stücke mit HCl brausen. Gelegentlich sieht man 1 cm große Olivineinsprenglinge. Im mikroskopischen Bild sieht man in der aus Augit, Olivin und Magnetit bestehenden Grundmasse Einsprenglinge von Augit und Olivin.

2. Der auf der westlichen Talseite gelegene Bruch ist stark verwachsen. Unter der Verhüllung ist die Natur des anstehenden Basaltes kaum zu

erkennen. Allem Anscheine nach steht schalig-plattiger Basalt an, der nie in größerer Menge abgebaut worden ist.

3. Auf der Ostseite mißt die erste Front um 50×15 m. Ungefähr 30 % der Bruchwand sind guter Basalt. Der Rest verteilt sich auf Lehm, Sand und minderwertigen Basalt.

4. Ungefähr 50 m talaufwärts ist eine Front von ungefähr 30×20 m. Im basalen Teil ist schollenartig guter Basalt vorhanden, während den Hauptteil der Wand Lehm, Sand und Schotter bilden.

5. Nach ungefähr 40 m folgt eine Front von etwa 30×20 m, in der der Basalt in noch untergeordneteren Schollen auftritt.

Dadurch, daß die Wände in den Hang arbeiteten, blieb man in den oberflächennahen Partien und hatte recht ungünstige Abraumverhältnisse zu bewältigen. Nach den Tiefen der Bruchsohle dürfte man um 1000 m^3 Gestein entnommen haben, von dem mehr als die Hälfte minderwertig gewesen ist. Sicherlich hat dieses Material nicht dazu beigetragen dem Bruch einen guten Ruf zu verschaffen, doch tut man dem Vorkommen unrecht, wenn man dieses Urteil ohne nähere Untersuchung auch auf den Tiefbruch ausdehnt.

e) Weitendorf bei Wildon.

1862 beschrieb Untehj einige ungefähr 8 m hohe Brüche in plattigem Basalt und bemerkt: „Das Gestein hat in neuerer Zeit als Schottermaterial starke Verwendung gefunden und wird bis in die Umgebung des Wiener Südbahnhofes verfrachtet.“ Er erwähnt das Fehlen von Säulenbildung.

Ende des vorigen Jahrhunderts berichtet Sigmund von einem ungefähr 20 m hohen Bruch. Das Gestein beschreibt er als dicht, gräulichschwarz, mit bis 3 mm großen, grünlichen oder veränderten dunkelrot aussehenden Olivinkristallen. Die Grundmasse besteht nach ihm überwiegend aus Plagioklasleisten ($\frac{1}{4}$ der Grundmasse etwa Labrador) neben denen Apatit, Augit, Ilmenit und Magnetit auftritt. Als Einsprenglinge liegen Augit, Olivin und Plagioklas vor. Von dem muschelig brechenden Feldspatbasalt beschreibt Sigmund folgende Formen:

1. grauschwarze, dichte,
2. feinkörnige, rötlichbraune und
3. asch- bis rötlichgraue mit unebenem Bruch und zahlreichen mit Zeolith gefüllten Hohlräumen.

Winkler beschreibt das Basaltvorkommen als einen durch Denudation von einer hangenden Sedimentdecke befreiten Stiel, der nachträglich wieder verschottert worden ist.

Der Basalt bildet eine flachgewölbte, von mit Schotter durchzogenem Lehm überlagerte Kuppe. Die Mächtigkeit der Hülle beträgt durchschnittlich 3,5—4 m. Darunter folgt die 2—3 m starke Zersetzungszone, in der der Basalt elliptisch bis kugeligen Zerfall zeigt.

Neuere Beschreibungen des Gesteins liegen von Leitmeier, Machatschki und Angel vor. Machatschki erwähnt die Umwandlung der Olivineinsprenglinge in ein grünliches, bzw. bräunliches, chloritisches Mineral. Als mengenmäßige Zusammensetzung des Basaltes gibt er an: mindestens 70 % Feldspat, höchstens 12 % Olivin und Umwandlungsprodukte, höchstens 16 % Pyroxen und höchstens 2 % Erz. Zufolge des Chemismus spricht er von einem andesitischen Basalt, Schoklitsch von einem basaltischen Trachyandesit, der einem Shonshonit nahesteht. Angel beschreibt zwei Formen und zwar:

1. eine dunkelblaugraue, dichte, mit Olivineinsprenglingen bis zu drei Millimeter,

2. eine braune, blasige, als oberflächennahe Bildung.

Der Abbau arbeitet in die Tiefe. Die Bruchsohle liegt zwischen 30 und etwa 45 m unter Gelände. Bei der Tieferlegung des Pumpensumpfes ist man im Bereich des Aufzuges 1951 auf fossilführendes Torton gestoßen, das den Basalt allem Anscheine nach in diesem Abschnitt unterlagert. Es handelt sich um dunklen, glimmerreichen, sandigen Tonschiefer. Da der Tonschiefer vom Pumpensumpf als Unterlage der Bruchsohle nun bereits in einer Länge von etwa 20 m verfolgt worden ist, kann kaum mehr an die Möglichkeit gedacht werden, daß nur eine schollenartige Einlagerung vorliegt. Das weitaus herrschende Gestein des Bruches ist grauschwarzer, muschelig brechender Hartbasalt von hellem Klang. Er hat wechselndes, im allgemeinen feinporiges Gefüge. In den verstreuten größeren Lunkern treten die aus dem Bruch bekannten Mineralien (Chalzedon, Bergkristall usw.) auf. Der Hartbasalt ist in z. T. ungemein mächtigen Säulen abgeondert, aus denen bis zu etwa 2 m^3 große Blöcke gewonnen werden können.

Hanisch und Schmid schrieben 1901 über den Bruch: 5 km von Werndorf entfernt wird der feine, sehr dichte, polierbare, blaue Basalt gebrochen. Er ist hart und spröde. Das Raumgewicht ist 2,69. Die Druckfestigkeit ist mit Fragezeichen versehen mit 1500 kg/cm^2 angegeben. Es ist recht gut möglich, daß es sich dabei um einen Weichbasalt aus der oberflächennahen Partie handelte. Das Material wird als wetterbeständig bezeichnet. Über die Verwendung wird angegeben: Als Baustein von etwa $0,5 \text{ m}^3$ Größe für Cyklopenmauerwerk und als $\frac{1}{2}$ — 1 m^2 große Platten für Sockelverkleidungen und als Sockel bei allen Häusern in Weitendorf, Werndorf, Zwaring, Steindorf und Wundschuh. Ferner soll der Basalt neben der Schottererzeugung auch zur Gewinnung von Pflasterstein gedient haben.

1912 gab Hanisch das Raumgewicht mit 2,66 und die Druckfestigkeit mit 1764 kg/cm^2 an.

Bei der technologischen Prüfung im Jahr 1950 wies der Hartbasalt folgende Einzelwerte auf:

Raumgewicht: 2,76—2,77 und 2,79.

Wasseraufnahme in Gew. %: 0,58—0,6—0,7—2 und 4,5.

Druckfestigkeit:

lufttrocken: 2070—2080—2800 und 2840 kg/cm²,

wassersatt: 2180—2250 und 2500 kg/cm²,

ausgefroren: 1910—1930 und 2210 kg/cm².

Der Bruch von Weitendorf zählt zu den geschätztesten Schotter- und Splittlieferanten Steiermarks. Der Anteil an Hartbasalt beträgt nach dem gegenwärtigen Aufschlußbild etwa 75 %, während der Rest von Abraum und in den oberflächennahen Partien von Weich- und Porenbasalt eingenommen wird. Innerhalb der aufgeschlossenen steirischen Basaltvorkommen ist in Weitendorf der Anteil an gesteintechnisch wertvollem Material sehr groß.

B) Vulkanische Tuffe.

Allgemeine Bemerkungen.

Die vulkanischen Tuffe sind bildungsgeschichtlich eng mit Ergußgesteinen verknüpft. Sie stammen von anläßlich Eruptionen ausgeworfenen Massen (Staub, Asche, Sand, erbsen- bis nußgroßen Lapilli, Bomben und Blöcken), die sich aus der Luft absetzen und in der Folge mehr oder weniger verfestigten. Die Ablagerung bedingt die verbreitete Schichtung. Neben Tuffen spricht man mitunter auch von Tuffiten und versteht darunter ebenfalls vulkanische Auswurfmassen, denen jedoch auch andere Absätze, wie solche aus Wasser zwischengeschaltet sind. Die nähere Bezeichnung des Tuffes erfolgt nach dem Ergußgestein mit dem er bildungsgeschichtlich verknüpft ist.

Bei den Tuffen handelt es sich um lückige Gesteine von gutem Isolationsvermögen, worauf ihre Wertschätzung als Baustein zurückgeht. Stini weist daraufhin, daß manche Palagonittuffe (das sind glashältige Tuffe) der Oststeiermark die unmittelbare Bestrahlung durch die Sonne nicht gut vertragen und im Sommer binnen weniger Wochen bis zu 3—4 cm tief vergrusen.

Zu den Tuffen rechnet die Gesteinskunde auch den Traß der Bautechnik. Der steirische Traß gehört zwar bildungsgeschichtlich nicht in diese Gruppe, wird jedoch am zweckmäßigsten in dieser untergebracht, wenn man dem gesteinskundlich gebräuchlichen Begriff Rechnung trägt. Die Besprechung der Tuffe erfolgt in der bei den Ergußgesteinen eingehaltenen Reihung.

a) Diabastuffe.

Diabastuffe sind im Bereich der Diabasvorkommen mehr oder minder verbreitet. Bautechnisch spielten und spielen steirische Diabastuffe so gut wie keine Rolle. Es bestehen im Diabastuff nur wenige und vor allem keine größeren Brüche. Von einzelnen Diabastuffen Deutschlands wird die Eignung als Zusatz zu hydraulischen Bindemitteln analog dem Traß erwähnt. In dieser Richtung geführte Untersuchungen heimischer Diabastuffe sind unbekannt.

Straßgang bei Graz.

An dem oberhalb des Friedhofes vorüberführenden Weg liegt im Wald ein verwachsener Bruch. Die um 20 × 10 m messende Front ist ungefähr bis zur halben Höhe verräumt. Das Hauptgestein des Bruches bildet ein etwa 8 m mächtiger, massiger, dunkelrotvioletter Diabastuff fester Beschaffenheit, der als Baustein (bei einzelnen Haussockeln und der Kirche in Straßgang) Verwendung gefunden hat. Untergeordnet hat man das Material auch für Schotter herangezogen. Seine Verwendung als Kunststeinsplitt könnte in Betracht kommen. Überlagernd folgen grüngetönte, z. T. gesprenkelte Tufflagen mit größeren Einschlüssen (Lapilli) und lichte durch Chlorithäute grünfleckige Lagen. Die Anordnung der letzteren bringt das Gefüge zur Abbildung. Nach der Beschaffenheit des Haldenmaterials sind die lichtgrauen und grünlichen Diabastuffe wenig wetterbeständig. Ihre Mächtigkeit beträgt zwischen 2—3 m. Hangend folgt schließlich ein gelbanwitternder, teilweise sandiger Dolomit. Die Abraumverhältnisse sind demnach wenig günstig.

b) Tuffe der Liparit-Trachyt-Trachyandesitreihe.

Die Tuffe dieser, wie auch jene der Basaltreihe sind seit der Bearbeitung durch Sigmund im vorigen Jahrhundert nicht mehr systematisch untersucht worden.

1. Der Trachyttuff.

Hanisch und Schmid beschrieben 1901 neben dem Trachyt auch einen Trachyttuff von Bayrisch-Kölldorf, dessen technologische Werte in der Tafel angeführt sind. Das Gestein beschreiben sie als gelbgrau, grobkörnig, und sie geben gewinnbare Quadergrößen von 3 m³ und Platten von 3 m² für Wasser- und Hochbauten an. Die Verwendung beschreiben sie bei Hochbauten in Gleichenberg und Umgebung, bei Eisenbahnbrücken in Graz, bei der Lokalbahn Weiz—Gleisdorf, Spielfeld—Radkersburg, Fehring—Hartberg, ferner bei den Spinnereien in Burgau und Neudau und bei Wasserbauten in Fehring und Feldbach. Das Material wird von ihnen als wetterbeständig bezeichnet.

Aus einer beigefügten Bemerkung scheint man entnehmen zu dürfen,

daß es sich um einen Quarztrachyt handelt, wofür auch die technologischen Werte sprechen.

2. Der Traß.

1882 hat Kispatic die Halbopale im Augitandesit von Gleichenberg beschrieben. Vor ihm hat sich Stur mit den opalähnlichen Gesteinen beschäftigt und deren Entstehung durch nachträgliche Kieselsäureimprägung gedeutet. Als wesentliche Untersuchungsergebnisse führt Kispatic an: Das Vorkommen verschiedener Opalvarietäten ist in den trachytischen und andesitischen Gesteinen eine ziemlich häufige Erscheinung. Man beobachtet, daß sich einzelne Mineralien oder ganze Gesteinspartien in Opalmasse umgebildet haben. Alle Bestandteile des Gesteines können dabei in ihrer Form und ursprünglichen Lage erhalten geblieben sein. Unter den Mineralien zeigt der Feldspat besondere Neigung zur Umbildung. Die Zersetzung des Gesteines ist nach Kispatic auf zweifache Weise vor sich gegangen: In dem einen Fall bewirkte kohlenensäurehaltiges Wasser die Zersetzung und Umwandlung und im anderen kam noch die Einwirkung von Schwefelsäure dazu, die die teilweise Umwandlung der Gesteine in Alunit bedingte. Durch weitere Zersetzung sind aus beiden Gruppen Halbopale entstanden. Die Halbopale der ersten Gruppe zeichnen sich durch eine helle, meist weißlichgelbe Farbe und durch eine sehr vollkommene Erhaltung der größeren, gesteinsbildenden, andesitischen Gemengteile aus. Die zweite Gruppe ist braunrot gefärbt. Die Halbopale der ersten Gruppe zeigen keine Spur von Schwefelsäure. Der Gang der Zersetzung durch Einwirkung der Kohlensäure ist nicht immer derselbe. Er wechselt nach der Beschaffenheit der Gesteine und Mineralien und nach der Menge der einwirkenden Kohlensäure und demzufolge sind auch die Zersetzungsprodukte verschieden.

Vor mehr als 50 Jahren (1892—1900) hat Sigmund den Alunit und Halbopal im Geichenberger Vulkangebiet beschrieben und zwar Alunit vom Ostfuß der Sulzleiten, Halbopal vom Ostfuß des Schloßberges gegenüber dem Sägewerk, graugelben Halbopal etwa 20 m unter dem Gipfel der Birkblöße, NW-Seite, graugelben Halbopal am Nordhang des Gleichenberger Kogels zwischen zwei kleinen Rinnsalen, graugelben Halbopal am Westfuß des Weinkogels und am Westfuß des Absetzer Rückens in der Mitte des Eichgrabens.

Den Römern war bereits bekannt, daß der Zusatz bestimmter vulkanischer Massen zu einem aus Kalk und Sand bereiteten Mörtel diesem außer höherer Festigkeit auch die Eignung gab, unter Wasser abzubinden. Nach dem wichtigsten Fundpunkt erhielt das vulkanische Gestein den Namen Puzzolan. Die Entdeckung gleichgearteter Massen soll durch die Römer in der Folge im Vulkangebiet der Eifel (Rheinischer Traß) erfolgt sein. Später gesellte sich der Fund des Bayrischen Traß dazu. Während des letzten Weltkrieges wurde der Traß vom Sanntal in Jugoslawien

bekannt. Schließlich wurde vom Baustoffachmann Brandner nach dem letzten Krieg der Traß von Gossendorf am Nordrand des Vulkangebotes von Gleichenberg in der Oststeiermark in dem von Winkler in der geologischen Karte als Halbopal ausgeschiedenen Raum der Untersuchung zugeführt. Es handelt sich um ein in der Farbe sehr vielfältiges Gestein von weißem, grauem, gelbem, rotem, violetterem oder grünem Ton mit glattem muscheligen Bruch von dichter Beschaffenheit oder um fein- bis grobporige, bimssteinähnliche Formen.

An Hand von Übergangsformen ist verfolgbar, daß die als Traß bezeichneten Gesteine aus der Umwandlung von Trachyandesit hervorgegangen sind. Auf die weite Verbreitung postvulkanischer Beeinflussung der Trachyte und Trachyandesite hat seinerzeit bereits Winkler hingewiesen und schreibt: „Besonders die letztgenannten Gesteine sind oft weitgehend opalisiert und zersetzt, worüber in der Literatur schon seit altersher eingehende Angaben vorliegen. Durchgreifende und weitergehende Umwandlungen zeigt der ganze nordöstliche Teil des Gleichenberger Massivs.“ Unveränderte Gesteine kommen nach Winkler in diesem Teil überhaupt nicht vor.

Angel beschreibt als Umsetzungsprodukte der trachytisch-trachyandesitischen Gesteine unter der Beeinflussung der im Zuge des magmatischen Vorganges nachträglich zugeführten Schwefelsäure:

- a) den österreichischen Traß,
- b) Halbopalmassen und
- c) kaolinische Massen.

Im Traß sind die einst aus Sanidin, Plagioklas, Augit und Olivin bestandenen Trachyte, bzw. Trachyandesite bis auf Reste ersetzt worden. Der österreichische Traß besteht nach Angel aus zwei mineralischen Hauptkomponenten und zwar einem wasserarmen Opal (mit einem Hochchristobal-it-spektrum) und einem Mineral der Alunitgruppe, dem tonerdereichen Löwigit. Sie machen zusammen 85—90 % der Masse aus. Nach den Untersuchungen der österreichischen Traßwerke sollen sich Kieselsäure und Tonerde in der hydraulischen Wirksamkeit ersetzen und ergänzen, so daß der Wert des Traßes nicht von deren Verhältnis, sondern von deren Summe abhängt, soweit es sich um die löslichen Anteile dieser Stoffe handelt auf denen die hydraulische Wirkung beruht. In den Analysen wird im Traß ein Gehalt an löslichem SiO_2 zwischen 42,7 und 69,1 % und an löslicher Tonerde von 3,1 bis 22,6 % ausgewiesen. In wechselnder Menge sind bei dem als Verträbung bezeichneten Vorgang Alkalien und Eisenoxyde (Goethit, etwas Hämatit und Magnetit, die vor allem die Färbung bedingen) bei steigendem Wassergehalt zurückgeblieben. Die sonst noch im Traß vorhandenen Mineralien wie Apatit und Titanit binden den stets kleinen Kalkgehalt. Die in kleinen Mengen vorhandenen Christobalit und Chalzedon sind hinsichtlich der Wirksamkeit

im Traß ohne Bedeutung. Größere Mengen von gröber gekörntem Chaledon wirken ungünstig in bezug auf die Hydraulizität. Der enthaltene Löwigit ist zwar ein Sulfat, soll aber nach den von den österreichischen Traßwerken veranlaßten Untersuchungen in Wasser unlöslich und auch gegen starke Säuren resistent sein.

Die im Auftrage der Traßwerke durchgeführten technologischen Untersuchungen führten zur Feststellung, daß der Traß von Gossendorf den in den Deutschen Normen (Din DVM 1943 und 1044) gestellten Forderungen entspricht. Das mittlere spezifische Gewicht wird mit 2,1 angegeben.

Traß für sich allein ist kein Bindemittel. Zu einem solchen wird er erst im feingemahlten Zustand vermengt mit Kalk oder einem kalk-aspaltenden Bindemittel wie Zement. Bei Wasserzugabe quillt das Gemenge Kalk-Traß und es reagiert der Traß unter Bildung von im Wasser unlöslichen und in schwachen Säuren schwerlöslichen Verbindungen. In gleicher Weise geht der Traß mit dem im Zement enthaltenen freien, bzw. freiwerdenden Kalk unlösliche Verbindungen ein, wodurch aggressiven Wässern die Angriffsmöglichkeit auf dem sonst im Beton auftretenden freien Kalk genommen ist.

Als Vorteile des Traßzusatzes werden genannt:

- a) Die Besserung der Verarbeitbarkeit und die günstigere Dichte des Betons.

Die leichtere Verarbeitbarkeit äußert sich in der Herabsetzung der Neigung zum Entmischen beim Schütten und Rütteln. Der Erhalt größerer Betondichte bei Traßzusatz, gestaltet die Wasserundurchlässigkeit günstiger.

- b) Die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen aggressive Wässer. Der im Zement vorhandene freie Kalk und das freiwerdende Kalkhydrat werden von aggressiven Wässern leicht gelöst. Da die lösliche Kieselsäure und Tonerde des Traßes mit dem Kalk schwerlösliche Verbindungen eingehen, wird der Beton gegen Angriffe widerstandsfähiger. Der österreichische Traß soll unter sonst gleichen Bedingungen die dreifache Menge $\text{Ca}(\text{OH})_2$ absorbieren als der Rheinische Traß.

- c) Die Verringerung der Abbindewärme.

Durch den Traßzusatz wird die Entwicklung der Abbindewärme vermindert, eine Eigenschaft, die besonders bei Massenbeton vorteilhaft in Erscheinung tritt.

- d) Die Frostbeständigkeit.

Bei den bisherigen Versuchen im Labor zeigte der mit begrenztem Traßzusatz (etwa 20 %) hergestellte Beton gegenüber dem reinen Beton keine Minderung der Frostbeständigkeit.

- e) Die Erhöhung der Festigkeitsverhältnisse und zwar:

1. Im Traßkalk.

Bei den Prüfungen wird eine vielfach höhere Zug- und Druckfestigkeit in den Traß-Kalkgemischen gegenüber Weißkalk festgestellt. Nach Tschsch-Jaburek betragen die Festigkeitswerte ungefähr das Zweifache der normengemäßen Mindestfestigkeit.

2. Im Traßzement.

Bei einem Traßzusatz bis zu 20 % des Zementanteiles steigen die Zug- und Druckfestigkeit. Der Anstieg der Festigkeitswerte geht anfangs langsamer als bei reinem Zement vor sich. Der Traßzusatz hat eine Verzögerung in der Erhärtung zur Folge. Es bleiben daher die Anfangsfestigkeiten der Traßmischungen gegenüber jenen von Zement zurück. Nach 28 Tagen ist jedoch die Festigkeit eingeholt und es zeigt sich, daß weiterhin ein Anstieg zu verzeichnen ist, der die Festigkeiten von Zementmischungen übertrifft.

Die Verwendung des Traßes erfolgt als:

1. Traßkalk, einem Gemisch von Traß und Weißkalk bei Hochbauten (für Außenputz besonders bei feuchtem Grund; die Empfehlung als Innenputz bedarf gewisser Vorsicht, da bei zu rascher Austrocknung keine vollständige Abbindung des Traßes erfolgen kann. Der nicht gebundene Traß wirkt dann als Feinstanteil. Durch den dadurch bestehenden zu großen Feinstanteil wird die Festigkeit des Mörtels vermindert und derselbe kann dadurch zur Abbröselung gelangen).
2. Trassit, einem Gemisch von Traß und Graukalk, im allgemeinen für den eben genannten Verwendungszweck.
3. Traßzement, einem Gemisch von Traß mit Portlandzement für Wasserbauten, Jauchengruben, Silos, die Betonsteinindustrie und besonders für Massenbeton und Betonstraßen.
4. Traß-Kalk-Zement, einem Gemisch aus den drei genannten Stoffen, im allgemeinen für dieselben Zwecke wie vorgenannt.
5. Injiziermittel.

Der vor etwa 3 Jahren von den österreichischen Traßwerken in Angriff genommene Abbau liegt in der Gemeinde Gossendorf bei Gleichenberg. In 2 Etagen ist der von einem mächtigen Abraum überlagerte Traß aufgeschlossen. Angel schätzt im Bereich des Abbaues den vorhandenen Vorrat an Rohtraß auf 4 Millionen Tonnen. Der Traß hat bereits bei einer Reihe größerer Bauwerke (Hierzmann- und Rannatalsperre, Brücken- und Kanalbauten usw.) Verwendung gefunden.

c) Tuffe der Basaltreihe.

Die Basalttuffe treten einerseits verknüpft mit Basaltvorkommen und andererseits als selbständige Vorkommen auf. Allen Vorkommen ist neben dem sedimentären oder dem beim Durchbruch mitgerissenen Material ein wechselnder Gehalt an Palagonit (Glas) und Magmabasalt eigen. Die Festigkeit der Basalttuffe ist maßgeblich von dem Gehalt an Eruptivmaterial abhängig.

Die Basalttuffe werden gegenwärtig nur lokal in recht bescheidenem Umfang noch genützt. Früher wurden dagegen Bauquader aus Basalttuff viel verwendet und u. a. selbst zur Packlage beim Wegbau herangezogen. Die Verwendung der Bauquader ist besonders bei den Bauwerken in Gleichenberg in größerem Umfang zu beobachten. Die wohltuende Einfügung des Materiales in das Landschaftsbild ist hervorzuheben. Die festeren Basalttuffe zeigen verputzt und unverputzt eine überraschend gute Wetterfestigkeit.

Sigmund hat vor mehr als 50 Jahren die Tuffe nach dem Bindemittel gliedert und unterschied Tuffe:

1. Mit einem Zement aus augitischer Asche

- a) mit toniger Beimengung, wie die Tuffe von Hohenwart, Klöch, Jörgen (z. T.), am Nordfuß des Kindsbergkogels, am Hochstraden, am Steinberg, in Kapfenstein und Burgfeld, sowie Gnas (z. T.),
- b) mit mergeliger Beimengung, wie Tuffe von Jörgen (die lichtgrauen Formen), vom Hochstraden (die gelbgrauen Formen), von Wachseneck, Beilstein, Haßberg, Kuruzenkogel, Stadtbergen und Auersberg.

2. Mit einem Zement aus Palagonitkörnern und Kalzit, wie Tuffe von den Wirbergen (rötlichgraue Formen), von Auersberg (grünlichgelbe Formen) und vom Westfuß der Riegersburg.

3. Mit einem kalzitischen Zement, wie die Tuffe vom Röhrkogel (rötlichbraune, grobkörnige Formen) und von den Wirbergen (graue Formen).

4. Mit einem natrolithischen Zement, wie Tuffe von Jörgen (lockere, vulkanische Sande), von Kapfenstein, Pertlstein, vom Feldbacher Kalvarienberg, von Unterweißenbach, vom Südhang der Riegersburg und vom Kaskogel bei Gnas.

5. Mit einem Zement aus Kalzit und Natrolith, wie die lichtgrauen Tuffe des Zahrerberges.

Leider trägt diese an und für sich klare Gliederung den gesteintechnischen Verhältnissen, die überaus wechselvoll sind, nicht befriedigend Rechnung. Dieser starke Wechsel von befriedigendem und schlechtem Material setzt in erster Linie den Wert der Gesteinsvorkommen herab.

Eine Aufnahme der Tuffe und deren Vorkommen vom gesteintechnischen Standpunkt wäre wünschenswert, wenn auch von vornherein kaum mehr als das Ergebnis zu erwarten ist, daß dem Basalttuff höchstens örtliche Bedeutung zukommt.

Hohenwart bei Klöch.

Am Hohenwart ist eine größere Tuffmasse vorhanden. Sigmund beschreibt einen gelblichgrauen, geschichteten, palagonitischen Tuff, der seinerzeit in der Nähe des Meierhofes gebrochen worden ist. Auf den frischen Bruchflächen sieht man zahlreiche, pechschwarze, fettglänzende Palagonitkörner von Mohn- bis Erbsengröße und blaugraue Bröckelchen von porösem Basalt (Lapilli von Magmabasalt). Die übrigen Bestandteile, wie z. B. Quarz und Glimmer, sind sedimentären Ursprungs.

Seindl.

Am Südfuß ist der Tuff in einer 7 m hohen Wand aufgeschlossen.

Zahrerberg bei Klöch.

Sigmund schreibt: „Eine Schlucht trennt den Finsterl- und Zahrerberg. Am südlichen Ausgang derselben befinden sich sowohl am Westfuß des ersteren, wie am Ostfuß des letzteren große Steinbrüche im lichtgrauen, geschichteten Tuff. Es wechsellagern grobkörnige Lagen, in denen Palagonit, Magmabasalt und Quarzkörner herrschen und das Zement zurücktritt, mit feinkörnigen von entgegengesetztem Verhältnis, so daß die Schichten bandartig gestreift erscheinen.“ Der bedeutendste Bruch hat eine Front von etwa 10×25 m. Gelegentlich wird noch Bruchstein entnommen. Der Abraum und die Zersetzungszone sind abschnittsweise sehr mächtig. Die gebankten Schichten lassen sich mit ebenen Lagerflächen lösen. Die Körnigkeit und Festigkeit wechseln von Bank zu Bank. Die Unterschiede prägen sich bei der Verwitterung in den in der Bruchwand vorspringenden festeren Lagen deutlich aus. Bankweise ist die Beimengung von basaltischem Stoff sehr gering und die Schichten haben Sandsteincharakter. Eine Mittelstellung in bezug auf den technologischen Wert dürfte das gelbgraue Gestein einnehmen, dessen Festigkeitswerte in der Tafel ausgewiesen sind. Die übrigen kleinen Brüche zeigen ebenfalls den Wechsel zwischen Tuff und Sandstein, wobei auch lehmiges Bindemittel vorhanden ist.

Jörgen.

In Jörgen wurde bereits Tuff in den beiden Basaltbrüchen erwähnt. Sigmund schreibt: „Der Tuff ist durch die massenhafte Einlagerung von Palagonit z. T. grobkörnig. Letztere Bänke liefern jenen großen, vorzüglichen Baustein, aus dem die Wohn- und Wirtschaftsgebäude in der Umgebung errichtet sind. Auch die Brücken auf der Bahnstrecke Mureck—Radkersburg sind aus diesem Material gebaut. Im Gemeindebruch wech-

seln nach Ost fallende Bänke des feinkörnigen Palagonittuffes mit grauen, tonigen Lagen, in denen nur einzelne Glaslapilli stecken.“

Kindsbergkogel.

Sigmund beschreibt einen gelblichgrauen Tuff, in dem die Grundmasse überwiegt und der dadurch ein sandsteinähnliches Aussehen besitzt.

Hochstraden.

Sigmund erwähnt einen aschgrauen Tuff, in dem schwarze, bis haselnußgroße Basaltstückchen liegen.

Gleichenberg.

In der Beschreibung des Tuffes von Wirberg heißt es bei Sigmund, daß weniger Lapilli und mehr Quarzkörner vorhanden sind. Die Palagonittuffe sind durch Kalzit zementiert. Winkler schreibt von einer fast 2 km langen, breiteren Spaltenfüllung von Basalttuff und Tuffit, die ebenso wie jene vom nördlich gelegenen Röhrkogel besonders bei den Bauten in Gleichenberg (Kirche usw.) verwendet worden sind. Neben dem verwachsenen Bruch auf der Höhe ist noch am Südfuß ein verbauter Bruch bei der Gutmannmühle an der Straße nach Bayrisch-Köllndorf, in dem der Tuff von 3 m Mergel überlagert ist.

Gnas.

Im Ort sieht man den Basalttuff (Blöcke bis zu etwa $1 \times 0,5 \times 0,3$ m) verschiedentlich verbaut. Am Friedhofmauerwerk sind in größerem Umfang Schäden an den Tuffen zu beobachten. Sigmund spricht von einem palagonitischen Tuff, Winkler von einem ungeschichteten Schollentuff. U. a. ist ein etwa 20×5 m messender Bruch mit 1,5 m Abraum am Kaskogel. Es wechsellagern Bänke mit sehr verschiedenem Anteil an basaltischem Stoff. Die Sandsteinlagen weisen z. T. so geringe Festigkeit auf, so daß sie zwecks Sandgewinnung abgegraben werden.

Feldbach.

- a) Ein Basalttuffvorkommen befindet sich am Kalvarienberg.
- b) Am Auersberg sind einige verlassene Brüche. Knapp über der Bundesstraße liegt eine etwa 20×20 m messende, nunmehr verbaute Front. Der Abraum ist beträchtlich. Etwas höher liegt die Front des Winklerbruches (etwa 40×20 m). Noch höher befindet sich der Maierbruch. Der Abraum beträgt durchschnittlich 2—3 m. Der Tuff ist gebankt. Die Bankmächtigkeit beträgt über 1 m. Es ist unregelmäßige, im allgemeinen weitständige Klüftung vorhanden. Die Bänke haben recht unterschiedliche stoffliche Zusammensetzung. Neben solchen mit ansehnlicherem Anteil an basaltischem Stoff, treten Bänke auf, die treffender als Sandstein oder Konglomerat zu bezeichnen sind.

- c) Am Steinberg bildet rötlichgrauer, teils aschgrauer Tuff die höhere Ostkuppe.

Unterweißenbach bei Feldbach.

Während des ersten Weltkrieges wurden Bausteine in größerem Umfang gewonnen. Die Sohle des über 20×30 m messenden Bruches ist gegen 30 m tief. Die Bankmächtigkeit ist ebenso wie die stoffliche Beschaffenheit recht wechselnd. Lediglich die dunkleren Gesteinspartien mit merklicherem Anteil an basaltischem Stoff weisen eine befriedigende Festigkeit und Wetterbeständigkeit auf.

Pertlstein.

Die Bruchsohle der um 50×30 m messenden Front ist gegen 20 m tief. Der grünlichgraue bis dunkelgraue Tuff ist gebankt. Es ist auch hier festzustellen, daß die dunklen Lagen mit reichem Anteil an basaltischem Stoff wesentlich besser als die anderen sind. Man gewinnt gegenwärtig nur mehr fallweise Bruchsteine. Seinerzeit wurde das Material für die verschiedensten Bauten der Eisenbahn Graz—Fehring verwendet. Das geprüfte Material (Tafel!) hat einen verhältnismäßig geringen Anteil an basaltischem Stoff.

In der Umgebung führt Sigmund noch eine Reihe von Winkler in der geologischen Karte verzeichneter Basalttuffvorkommen an, so Haßberg, Kuruzenkogel, Beilstein, Wachseneck und Poppendorf. Nach Sigmund handelt es sich in der Hauptsache um Palagonittuffe.

Kapfenstein.

Ein größerer Bruch (Front etwa um 40×15 m mit ungefähr 1 m Abraum) befindet sich an dem Nordhang unterhalb des Schlosses. Festeres Gestein hat verhältnismäßig größeren Anteil und ermöglicht die Gewinnung von über m^3 großen Blöcken.

Riegersburg.

Am Fuß und an den Hängen der Riegersburg sind einige kleinere verlassene Steinentnahmestellen. Die Tuffe sind eindrucksvoll gebankt. Die verschieden weit zurückgreifende Auswitterung kennzeichnet die wechselnde Beschaffenheit der einzelnen Schichten. Der Basalttuff war der Baustein der Gegend. Neben zahlreichen anderen Bauten ist u. a. aus ihm die sich ausgezeichnet in das Landschaftsbild einfügende Kirche erbaut. Besonders beeindruckend sind auch die aus dem örtlichen Gestein hergestellten Stützmauern. Weniger geeignet erweist sich der Basalttuff bei den verschiedenen Treppen und Hausaufgängen.

Altenmarkt bei Riegersburg.

Es bestehen zwei übereinander liegende Brüche. Die tiefer gelegene Front von etwa 20×15 m ist verbaut. Die höhere Front mißt um 100×15 m. Die abzuräumende Masse ist gegen 3 m stark. Der Tuff

zeigt plattige bis bankige Ausbildung, wobei die Mächtigkeit bis etwa 1,5 m erreicht. Das Gestein löst sich nach den Bankungsflächen günstig. Der Anteil an basaltischem Stoff ist in den einzelnen Abschnitten recht verschieden. Einzelne Lagen sind als Sandstein, bzw. Konglomerat anzusprechen. Man sieht den rohbehauenen Basalttuff in größerem Umfang bei den Gebäuden und Stützmauern verwendet.

In der Umgebung von Altenmarkt sind noch weitere, im allgemeinen kleinere Brüche innerhalb der beiden noch vorhandenen Tuffkegel.

Stadtbergen bei Fürstenfeld.

Die Basalttuffvorkommen haben in bescheidenem Umfang für Hausfundamente verwendete Bausteine geliefert. Neben unbedeutenden Entnahmestellen bestehen auch zwei Brüche.

a) Der Samerbruch.

Der Basalttuff ist in einer Front von etwa 6×15 m aufgeschlossen. Der Abraum mißt um 1 m. Die Bänke weisen recht verschiedene Wetterfestigkeit auf. Einzelne Lagen bestehen nur aus minder verfestigtem Sand, bzw. Schotter.

b) Der Rathbruch im Julerltal.

Die Front mißt ungefähr um 30×8 m. Der Abraum ist unbedeutend. Es ist ebenfalls der nachteilige Wechsel von besseren und minderen Lagen vorhanden.

Stein bei Fürstenfeld.

Grabeneinwärts von den Basaltbrüchen ist am orographisch rechten Hang ein Bruch im Basalttuff. Die Front mißt um 8×4 m. Basalttuff von bankweise wechselnder Güte steht auch am jenseitigen Hang an.

Jobst bei Fürstenfeld.

Der Basalttuff ist im Wald neben der Straße ungefähr am halben Weg zwischen Jobst und Lindegg in einem kleinen Bruch (um 15×4 m) aufgeschlossen. Als Zement ist wesentlich auch Lehm vorhanden.

Den Druck hat die Steierm. Landesregierung durch die Gewährung einer Beihilfe in dankenswerter Weise gefördert.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A) Ergußgesteine	3
Allgemeine Bemerkungen	3
I. Ältere Ergußgesteine	4
1. Quarzkeratophyre	4
2. Diabase	7
II. Jüngere Ergußgesteine	12
1. Die Liparit-Trachyt-Trachyandesitreihe	12
a) Der Liparit	12
b) Der Trachyt und Trachyandesit	14
2. Die Basaltreihe	17
Allgemeine Bemerkungen	17
a) Das Klöcher Massiv	24
b) Das Hochstradenmassiv	26
c) Steinberg bei Feldbach	27
d) Stein bei Fürstenfeld	29
e) Weitendorf	30
B) Vulkanische Tuffe	32
Allgemeine Bemerkungen	32
a) Diabastuffe	33
b) Tuffe der Liparit-Trachyt-Trachyandesitreihe	33
1. Der Trachyttuff	33
2. Der Traß	34
c) Tuffe der Basaltreihe	38
Hohenwart bei Klöch — Seindl — Zahrerberg — Jörgen — Kindsbergkogel — Hochstraden — Gleichenberg — Gnas — Feldbach — Unter- weißenbach — Pertlstein — Riegersburg — Altenmarkt — Stadtbergen — Stein — Jobst	39

Mittelwerte der Prüfung von:

		Quarztrachyt, Quarzkeratophyr, Trachyandesit								Diabas			Basalt												Vulkanischer Tuff																		
		Richtzahlen f. Quarzporphyr, Keratophyr, Porphyrit, Andesit. Din DVM 2100		Quarztrachyt Schaufelgrb. Gleichenberg		Quarzkeratophyr Eisenerz T.H. Graz 1940		Trachyandesit Klausse bei Gleichenberg		Richtzahlen f. Diabase Din DVM 2100		Schloßberg b. Leutschach T.H. Graz 1950		Kohgraben b. Unterhaag T.H. Graz 1941		Richtzahlen f. Basalte Din DVM 2100		Klöch T.H. Graz 1950		Steinberg b. Feldbach				Stein bei Fürstenfeld		Richtzahlen f. vulkanische Tuffe Din DVM 2100		Trachyttuff: Bayr. Kölldorf Hanisen		Trachyttuff - Gleichenberg Stini		Basaltuff - Zahrerberg T.H. Graz 1950		Basaltuff - Gleichenberg Hanisch		Basaltuff: Pertlstein T.H. Graz 1950		Basaltuff - Burgfeld bei Fehring Hanisch		Basaltuff - Burgfeld bei Fehring Stini		Basaltuff - Unterwiesbach b. Feldbach Stini	
		Techn. Gewerbernseum Wien	Techn. Hochschule Graz 1939	Präbicht	Esallgraben	rot	grün	rot	grün	Richtzahlen f. Diabase Din DVM 2100	Schloßberg b. Leutschach T.H. Graz 1950	Kohgraben b. Unterhaag T.H. Graz 1941	Richtzahlen f. Basalte Din DVM 2100	säuliger Nephelinbasanit	graupelig brechender Nephelinbasanit	Jörgen T.H. Graz 1950	Hürth (Röhrlbruch) T.H. Graz 1950	Hochstraden v. Plateau über Teufelsmühle, Nephelinit	Säulenbasalt nach Hanisch 1912				Stein bei Fürstenfeld		Richtzahlen f. vulkanische Tuffe Din DVM 2100		Trachyttuff: Bayr. Kölldorf Hanisen		Trachyttuff - Gleichenberg Stini		Basaltuff - Zahrerberg T.H. Graz 1950		Basaltuff - Gleichenberg Hanisch		Basaltuff: Pertlstein T.H. Graz 1950		Basaltuff - Burgfeld bei Fehring Hanisch		Basaltuff - Burgfeld bei Fehring Stini		Basaltuff - Unterwiesbach b. Feldbach Stini		
		Säulenbasalt nach Hanisch 1912		Stein bei Fürstenfeld		Richtzahlen f. vulkanische Tuffe Din DVM 2100		Trachyttuff: Bayr. Kölldorf Hanisen		Trachyttuff - Gleichenberg Stini		Basaltuff - Zahrerberg T.H. Graz 1950		Basaltuff - Gleichenberg Hanisch		Basaltuff: Pertlstein T.H. Graz 1950		Basaltuff - Burgfeld bei Fehring Hanisch		Basaltuff - Burgfeld bei Fehring Stini		Basaltuff - Unterwiesbach b. Feldbach Stini																					
Raumgewicht in kg/dm ³		2,55 2,8	2,27 2,29	2,27	2,7	2,75	2,27 2,32	2,27 2,39	1,9	2,64	2,8 2,9	2,96	2,95	2,95 3	2,94	2,68 2,72	2,74	2,73	-	2,88	2,8- 2,83	2,8	2,91	2,64	2,58	2,56	3,08	2,64 2,65	2,77	1,8 2	2,17	-	1,86	2,11 2,23	2,37	-	-	-					
Wasseraufnahme nach Din DVM 2103		Gew %	0,2-0,7	2,8-3	4,85	0,19	0,19	0,4	0,97	6-8,4	0,45	0,1-0,4	0,32	0,24-10	0,1-0,3	0,5-1,1	3,5-3,8	2,7-3,2	3,4	-	1,15	1,2-1,7	-	-	-	-	-	-	3,3-3,5	0,58-0,45	6-15	3,38	-	14	3,02-3,4	10	-	-	-				
		Raum % (scheinbare Porosität)	0,4-1,8	6,8	11	0,5	0,52	0,92	2,3	11,4	1,1	0,3-1	0,94	0,7-3	0,2-0,8	1,4-3,2	9,7	7,3	9,2	-	3,3	3,3-4,8	-	-	-	-	-	-	8,7-9,2	1,6-1,9	1,2-3,0	7,3	-	26	6,3-8,3	2,3	-	-	-				
Druckfestigkeit in kg/cm ²		lufttrocken	1800-3000	565	400-570	1200-1500	1720-2690	1143	934	400	1730-1810	1800-2500	1470	1940 11400	2500 4000	2740	1350	1510	1660	2380	3183	2445- 2937	2445	2657	1852	1638	1558	3447	1780- 2106	2070- 2840	200- 300	800	722	500	615- 861	510- 580	94- 106	100- 107	318				
		wassergesättigt	-	344	400- 600	-	-	1087	949	-	1400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1644	2938	-	2180- 2500	-	800	-	-	380- 947	-	87- 120	-	-				
		ausgefroren	-	540	420- 540	-	-	1113	658	-	1680	-	-	-	2060	830	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2200	3481	1730	1970- 2210	-	-	-	542- 868	370	-	-	-					
Anzahl der Schläge bis zur Zerstörung		11 13	-	-	-	-	-	3	-	11 16	8 9	-	12 17	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6 8	9	-	-	-	-	4 6	-	-	-					
Abnutzung durch Schleifen Verlust in cm ³ auf 50 cm ²		5 8	19,7- 22,6	-	4,1- 4,3	4,4- 6,4	9,3- 10,1	13,3- 14,1	-	6	5 8	13,6	8	5 8,5	8,5	16,8	14,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,7	10,3	11,1	9,6	-	-	-	18,7- 23,8	31,3	-	-	-					
Raumgewicht des Schotters t/m ³		1,3 1,4	-	-	-	-	-	-	-	1,35- 1,45	-	-	1,4 1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,27	1,23	-	-	-	-	-	-	-						
Widerstandsfähigkeit von Schotter gegen Druck u. Schlag		Druck, Straßenbau. Durchgang durch das 10mm Lochsieb	14 30	-	-	27,5	-	-	-	15 22	-	-	13 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,2	25,5	-	-	-	-	-	-	-						
		Schlag, Straßenbau. Durchgang durch das 10mm Lochsieb	8 20	-	-	13,4	-	-	-	6 15	-	-	6 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		Schlag, Gleisbettung. Zertrümmerungsgrad	0,6 1,2	-	-	0,67	-	-	-	-	0,5 0,9	-	-	0,5 0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
		Druckfestigkeit	Lufttrocken	2520 3270	1730 1760	1765 1770	1050 1090	380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,69	0,68	-	-	-	-	-	-	-					
	ausgefroren	-	-	-	-	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9 4	7 5	-	-	-	-	-	-	-							

Die nicht mit Jahreszahlen oder einem bestimmten Vermerk versehenen Angaben sind überwiegend den Erläuterungen zum geologischen Kartenblatt Gleichenberg von Winkler-Hermaden entnommen.