



Bibliothek d. Geol. Bundesanstalt
1031 Wien, Tongasse 12

P.S. 1212, 8^o

3

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

Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks

5: Die Kalke, Marmore und Dolomite Steiermarks.

1. Teil: Allgemeines und der Schöcklkalk

1212, 8^o
(1)

Die bautechnisch nutzbaren Gesteine Steiermarks

Die Kalke, Marmore und Dolomite Steiermarks.

1. Teil: Allgemeines und der Schöcklkalk

3. HEFT



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

Dipl.-Ing. H. Urregg
Oberingenieur der Baustoffprüfstelle

Geol.B.-A. Wien



0 000001 257953

**Herausgeber: Lehrkanzel für Techn. Geologie und Lehrkanzel für Festig-
keitslehre und Werkstoffprüfung der Technischen Hochschule in Graz.
Druck: Julius Schönwetter, Hartberg.**

INHALTSVERZEICHNIS.

	Seite
Einleitung	4
Allgemeine Bemerkungen über den Kalksteinbruch	5
Allgemeine Bemerkungen über Kalk, Marmor und Dolomit	8
a) Der Kalkstein	8
b) Der Marmor	13
c) Dolomitischer Kalk und Dolomit	14
Die Verwendung von Kalk, Marmor und Dolomit	14
a) Kalk	14
b) Marmor	22
c) Dolomit	23
Der Schöcklkalk und seine Begleitgesteine	24
Die gesteintechnischen Verhältnisse	24
a) Der Schöcklkalk	24
b) Der Kalkschiefer	26
Die geologischen Verhältnisse	27
a) Der Schöcklkalk	27
b) Der Kalkschiefer	29
Die einzelnen Vorkommen	29
a) Im Raum von Weiz	29
b) Im Gebiet des Schöckls	33
c) Im Raum von Peggau	37
d) <u>Im Gebiet von Köflach</u>	39
Zusammenfassung	41
A) Die mechanisch-technologische Prüfung	41
1. Der Schöcklkalk	41
2. Der Kalkschiefer	43
B) Die chemischen Verhältnisse	43
1. Der Schöcklkalk	43
2. Der Kalkschiefer	46
C) Die gesteintechnisch-geologischen Verhältnisse	46
D) Die Verwendbarkeit des Schöcklkalkes	47

Einleitung.

Unter den bautechnisch genutzten Gesteinen Steiermarks kommt dem Kalk in wirtschaftlicher Hinsicht eine beachtenswerte Stellung zu. Den Brüchen, die sich vornehmlich auf die Schotter- und Bruchsteingewinnung beschränken, stehen jene gegenüber, deren angegliedertes Kalkwerk einen wesentlichen Teil des gebrochenen Gutes übernimmt. Neben dem Werk, aus dem die Erzeugnisse zugewei abtransportiert werden, sind in Steiermark alle Betriebsgrößen bis zum Zwergebau vertreten, der nur fallweise für den eigenen Bedarf bricht. Vom Großvorkommen mit Millionensubstanz finden sich alle Lagerstättengrößen bis zur Linse mit einigen cbm Inhalt. Kalkvorkommen sind im übrigen mehr oder minder über das ganze Land verteilt. Den Vorkommen mit wirtschaftlich günstigen Voraussetzungen im mittelsteirischen Raum steht eine geringere Anzahl gleicher Vorkommen in den anderen Landesteilen gegenüber.

Ein Kalkbruch, an den die Angliederung eines Kalkwerkes beabsichtigt ist, stellt eine Anlage dar, die eine größere Investition erfordert als die meisten anderen steinerzeugenden Betriebe. Vor der Errichtung müssen daher, wenn ein Mißerfolg ausbleiben soll, vor allem auch alle mit dem Bruch als Rohstofflieferant zusammenhängenden Fragen, soweit sie auf die Bauwürdigkeit von Einfluß sind, geklärt sein. Bei der diesbezüglichen Beurteilung von Vorkommen besteht neben örtlichen Verschiedenheiten auch immer ein Komplex gemeinsamer Momente. Eine Besprechung dieser, den Wert eines Vorkommens bestimmender Verhältnisse, wird neben allgemeinen Bemerkungen über Kalk, Dolomit und Marmor zur Vermeidung von Wiederholungen vorangestellt.

Die Dolomit- und Marmorbrüche treten in Steiermark hinter jenen von Kalk zahlenmäßig zurück.

Wie bisher richten wir an die Praxis die Bitte, uns Ergänzungen oder allfällige Richtigstellungen zur Berücksichtigung in einem abschließenden Heft mitzuteilen.

Für Hinweise sind wir den Herren Dipl. Ing. Beidl, Köflach, Ing. Schirmbacher, Peggau und Dipl. Ing. Koderhold, Neustift, verbunden.

Den Druck hat die Steiermärkische Landesregierung durch die verständnisvolle Gewährung einer finanziellen Beihilfe ermöglicht.

Graz, im Oktober 1949.

DIE VERFASSER.

Allgemeine Bemerkungen über den Kalksteinbruch.

Die Wirtschaftlichkeit eines Kalkwerkbetriebes hängt in erster Linie davon ab, ob ein in seiner chemischen Zusammensetzung geeignetes gleichmäßiges Material in befriedigender Substanz vorhanden ist. Mit Rücksicht darauf, daß das Material in bestimmter Größe in den Ofen eingesetzt werden muß, muß überdies die Gewähr gegeben sein, daß das Material in der gewünschten Größe gewonnen werden kann. Speziell in den Alpen befinden sich die horizontal abgelagerten Kalkbänke fast nie in der ursprünglichen Lagerung und Unversehrtheit. Sie sind bei den gebirgsbildenden Bewegungen fast stets in verschiedenem Ausmaß verfallen, verschoben und zerbrochen worden. Die mit den tektonischen Ereignissen in Zusammenhang stehende Zertrümmerung darf keinesfalls von einem Ausmaß sein, daß dadurch mit den für den Ofeneinsatz geeigneten Blockgrößen ein so großer Anfall von kleinstückigem Material verbunden ist, daß dieser innerhalb hinnehmbarer Zeit nicht abgesetzt werden kann und für den Betrieb eine zu hohe Belastung wird. Wenn der Absatz von kleinstückigem Rohstein nicht sichergestellt zu werden vermag, müßte für dieses Gut ein eigener Ofen vorhanden sein. Es sind für diesen Zweck selbsttätige Schachtöfen mit Druck- oder Zugluft gebräuchlich, von denen das rasch gargebrannte Material in die Mahlanlage geht. Die Blockgröße ist beim Ofeneinsatz aus dem Grund von Bedeutung, da von ihr die Wirtschaftlichkeit des Brennvorganges abhängt. Bei den üblichen Öfen ist möglichst gleich großes, nach oben und unten begrenztes Material (im Mittel um 200 mm) erforderlich. Das Durchbrennen des eingesetzten Gutes erfolgt von außen nach innen. Bei einem kleinen Stein wird der Kern rascher erreicht als bei einem großen. Ist der erste fertiggebrannt, so ist bei stark größenverschiedenem Ofeneinsatz der Kern des anderen gegebenenfalls noch roh („Krebse“). Brennt man länger, so leiden die kleinen Steine darunter und überdies ist dieser Vorgang unwirtschaftlich, da gebrannter Kalk im Ofen liegt, für den unnütz Brennstoff verfeuert wird.

Über eine maschinelle Aufbereitung für das Material zum Ofeneinsatz verfügen unseres Wissens nur zwei steirische Kalkwerke. •

Um sich den nötigen Einblick über ein Vorkommen zu verschaffen, darf man nie, wie es leider nur allzu oft der Fall ist, vor Aufschluß-

arbeiten zurückschrecken. Schürfungen und Bohrungen lohnen sich fast stets. Unter Schürfen wird dabei das planmäßige Ziehen von Gräben verstanden, durch die eine auf ihre Bauwürdigkeit zu untersuchende Lagerstätte strichweise bloßgelegt wird, so daß man an verschiedenen Stellen Proben entnehmen kann. Man erhält bei diesen Arbeiten gleichzeitig Aufschluß über die Mächtigkeit des Abraumes in den einzelnen Abschnitten. Bei den durch ein Großwerk verarbeiteten Massen bedarf ja die Abraumfrage in Zusammenhang mit dem Platzbedarf von vornherein einer entsprechenden Berücksichtigung. Man rechnet dabei auf 1 cbm gewachsenen Boden bei Sand und Kies ungefähr $1\frac{1}{4}$ cbm und bei Lehm oder Erde $1\frac{1}{2}$ cbm. Fast immer sind unmittelbar unter dem Abraum die „gewachsenen“ Partien von der Verwitterung betroffen. Die Klüfte sind mit Verwitterungsprodukt erfüllt und das Gestein ist mehr oder minder tief von der Zersetzung beschädigt. Dieses Material neigt im Kalkofen zum Zerfall und liefert wenig großstückigen Kalk. Eine Verlegung des Ofenzuges ist zu befürchten. Man tut immer gut, wenn man die oberflächennahen Schichten vom Brennen ausschaltet. Finden sie nicht Absatz als Straßenbaustoff oder gemahlen als kohlenaurer Kalk für die Landwirtschaft, so ist zu beachten, daß sie eine zusätzliche Mehrung der Halde bedeuten und bei der Platzfrage einzurechnen sind. Dasselbe gilt für unbrauchbare Schichten, die im Bruch allenfalls zwischen dem verwertbaren Gut eingelagert sind. Für die Rentabilität eines Bruches ist das Verhältnis zwischen brauchbarem Gut und Haldenmaterial von maßgeblichster Bedeutung.

Die verhältnismäßig hohen Investitionskosten eines großen Kalkwerkes lassen es unter Umständen ratsam erscheinen, daß man über Schürfung und Bohrung hinaus vor der Errichtung desselben die vollständige Aufschließung des Vorkommens verlangen muß.

Durch die Schürfung erhält man gegebenenfalls auch Einblick in die Lagerung. Man sieht, nach welcher Seite die Bänke einfallen. Zweckmäßig ist der Angriff senkrecht dem Streichen zu legen. Es wird dadurch das Abstürzen der gebrochenen Steine auf die Bruchsohle wesentlich erleichtert. Diese Angriffsart erschwert allerdings bei der beschriebenen Lagerung die Etagerung des Bruches. Bei einem geplanten Etagenbau wird in diesem Fall der Angriff zweckmäßig schräg, etwa unter 45 Grad zur Einfallrichtung, angesetzt.

Da der Kalk im allgemeinen keine höheren Transportkosten verträgt, ist für Großwerke die Lage des Vorkommens an Verkehrswegen eine wichtige Voraussetzung. Bei der Empfindlichkeit des Branntkalkes gegen feuchte Luft sichert letzten Endes nur der Einsatz von Spezialwagen einen größeren Aktionsradius.

Unter Umständen wird zu entscheiden sein, ob es zweckmäßiger ist, das Kalkwerk beim Bruch oder am Ort des Bahnanschlusses zu erstellen.

Baugrund, Fördermenge, Fördergewicht und Förderweite sind bei diesen Überlegungen mitbestimmende Faktoren. Bei diesen Erwägungen legt man im allgemeinen für 1 Gewichtsteil gebrannten Kalk, 2 Gewichtsteile Rohstein (auf Grund jahrelanger Beobachtungen von Herrn Ing. Beidl beim Schöcklkalk von Gradenberg 1,84. Herr Ing. Schirnbacher gibt für den Bruch Strauß in Peggau 1,8 kg Rohstein an), bzw. 0,2 Gewichtsteile eines guten Brennstoffes (etwa von 6000—7000 Kalorien) zugrunde. Ferner spielt eine Rolle, daß der Brannkalk bei schlechter Witterung möglichst geschützt sein muß und daher auch aus diesem Grunde nach Möglichkeit nicht umgeladen werden soll. Schließlich ist noch in Betracht zu ziehen, daß bei der Errichtung des Ofens beim Bruch bis zum Bahnanschluß zur Vermeidung von Verunreinigungen verschiedene Transportgefäße, und zwar getrennt für Kalk und Brennstoff, vorhanden sein sollen.

Hinsichtlich der technischen Gestaltung der Steinbrüche Steiermarks ist zu sagen: Durch die verhältnismäßig große Steinentnahme unter kriegsbedingten Verhältnissen kam es fast durchwegs zur Nichtbeachtung der Abbauvorschriften. Verschiedene steirische Kalksteinbrüche bieten alles eher als ein befriedigendes Bild. Ungegliedert stellt nicht selten eine über 100 m hohe Front auf. Es ist verständlich, daß daraus für den Arbeitsbetrieb in immer größerem Maße Gefahren erwachsen und Schwierigkeiten entstehen. U. a. ist der systematische Einsatz von Arbeitsgruppen behindert. Manche Bruchsohle kann man speziell im Frühjahr kaum ungefährdet betreten. Ein und derselbe Steinbruch bietet gelegentlich den Ausgangsstoff für verschiedene Erzeugnisse. Bestimmte Bänke und Partien eignen sich besonders für Brannkalk, andere dafür weniger geeignete sind, wenn sie genügend Härte und Festigkeit aufweisen, allenfalls als Baustein oder Schotter zu gebrauchen. Fehlt auch die Eignung hierfür, so kommt noch die Verwendung als Düngekalk in Betracht. Es wäre daher wiederholt für verschiedene Partien gesonderte Gewinnung nötig. Als allgemeiner Grundsatz für die Planung eines Kalksteinbruches gilt in dieser Hinsicht, daß sich die Entwicklung der Front in der Form vollziehen soll, daß man jederzeit in der Lage ist, bestimmte Bänke so abzubauen, daß die jeweils gewählten Steine nicht mit ungleichartigem Material, Abraummasse oder unbrauchbarem Zwischenmittel vermengt werden. Diesen Forderungen kann bei einem großen Bruch im allgemeinen nur der Strossen- oder Etagenbau Rechnung tragen. Bei bestimmter Lagerung (bei in den Berg fallenden Schichten) ist der Etagenbau überhaupt nicht zu umgehen. Der Bruch gerät ansonsten mit dem fortschreitenden Abbau in solche Schwierigkeiten, daß er aufgegeben werden muß. Nicht zutreffend sträubt man sich vielfach gegen den Etagenbau mit dem Vorwand der Kostspieligkeit. U. a. bringt man vor, daß die auf den obersten Etagen gewonnenen Steine von Stufe zu Stufe

transportiert werden müssen, bis sie zur Bruchsohle gelangen. Ein derartiges Verfahren käme sicherlich teuer. Jeder Terrasse wird eben aus diesem Grund eine Absturzschürre (Schleuse) oder ein Bremsberg zur Ablieferung zur Bruchsohle beigegeben. Bei sehr hohen Brüchen ist nunmehr von einzelnen steirischen Werken die Errichtung von Förder- bzw. Sturzschächten vorgesehen, bzw. in Angriff genommen worden. Ihre Errichtung setzt selbstverständlich auch Etagenbau voraus. Als Vorteile dieser Förderung stellen sich heraus, daß der Abtransport ohne Kosten vor sich geht, daß das bei der Anlegung des Schachtes gewonnene Rohgestein verwertet werden kann und schließlich, daß der Schacht bei entsprechender Dimension die Möglichkeit zur Lagerung großer Massen bietet. Letzterer Umstand ist besonders im Winter und bei längerer schlechter Witterung von Vorteil. Trichterbau (Rollochbetrieb) hat kein steirischer Kalksteinbruch. In vielen Fällen würden übrigens die Geländeverhältnisse die Ausnützung der bei dieser Betriebsweise gebotenen Vorteile ausschließen.

Jeder Bruch und ganz besonders jene der Kalkwerke müssen der Entfernung des Abraumes Augenmerk zuwenden. Zugegeben, bei vielen steirischen Kalksteinbrüchen ist der Abraum verhältnismäßig geringmächtig. Wenn dann auch nur geringe Nachbruchgefahr besteht, wird der lockere Boden bei Regen doch abgespült und verschmutzt die Bruchwand in mehr oder minder breiter Front. Der Rest sammelt sich auf der Bruchsohle und muß letzten Endes doch entfernt werden, so es der Betrieb nicht vorzieht, seine Ware durch Zumengung dieser Massen in der Güte zu drücken. Die lehmig verschmutzte, braune Front manches gesteinsmäßig guten steirischen Kalksteinbruches ist nur auf Nachlässigkeit in der Abraumfrage zurückzuführen.

Allgemeine Bemerkungen über Kalk, Marmor und Dolomit.

a) DER KALKSTEIN.

Neben reinstem Kalk mit mehr als 99 % CaCO_3 (theoretisch 56 % CaO und 44 % CO_2), der Härte 3 und dem spezifischen Gewicht 2,6—2,8 gibt es durch die Zunahme des Gehaltes an MgCO_3 im dolomitischen Kalk Übergänge zum Dolomit mit 54 % CaCO_3 und 46 % MgCO_3 , der Härte 3,5—4 und dem spezifischen Gewicht 2,85—2,95.

Außer dieser für den Technologen vor allem wichtigen und auf dem Chemismus basierenden Gliederung wird der Kalkstein noch nach ver-

schiedenen anderen Gesichtspunkten eingeteilt und allenfalls durch Beinamen näher bezeichnet. Nach der Zugehörigkeit zu großen geologischen Einheiten spricht man z. B. von paläozoischen, mesozoischen und tertiären Kalken, je nachdem ob diese im Altertum, Mittelalter oder in der Neuzeit der Erde gebildet worden sind. Eine stratigraphisch weitergehende Gliederung hält u. a. den Schöckl-, Murauer-, Gulensteiner-, Wetterstein- und Dachsteinkalk auseinander. Nach dem kennzeichnenden Gehalt an Versteinerungen spricht man andererseits z. B. vom Krinoiden-, Clymenien-, Pentamerus- und Muschelkalk. Die Steinindustrie teilt dagegen außer nach dem Chemismus die Kalke vielfach nach der Härte ein und unterscheidet harte und weiche.

Gesteinskundlich weisen die einer geologischen Einheit angehörigen Kalksteine vielfach gewisse gemeinsame Züge auf. In den gesteintechnischen und betriebswirtschaftlichen Belangen zeigt jedoch wohl fast jedes Vorkommen besondere, ihm eigene Verhältnisse, die vielfach für die Bauwürdigkeit entscheidend sind. Man kann in dieser Hinsicht z. B. Vorkommen mit im Chemismus verhältnismäßig gleichmäßigem Material solchen gegenüberstellen, in denen der Kalkstein starkem Wechsel unterworfen ist. Der Wechsel kann sich wieder von Bank zu Bank vollziehen oder mit dem liefergreifenden Abbau erfolgen. Gewisse Schwankungen sind auch in den besten Vorkommen fast stets vorhanden. Praktisch rechnet man zu den reinen Kalken im allgemeinen jene, die weniger als 5 % Beimengungen besitzen. Leider ist festzustellen, daß die Schwankungen des Rohsteines, denen ebensolche in den Erzeugnissen entsprechen, vielfach noch nicht die nötige Beachtung finden. Für eine Kontrolle der chemischen Beschaffenheit des jeweiligen Abbaugutes besitzen trotz deren Bedeutung wohl die wenigsten Werke auch nur die einfachsten Einrichtungen. Es ist daher kaum verwunderlich, daß manchem Unternehmen die Klagen über eine Änderung in der Beschaffenheit ihrer Produkte durch die Abnehmer Sorge machen, ja, daß es vorkommt, daß Unternehmen überhaupt erst durch solche Klagen auf das Vorhandensein von Schwankungen aufmerksam werden.

Jedes Kalkwerk sollte in der Lage sein, seinen Bruch und das jeweils anfallende Gut selbst wenigstens in großen Zügen zu überwachen. Von Zeit zu Zeit sollten die Bänke systematisch auf ihre Eignung zum Brennen untersucht werden. Von der chemischen Zusammensetzung hängen doch wesentliche Fragen ab, wie z. B. die Höhe der Brenntemperatur, die Dauer der Maximaltemperatur, der der Kalkstein beim Brennen ausgesetzt werden muß usw. Sofort müßte eine Untersuchung vorgenommen werden, wenn eine Beanstandung erfolgt. Ein Kalkwerk müßte dazu über die einfachsten Geräte zur Prüfung der Kalksteine auf ihren Gehalt an kohlenstoffsaurem Kalk verfügen. Sind bei einem Werk Mahlanlagen vorhanden, so wäre eine Einrichtung zur Prüfung umso mehr zu fordern,

da die Untersuchung auf Bänke aufmerksam macht, die die Möglichkeit zur Herstellung besser bezahlter Erzeugnisse bieten, wie von Zement- oder Romankalk. Hand in Hand mit der Kontrolle des Steines sollte ein Kalkwerk in der Lage sein, den Aschengehalt der Kohle und die Zusammensetzung der den Ofen verlassenden Gase zu prüfen. Bei einem Kalkofen ist eine wesentliche Wärmeausgabe für die Erhitzung der Verbrennungsluft zu verzeichnen. Die Luftzufuhr darf daher nur im unbedingt nötigen Umfang erfolgen. Von einer nicht entsprechenden Luftzufuhr kann man sich einfach durch die Untersuchung der Verbrennungsgase überzeugen. Enthalten diese CO, so ist der Verdacht nahe, daß zu wenig Luft zugeführt wird. Zeigen die Gase dagegen viel Sauerstoff, so ist zu viel Luft zugeführt worden und es wird Brennstoff vergeudet. Man rechnet, daß bei richtiger Leitung des Brennvorganges in den Abgasen bei fehlendem CO nicht mehr als 2 % O, bzw. 33—36 % CO² und als Rest Stickstoff vorhanden sein darf. Für die Untersuchung der Abgase gibt es handliche und nicht teure Apparate. Für die Wirtschaftlichkeit des Brennvorganges bietet bei Fehlen entsprechender Geräte auch die Temperatur der Abgase einen gewissen Anhaltspunkt. Im Kalkwerk Strauß, Peggau, hat man bei einer Reihe von Messungen die Temperatur der Abgase bei den Schachtföfen mit Außenfeuerung mit 240—330 Grad C, bei den Segeröfen (Schachtföfen mit Mischfeuerung) mit 220—260 Grad C ermittelt. Behelfsmäßig stellte man bei den Schachtföfen in Neustift die Temperatur mit 300 Grad C fest.

Ist ein Werk in der Lage, die genannten Kontrollen vorzunehmen, so ist für die wirtschaftliche Führung des Betriebes eine wichtige Grundlage geschaffen.

Die Ergebnisse mit dem Kalkmesser (Calzimeter) sind bei sorgfältiger Arbeit auf $\frac{1}{2}$ % genau, wenn der Mg-Gehalt der Probe nicht über 5 % hinausgeht. Bei einiger Übung rechnet man für eine Bestimmung mit dem Kalkmesser höchstens 10 Minuten. Bei der Herstellung von Wasserkalk reicht das Calzimeter zur Kontrolle nicht mehr aus. Man muß dann in der Lage sein, auch den Gehalt an Ton zu bestimmen, wofür es ebenfalls einfache Betriebsmethoden gibt.

Die Schwankungen im Chemismus des Kalkes werden durch Verunreinigungen bzw. Beimengungen verursacht, die auf die Verwendbarkeit des Materiales von maßgeblichem Einfluß sind. Unter den Beimengungen sind vor allem Ton, Kieselsäure, Eisenverbindungen, organische Stoffe und in seltenen Fällen Manganoxyd zu nennen. Die Eisenverbindungen und die organischen Stoffe bestimmen im besonderen die Farbe des Kalkes, die bekanntlich sehr wechselvoll sein kann. Die in der Regel die graue bis schwarze Farbe verursachenden organischen Stoffe sind vor allem auch Anlaß, daß verschiedene Kalke beim Erhitzen oder bei der mechanischen Beanspruchung einen kennzeichnenden Geruch besitzen.

Auch nach den Verunreinigungen gibt es für den Kalkstein öfters gebrauchte Benennungen.

Man spricht je nach dem Magnesiumgehalt von schwach und stark dolomitischen Kalken; bei geringer Tonbeimengung von tonigen oder mergeligen Kalken, bei einem Tongehalt bis etwa 15 % von Kalkmergeln und schließlich bei einer Tonkomponente bis etwa 30 % von einem Mergel. Bei erheblicher Beimengung von Kieselsäure spricht man von einem Kieselkalk und bei einem größeren Gehalt an bituminösen Bestandteilen, der sich beim Zerkleinern durch den Geruch verrät, von einem Stinkkalk.

Abgesehen von diesen Stoffen haben Kalksteine stets auch einen Wassergehalt, der als Bergfeuchtigkeit bezeichnet wird. Die Spaltung des Kalziumkarbonates erfolgt beim Brennen in Gegenwart von Wasserdampf aus der Bergfeuchtigkeit bereits unterhalb 800 Grad C. Man hat zur Herabsetzung der Brenntemperatur wiederholt den Versuch gemacht, der Brennzona Wasserdampf zuzuführen. Es zeigte sich jedoch, daß die Kosten der Erzeugung des Wasserdampfes die erzielte Kohlenersparnis beim Brennen übersteigen. Der Grund dafür, daß die feuchten Steine leichter brennen, ist, daß der sich entwickelnde Wasserdampf einen ungefähr 1600 mal so großen Raum wie das Wasser einnimmt. Das Gestein erfährt dadurch eine Lockerung, die sonst erst bei der Spaltung des Karbonates zustandekommt. Das auf diese Weise zustandekommende Zerspringen darf aber nicht bis zum sogenannten Zerschlagen gehen, worunter der Ofenzug und die Ausbeute an Stückkalk leiden. Abgesehen von der Verunreinigung, die in einem Vorkommen mehr oder weniger wolkig verteilt auftritt, ist es nicht selten, daß in einem Bruch die Zusammensetzung des Kalkes von Schichte zu Schichte wechselt. Die daraus sich ergebenden Schwierigkeiten sind besonders beträchtlich, wenn ein wiederholter Wechsel mit tonhaltigen Lagen vorliegt. Besonders bei Süßwasserkalken (z. B. im tertiären Kalk im Becken von Rein), ist das schichtweise Schwanken viel häufiger als bei dem im Meer gebildeten Kalkstein zu beobachten. Die Einschaltung schmaler Tonbänke erleichtert zwar die Lösung im Bruch, doch beim Brennen bilden sich um den Kalk Krusten, die das Löschen erschweren. Tonhaltige Gesteine, wie überhaupt Kalksteine mit geringerem CaCO_3 -Gehalt, brauchen zur Entsäuerung bedeutend weniger Hitze als hochwertige Steine. Werden sie trotzdem auf die den letzteren zukommende Brenntemperatur erhitzt, so tritt eine Bindung zwischen Kalk und den tonigen Bestandteilen ein und es entstehen Produkte, die dem Zementkalk ähnlich sind. Sie löschen im Wasser gar nicht oder sehr träge ab und dürfen meist nicht eingesumpft werden, da ihr Kalkbrei in der Grube erstarrt. An und für sich besitzen die Tonerde und die Kieselsäure einen höheren Schmelzpunkt als die im Kalkofen herrschenden Temperaturen betragen. Bei Gegenwart von Eisenhydroxyd wird jedoch der Schmelzpunkt auf etwa 1200 Grad C

herabgesetzt. Kieselsäure, Tonerde und Eisenhydroxyd sind übrigens auch vielfach in der Kohlenasche vorhanden und verursachen ebenfalls bei der Berührung mit dem frisch gebrannten Kalk oberflächliche Verbindungen (Schlackenbildungen). Bei der für die Erzeugung von Branntkalk verwendeten Kohle bedarf auch deren Schwefelgehalt der Beachtung. Nachteile treten diesfalls besonders leicht beim Brand im Ringofen auf. Bei manchen Kalken, wie im größeren Umfang beim Schöcklkalk, handelt es sich nicht so sehr um eine Einschaltung toniger Lagen in den Schichtverband, sondern es liegt in erster Linie die Einschwemmung von tonigem Rückstand entlang der Klüfte und Risse vor. Bestenfalls kann man bei derartigen Verhältnissen hoffen, daß speziell trockener Ton bei den Gewinnungsarbeiten wenigstens teilweise abbröckelt.

Bei bestimmter Lagerung der Schichten (aus dem Berg fallend) kann die Einschaltung von Tonlagen unter Umständen in einem Bruch Rutschgefahr bedingen.

Größeren Gehalt an Kieselsäure besitzen die sogenannten Kieselkalle. Man glaubt annehmen zu dürfen, daß die bei 573 Grad C erfolgende Umwandlung von Tief- in Hochquarz mit einer solchen Volumsvermehrung verbunden ist, daß ebenfalls das Schießen im Ofen begünstigt wird. Von anderen Kalken unterscheidet den Kieselkalk die wesentlich größere Härte.

Der Mg-Gehalt des Kalkes schließlich verdient insoferne Beachtung, als die Zersetzung des kohlen-sauren Kalkes zwischen 700—900 Grad C in intensivem Maß stattfindet und sehr langsam vor sich geht. Der erste Zerfall des Magnesiumkarbonates erfolgt dagegen bereits bei 500 Grad. Bei Innehaltung einer bestimmten Temperatur ermöglicht dieser Umstand durch das Brennen dolomitischer Kalksteine Erzeugnisse herzustellen, in denen nur die kohlen-saure Magnesia, nicht aber der kohlen-saure Kalk zersetzt ist. Bei den Schachtöfen kann an den überhitzten Stellen die Temperatur 1200 Grad C erreichen. Diese Temperatur wirkt sich beim kohlen-sauren Kalk in noch hinnehmbarem Maße aus. Der Kalk wird träger löschend. Das Magnesiumkarbonat ist dagegen bei dieser Temperatur derart überbrannt, daß bei normaler Verarbeitung als Mörtelbindestoff die vollkommene Hydratisierung nur allzu leicht erst im Bauwerk auftritt und dort schädliche Treiberscheinungen bewirkt. Durch genügend langes Einsumpfen oder durch längeres Liegenlassen des frisch angemachten Mörtels kann diese Gefahr herabgemindert werden.

Ebenso wie Schwankungen im Chemiesmus treten beim Kalkstein ein und desselben Bruches auch Streuungen in den mechanisch-technologischen Werten auf. Hiefür ist vielfach die partiellweise verschiedene tektonische Beanspruchung des Gesteines verantwortlich. Für das Verständnis dieser Erscheinung muß man jedoch durchaus nicht gleich an ausgeprägte Zerrüttungszonen denken. Wechselnde Korngröße, verschie-

dene Kornverwachsung und vor allem tonige Beimengungen können des weiteren als Ursache für die wechselnde Festigkeit in Betracht kommen.

In mehr oder minder dichter Anordnung weisen die meisten Kalke zufolge tektonischer Beanspruchung Zerklüftung auf. Durch den aus zirkulierenden Lösungen abgesetzten reinen Kalk sind die Klüfte wiederholt ausgeheilt. Die dadurch bedingte meist auffallend lichte Aderung gibt besonders bei unregelmäßigem Verlauf manchem Kalk ein recht dekoratives Aussehen.

Neben dem Fels bildenden Kalkstein tritt CaCO_3 noch als mehr oder minder wasserheller (reiner), durchsichtiger Kristall auf. Die Kristalle finden sich meist als Klüftbildungen (z. B. im Steinbruch Fölling, Steinbruch am Steinberg bei Graz und Isenrode bei Radegund). Das CaCO_3 dieser Form ist in der Regel verhältnismäßig sehr rein. Meist liegen jedoch nur recht geringmächtige Bildungen vor und es besteht so enge Verwachsung mit dem die Aufwachsungsfläche darstellenden Kalkstein, daß sich die gesonderte Gewinnung des Calcites für technische Zwecke nicht lohnt.

Gelegentlich kommt es in den Klüften zu sinterartigem Absatz, der unter der Benennung „Onyx“ für kunstgewerbliche Arbeiten Verwendung findet.

b) DER MARMOR.

Unter Marmor versteht die Gesteinskunde ausschließlich die körnigen Abarten des Kalksteins, die eine sogenannte Umprägung (Metamorphose) hinter sich haben. In der Steinindustrie werden jedoch unter der Bezeichnung Marmor alle körnigen und dichten Kalksteine zusammengefaßt, die polierfähig sind. In der Praxis macht sich diese Benennung so geltend, daß der größte Teil des zu dekorativen Zwecken verarbeiteten „Marmors“, besonders die gefärbten Abarten, tatsächlich gesteinskundlich dichter Kalkstein sind. Geschätzt sind vor allem die durchscheinenden Varietäten. Durchscheinendes Verhalten besitzen in erster Linie die gesteinskundlich echten Marmore. Bei den besten Marmoren dringt das Licht noch durch bis 3,5 cm starke Platten. Neben der weißen Farbe besitzt der gesteinskundliche Marmor öfters noch lichtgrauen Farbton. Seltener sind dunkle Marmore mit beigemengten feinen Kohle- oder Graphitpartikelchen. Der gesteinskundliche Marmor ist vielfach sehr rein und enthält außer CaCO_3 und eventuell MgCO_3 in der Regel nur geringe Beimengungen von Eisen, Mangan, Ton oder Kieselsäure. Mit zunehmendem MgCO_3 -Gehalt bestehen Übergänge zum Dolomitmarmor. Bei jedem für dekorative Zwecke dienenden Marmor ist besonders auch auf die Führung von Schwefelkies zu achten, da von ihm die bei der Verwitterung entstehende Rosffleckigkeit den Ausgang nimmt.

c) DOLOMITISCHER KALKSTEIN UND DER DOLOMIT.

Dolomite führen vielfach zur näheren Bezeichnung den Namen einer bestimmten geologischen Schichte. In Steiermark haben z. B. der Haupt-, Ramsau- und der Dachsteindolomit größere Verbreitung.

Das Verhältnis von CaCO_3 zu MgCO_3 kann in den verschiedenen Vorkommen alle möglichen Werte annehmen und man spricht von Übergängen von Kalk über den dolomitischen Kalk zum Dolomit. Brennt man einen Dolomit bis etwa 1200 Grad C, so erhält man ein Brennprodukt, das mit Wasser oft ein sehr weißes Hydratpulver gibt, das zum Tünchen und Weißen gern verwendet wird, jedoch wie oben erwähnt bei Außerachtlaffung der nötigen Vorsicht bei der Verarbeitung gefährlich werden kann. Brennt man dagegen etwa nur bis etwa 800 Grad C, so erhält man einen unter Wasser erhärtenden Mörtelstoff. Diese in den Handbüchern zu findende Darstellung bedürfte nach unserer Erfahrung näherer Prüfung. Von uns durchgeführte Versuche haben vielfach gerade das gegenteilige Ergebnis gezeigt. Wird dagegen MgCO_3 bis zur Sinterung (Schmelzung) erhitzt, so erhält man den Sinterdolomit, der als Futter für Industrieöfen Bedeutung hat.

An fremden Beimengungen enthält der Dolomit häufiger Eisen- bzw. Mangankarbonat, das sich bei der Verwitterung oft durch gelbe, braune oder schwärzliche Färbung verrät. Weiterhin kann der Dolomit auch Kieselsäure und Tonerde enthalten.

Die spröden Dolomite weisen vielfach engständige Zerklüftung auf, die verhältnismäßig rasch zum grusigen Zerfall bei der Verwitterung führt. Diese Verwitterungsform charakterisiert geradezu die Landschaft mit dolomitischem Untergrund. Aus sandig-grusiger Flanke ragen bizarr geformte Türme und Türmchen, wie sie in Steiermark z. B. besonders trefflich im Gesäuse am Fuß der großen Wände zu beobachten sind (Haindlkar, am Weg ins Johnsbachtal).

Dolomitische Mergel geben schließlich ebenso wie die Kalkmergel als Brennprodukte Wasserkalke.

Die Verwendung von Kalk, Marmor und Dolomit.

a) DER KALKSTEIN.

Die Verwendung des Kalkes ist mannigfach.

Bruchsteine.

In großem Umfang werden für die verschiedensten Zwecke gewöhnliche und lagerhafte Bruchsteine gewonnen. Das Bruchsteinmauerwerk aus Kalk fügt sich wohlthuend in das Landschaftsbild. Da Österreich be-

sonders bestrebt ist, die Voraussetzungen für den Fremdenverkehr zu schaffen und zu erhalten, sollte darauf stets Bedacht genommen werden. Der Reiz verschiedener Bauwerke ist nicht allein in der landschaftlichen Lage, sondern auch in der harmonischen Einfügung des Baustoffes begründet. Dabei ist festzustellen, daß sich in zahlreichen Fällen das Bruchsteinmauerwerk kaum höher stellt als die Verwendung eines anderen Baustoffes, im besonderen nicht, wenn man die Haltbarkeit berücksichtigt.

Straßenbaustoff:

Als Straßenbaustoff spielen die steirischen Kalke eine große Rolle. Neben der Verwendung als Packlage und Grobschotter im Unterbau werden Schotter und Splitt auch für den Oberbau herangezogen. Mit Berechtigung kann bei letzterer Verwendung auf verschiedene Mängel hingewiesen werden. So wird im besonderen über die Staubplage geklagt. Durch eine entsprechende Tränkung ist jedoch eine gewisse Milderung erreichbar. Die systematische Untersuchung und die vergleichende Darstellung der steirischen Gesteinsvorkommen wird aufzeigen, daß die vielfache Verwendung von Kalk als Straßenbaustoff in Steiermark dadurch gerechtfertigt ist, daß in verschiedenen Gebieten kein besseres Gestein in wirtschaftlich tragbarer Entfernung zur Verfügung steht.

Gleisbettungsstoff:

Der eben erwähnte Umstand ist die Ursache, daß der Kalk trotz gewisser Mängel auch als Gleisbettungsstoff in beachtlichem Umfang Verwendung findet.

Betonzuschlagstoff:

Als Nachteil erweist sich bei der Verwendung des Kalkes als Zuschlagstoff, daß der Gehalt an Steinmehl nicht selten ungewöhnlich groß ist. Das Steinmehl haftet zum großen Teil am Brechkorn. Durch den gleichzeitigen Anfall von Klufflehm wird die Güte nicht selten noch verschlechtert. Im besonderen das tonige Steinmehl setzt die Bindefähigkeit des Brechschotters herab. Dieser Nachteil kann durch Waschen des aufbereiteten Brechgutes gemindert werden. Eine weitere Verbesserung des Zuschlagstoffes kann durch den Ersatz des ausgeschlämmten Anteiles durch entsprechend gekörnten, reinen Natursand feinkörniger Beschaffenheit erreicht werden. Bei Beton, der höheren Temperaturen ausgesetzt ist, erweist sich der Kalkzuschlag selbstverständlich gegenüber verschiedenen anderen Zuschlagstoffen weniger günstig, da der Kalk gegebenenfalls bei dieser Verwendung gebrannt wird und den Beton zu vorzeitigem Zerfall bringt.

Zementrohstoff:

Im Zusammenhang mit der in Aussicht genommenen gesonderten

Darstellung der in Steiermark vorhandenen Zementrohstoffe wird an dieser Stelle auf den Kalk zurückzukommen sein.

Keramische Industrie:

In der Regel wird von der keramischen Industrie gemahlener, dichter Kalk bevorzugt. Die erwünschten, weißbrennenden Scherben verlangen einen eisenfreien Kalk.

Glasfabrikation:

Man verwendet gemahlene Kalk. Die erforderliche Reinheit richtet sich nach der herzustellenden Glassorte. Auch ein geringer Eisengehalt macht den Kalk für weißes und farbloses Glas unbrauchbar, wie auch ein Gehalt an Ton, da dieser zumeist eisenschüssig ist. Magnesia ist meist nicht erwünscht, da diese die Glasmasse strengflüssig macht.

Sodafabrikation:

Man nimmt gemahlene, dichten Kalk.

Brannkalk:

Der Brannkalk wird für den Verbraucher in drei Handelssorten geliefert.

- a) Als Stückkalk, so wie er aus dem Ofen kommt (im Durchschnitt in der Größe zwischen 150 und 300 mm). Außer durch die Ofenart wird die Ausbeute an Stückkalk auch von der Natur des Rohsteines beeinflusst, wie von seiner mehr oder minder großen Zerreiblichkeit, seiner Neigung zum Zerschießen oder zum Zerfall in der Vorwärmzone.
- b) Feingemahlen in Säcken. Für verschiedene Industriezweige, aber auch für Händler ist der Bezug von gemahlendem Brannkalk vorteilhaft. Bei guter Verpackung und Aufbewahrung kann er mehrere Wochen gelagert werden. Auf der Baustelle bietet er den Vorteil, daß er bei richtiger Mahlung ohne Hinterlassung des dem Mauerwerk gefährlich werdenden Rückstandes rasch ablöscht (6—8 Stunden). Außerdem können dem Kalk hydraulisch wirkende Zusätze, wie Traß, Ziegelmehl usw. beigegeben werden, die die Festigkeit erhöhen. Die Mischung wird diesfalls inniger und die Wirkung des Zusatzstoffes günstiger. Der Kalk wird dadurch auch widerstandsfähiger gegen die lösende Wirkung des Wassers. Er kann dann als künstlicher Wasserkalk bzw. hydraulischer Kalk verwendet werden.

Über die Festigkeitsverhältnisse bei Traß-Zusatz informiert folgende Aufstellung:

KALKFESTIGKEITEN BEI TRASSZUSATZ:

Kalk von in %	Traß von Gossendorf Oststmk. in %	Festigkeiten in kg/cm ²					
		Zug nach Tagen			Druck nach Tagen		
		7	28	56	7	28	56
	100			1			6

Peggau (Strauß)

10	90	40	59,2	68,5	185	272	334
20	80	37	51,4	70,8	138	228	372
44,5	55,5	24,8	44,7	54,2	88	195	253
50	50	14,3	39,3	50,9	42	143	184
75	25	7,5	19,5	33,3	16	63	103
100		3,3	5,0	5,7	5,9	7,5	11

Leitendorf (Styriazit)

20	80	15	33		100	243	
35	65	12,5	33		66	166	
50	50	8	13		48	148	
100		5,3	8,9	12,3	7,6	18	27

Leitendorf (Hydratkalk)

30	70	16,6	25,4	30,4	82,8	164	210
50	50	16,4	27,3	26,4	81,6	142	174
100				9			91

Bemerkungen: Der Styriazit ist ein dolomitischer Kalk, der zwischen 700—900 Grad C nur teilweise entsäuert worden ist. Die Mischung Traß — Hydratkalk aus dem Kalkwerk Leitendorf läuft unter der Handelsbezeichnung Trassit.

Die Zeit von 56 Tagen wurde für die Begrenzung des Festigkeitswertes gewählt, da die bisherigen Untersuchungen nach diesem Zeitraum nur mehr eine geringe Erhöhung der Festigkeiten festgestellt haben.

- c) Als Kalkhydratpulver. Der Brannkalk wird dazu vorerst durch Zusatz von Wasser in feines, weißes, pulveriges Kalkhydrat übergeführt und dieses dann feiner als Portland-Zement gemahlen (trocken gelöscht und dann gemahlener Kalk). Es sind beim Mahlen nur mehr die beim Löschen nicht erfaßten Teile zu zerkleinern. Das Hydratpulver wird in Säcken in den Handel gebracht. Diese Erzeugnisse werden auch als Sack- oder Zementkalk bezeichnet, doch ist zu bemerken, daß seit einiger Zeit die Tendenz

zur Ausmerzung dieser zu Irrtümern führenden Bezeichnung besteht. Die Vorzüge liegen in der bequemen Verwendung auf der Baustelle und in der längeren Haltbarkeit im Lager des Baustoffhändlers. Zwischen dem Trockenlöschen und dem Mahlen liegt eine Zeitspanne von 2—4 Tagen, die bei richtiger Wasserzugabe genügt, um den gelöschten Kalk vermahlungsfähig zu machen. Ein richtiger Wassergehalt ist von größter Wichtigkeit, da ein Zuviel an Wasser lange feucht macht, so daß man nicht mahlen kann und ein Zuwenig ungelöschte Teile zurückläßt, die in den Säcken nachlöschen.

* * *

Bei den unter der Sintergrenze gebrannten Kalken werden im allgemeinen unterschieden:

LUFTKALK.

HYDRAULISCHER KALK.

- | | |
|---|--|
| <p>a) Weißkalk (kräftig löschend, weiß. Nur bis zu 10 % Mg O + Silikatbildner. Davon Mg O bis 5 %).</p> <p>b) Graukalk oder Dolomitekalk (träger löschend, grauweiß bis dunkel. Neben Mg O bis 10 % Silikatbildner. Mg O mehr als 5 %)</p> <p>oder</p> <p>a) Fettkalk; rein, kalkreich, (große Ergiebigkeit).</p> <p>b) Magerkalk; wenig rein (geringere Ergiebigkeit).</p> | <p>a) Wasserkalk (träge löschend, zu Pulver zerfallend, wasserbeständig. Neben CaO und Mg O mindestens 10 % Silikatbildner). Mindestfestigkeit nach 28 Tagen 15 kg/cm².</p> <p>b) Zementkalk (in Wasser teilweise zerfallend; gemahlen. Mindestens 15 % Silikatbildner). Mindestfestigkeit nach 28 Tagen 40 kg/cm².</p> <p>c) Romankalke (in Wasser nicht zerfallend, gemahlen). Silikatreich, Mindestfestigkeit nach 28 Tagen 80 kg/cm².</p> |
|---|--|

Die Bezeichnung Weiß- und Graukalk ist ein fester Bestand in der Nomenklatur der Kalkindustrie. Die Farbe ist als äußeres unterscheidendes Merkmal allgemein anerkannt. Einzelne Beobachtungen bei Versuchen lassen es uns unsicher erscheinen, ob die Farbe tatsächlich stets eindeutig einen kohlen-sauren Kalk von einem dolomitischen Kalk trennt. Speziell in einem bestimmten Fall fiel ein dolomitischer Brannkalk durch seine blütenweiße Farbe auf. Ein bestimmtes Urteil möchten wir auf Grund unserer bisherigen Untersuchungen jedoch in dieser Frage noch nicht aussprechen.

In gleicher Weise wie Weißkalk wird schließlich für Mauer- und Putzmörtel noch Karbidkalk verwendet. Er fällt bei der Azetylen-Herstellung

an. Für die Kontrolle seiner Brauchbarkeit ist laufende Überwachung amtlich vorgeschrieben.

Die Eigenschaft der hydraulischen Kalke, im Wasser zu erhärten, wird durch den Ton- und Silikatgehalt (lösliche saure Bestandteile) bedingt. Jahrhundertlang waren die hydraulischen Kalke neben den Mischungen von Luftkalk und Trass (oder Puzzolan) die einzigen Mörtelstoffe, die die Eigenart der Erhärtung im Wasser besaßen, bis der Portlandzement auf den Plan trat.

Nach dem Ton- und Silikatgehalt unterscheidet man leichte (hydraulische) Wasserkalke mit 10 bis 15 %, und starke oder schwere (hochhydraulische) Wasserkalke mit mehr als 15 % löslichem sauren Anteil. Die Bezeichnung ist insoweit berechtigt, als die letztgenannten Kalke schwerer sind. Die leichten Kalke zerfallen beim Löschen meist vollständig, nur langsamer als Luftkalke. Schwere Kalke können nur gemahlen auf den Markt kommen, da sie nur teilweise zerfallen. Das Brennen der Wasserkalke erfordert große Vorsicht. Je nach der Zusammensetzung des Rohsteines arbeitet man mit Temperaturen zwischen 900 und 1000 Grad, da sich sonst das entstehende CaO bereits im Ofen mit den tonigen Bestandteilen verbinden würde.

Kalksteine mit mehr als 35 % tonigem Anteil (Kalkmergel) geben bei einer Brenntemperatur, die wenig höher als die Zersetzungstemperatur von CaCO_3 ist, ein Produkt, das sich mit Wasser kaum erwärmt und nicht zerfällt. Es muß gemahlen werden und gibt dann ein hellgelbes bis bräunlichgelbes Pulver, den Romankalk oder Romazement. Das Pulver bindet rasch mit geringer Erwärmung ab. Gegenüber Portlandzement erhärtet es langsam, erreicht aber gute Endwerte. Als wetterfester Fassadenputz ist es geschätzt. Es ist aber gegen Feuchtigkeit empfindlich und nimmt begierig CO_2 aus der Luft auf und kann nicht weit verschickt werden.

Die Verwendung der Brannkalksorten erfolgt zu verschiedenem Zweck und zwar als:

Mauerkalk:

Man wünscht einen geschmeidigen Brei, der sich beim Zerreiben zwischen den Fingern fein anfühlt, keinen von Fremdkörpern stammenden Bodensatz bildet und keine Kalkteilchen enthält, die die rasche Löschfähigkeit eingebüßt haben. Dies ist bei Kalkteilchen der Fall, die mit Ton oder Kohlenasche Verbindungen eingegangen sind, die das rasche Ablöschen verhindern. Der die Löschfähigkeit des Kalkes hemmende Tongehalt erhöht jedoch andererseits die Bindefähigkeit und Festigkeit. Im Mörtel können derartige Kalkteilchen gegebenenfalls erst dann zerfallen bzw. nachlöschen, wenn dieser bereits erhärtet. Durch die Raumvermehrung beim Löschen wird der Mörtel gelockert und zersprengt, weshalb solche Körper auch als Sprengkörper bezeichnet werden. Aus diesem Grund

darf man auch nur Kohle verwenden, deren Asche den Kalk an den Berührungstellen nicht angreift. Die durch Sprengkörper verursachten Schäden können durch die Mahlung des Stückkalkes vermieden werden.

Putzkalk:

An den Putzkalk werden höhere Anforderungen wie an den Mauerkalk gestellt. Er muß vor allem sehr rein und frei von Sprengkörpern sein. Der trocken gelöschte und anschließend gemahlene Kalk erscheint für diesen Zweck besonders geeignet. Diese im Ausland anerkannte Anschauung findet bei uns nicht zurecht noch geteilte Meinung. Die bei uns immer wieder zu hörenden Zweifel beruhen nach unserer Auffassung zum wesentlichen Teil darauf, daß im allgemeinen die Erzeugung eines hochwertigen Sackkalkes in Österreich noch nicht den erwünschten Stand erreicht hat. Bei uns ist als Putzkalk immer noch in erster Linie der gut eingesumpfte Weißkalk (Teigkalk) bevorzugt. Die Aufbereitung des Sackkalkes erfolgt vorteilhaft durch Windsichtung.

Verlängerte Zementmörtel.

Für bestimmte Verwendung wird dem Kalkmörtel Portlandzement zugesetzt. Man erzielt dadurch höhere Bindefestigkeit und eine raschere Abbindung. Diese Mörtel gelten auch als elastischer wie reine Zementmörtel und werden daher für Bauwerke verwendet, die Bewegungen ausgesetzt sind, wie z. B. Fabrikschornsteine. Man nimmt meist gleiche Teile Kalk und Zement.

Kalksandsteine.

Der Kalksandmörtel wird in Formen gestrichen und dann an der Luft erhärten gelassen. Die Festigkeit ist gering, bestenfalls 30 kg/cm². Das Erzeugnis läuft in den Normen unter der Bezeichnung Kalkmörtelstein. Er wird heute nur mehr selten hergestellt. Seine Verwendung ist im allgemeinen auf untergeordnetes Mauerwerk (Zwischenwände usw.) beschränkt. Dem Kalkmörtelstein sind die Schlackensteine anzuschließen, die heute allerdings bevorzugt auf Zementbasis hergestellt werden. Nimmt man an Stelle des Sandes Kohlschlacke (Verbrennungs-Feuerungsschlacke), so kann bei Zementzusatz eine wesentlich bessere Festigkeit erreicht werden. Die Schlacke enthält tonige und kieselige Bestandteile, die in der Hitze aufgeschlossen worden sind und mit dem Kalk, bzw. mit dem freien und freiwerdenden Kalk des Zementes zementartig erhärten. Die normengemäße Mindestdruckfestigkeit ist 30 kg/cm². Die Steine sind wesentlich wärmedämmfähiger als Kalkmörtelsteine, aber auch als gebrannte Mauersteine.

Bessere Steine erhält man, wenn man im Wasser gekörnte (granulierte) Hochofenschlacke verwendet. Diese enthält neben freier Kieselsäure und Tonerde auch etwas Kalk. Es ist jedoch noch weitere Bindungsmöglichkeit für Kalk gegeben. Gelöschter Kalk und Schlacke geben

Schlackensteine, die nach längerer Erhärlungszeit befriedigendere Druckfestigkeit aufweisen.

Ein besonderes Produkt sind die Kalksandsteine. Der Kalk ist im allgemeinen ein langsam erhärtendes Bindemittel. Bei Gegenwart von freier Kieselsäure mit gleichzeitiger Erwärmung kann der Erhärlungsprozeß stark beschleunigt und die Festigkeit erhöht werden. Bei Kalksandsteinen wird dies durch Pressung und anschließende Dampfhärtung erreicht. Hierbei findet zwischen Kalk und Sand bzw. Schlacke bei Hüttensteinen eine chemische Wechselwirkung unter Bildung von Kalziumhydro-silikaten statt, die die einzelnen Sand- bzw. Schlackenkörner miteinander verkitten.

Bei dem Siloverfahren wird gemahlener Brannkalk mit dem Sand gemischt und das Gemenge angefeuchtet. Dabei wird der Kalk gelöscht und die entwickelte Wärme wird bereits zur Einleitung des Bindeprozesses ausgenützt, der durch Pressen und anschließende Dampfhärtung beendet wird. Bei dem Alzkalk-Trommelverfahren wird die Mischung in eine rotierende Trommel gebracht und dort unter Dampfdruck der Kalk abgelöscht. Man fordert möglichst reinen und frisch gelöschten Kalk, um mit einer möglichst kleinen Menge (5—10 %) die beste Wirkung zu erzielen.

Die Prüfung steirischer Hüttensteine ergab Festigkeiten mit einem Durchschnittswert von 150 kg/cm².

Die steirische Schlackensteinindustrie verwendet praktisch nur Zement als Hauptbindstoff. Die Beigabe von Kalk bezweckt in erster Linie nur die Neutralisierung schädlicher Anteile in der Schlacke (Schwefel u. a.). Die Festigkeit dieser Steine beträgt im allgemeinen 30—70 kg/cm².

Dü n g e k a l k.

Der Kalk wird für diesen Zweck in verschiedener Form verwendet. Man kann gebrannten, gemahlene oder ungemahlene Kalk nehmen (bei schweren Böden zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften) oder auch Mischungen aus rohem und gebranntem, gemahlene Kalk (bei leichten Böden). Die Feinheit des gemahlene Düngekalkes soll eine störungslose Verwendung von Streumaschinen möglich machen. Je feiner die Mahlung ist, desto rascher und durchgreifender ist auch die Wirkung. Von guten Handelssorten wird gefordert, daß sie mindestens 70 % Feinmehl unter 0,2 mm Korngröße enthalten. Der übrige Anteil soll nicht größer als 1 mm sein. Hinsichtlich der Wirksamkeit eines gegebenenfalls vorhandenen Mg-Gehaltes ist man nicht einheitlicher Meinung. Unter Umständen wird für Düngezwecke auch gemahlene Kalkmergel verwendet.

Der Brannkalk findet ferner in der chemischen Industrie die mannigfaltigste Verwendung, wie für:

Kalkstickstoff.

Für die Herstellung von Kalkstickstoff wird sehr reiner Kalk gefordert.

Zuckerindustrie.

Die Zuckerindustrie brennt den Kalk in der Regel selbst, da sie das entstehende CO_2 verwertet. Der Kalkstein darf neben möglichst wenig kohlenaurer Magnesia höchstens 0,4 % Gips enthalten.

Kalziumkarbid.

Zur Herstellung von Kalziumkarbid wird sehr reiner Kalk mit mindestens 95—96 % CaCO_3 gefordert. Besonders wird auch auf den Phosphorgehalt geachtet, der höchstens 0,06 % betragen darf.

Eisenindustrie.

Bei saurem Erz wird Kalkstein für die Bildung der Hochofenschlacke gebraucht. Die Hochofenindustrie legt meist keinen so großen Wert auf die Reinheit des Kalkes, fordert jedoch eine möglichst gleichbleibende Zusammensetzung. Sie macht aber ebenso wie die Verwendung von Brannkalk im Martinofen Einschränkungen hinsichtlich des Mg-Gehaltes. Stets ist auch Sulfid- oder Sulfatgehalt schädlich.

Chlorkalk.

Der Kalk muß für die Herstellung von Chlorkalk sehr rein sein und vor allem frei von Magnesia, Ton und Eisen.

Weitere Abnehmer von Kalk sind u. a. die Leder-, Papier-, Zellwolle-, Farb- und Lackindustrie.

Im allgemeinen fordert die chemische Industrie einen möglichst reinen Kalk mit hohem CaO-Gehalt, da nur dieser bei den verschiedenen chemischen Vorgängen entsprechend wirksam wird.

Als chemischen Nebenbetrieb haben Kalkwerke die Herstellung von reinem, gefällttem Kalziumkarbonat versucht. Der gebrannte Kalk wird gelöst, von den unlöslichen Rückständen befreit und in die gereinigte Lösung werden vom Ofen kohlenäurereiche Abgase eingeleitet.

Um die Güte eines Brannkalkes zu beurteilen, prüft man neben dem Chemismus:

- a) Die Ergiebigkeit,
- b) die Feinheit der Mahlung,
- c) die Raumbeständigkeit und
- d) die Bindekraft oder die Festigkeit.

b) MARMOR.

Marmor ist im besonderen als Dekorations- und Bildhauermaterial bekannt. Die geringe Leitfähigkeit macht ihn auch in der Elektrotechnik für Verteilerplatten geeignet. Er muß dazu jedoch völlig frei von Metallverbindungen sein. Größere Mengen von Marmor werden auch zur Her-

stellung von Branntkalk verbraucht. Ob der Reinheit wird der Marmor vielfach auch in der chemischen Industrie für die Fabrikation von Chlorcalcium und Kalziumkarbid und für die Gewinnung von reiner Kohlensäure und in der Glasindustrie verwendet. In Gegenden, in denen Mangel an Kalkstein besteht, werden schließlich geringere Marmorqualitäten für die mannigfachsten Zwecke in der gleichen Weise wie dichter Kalkstein verarbeitet.

Für dekorative Zwecke wird entsprechende Farbe, Struktur, Wetterbeständigkeit und Gewinnbarkeit in Großblöcken gefordert. Die Freiheit von Rissen spielt dabei eine besondere Rolle. Aus diesem Grund kommt selbstverständlich kein Abbau mit brisantem Sprengstoff in Frage.

c) DOLOMIT.

Für verschiedene Zwecke kann an Stelle der teuren Magnesitsteine auch Dolomit verwendet werden. Beim Kautlizieren des Dolomites ergibt sich ein Gemenge von CaO und MgO , das keine wesentliche Reaktion miteinander eingeht und dessen Schmelzpunkt bei etwa 2400 Grad C liegt. Zur Sinterung sind Flußmittelzusätze erforderlich.

Die Sintertemperatur liegt zwischen 1500—1800 Grad C. Bei den Dolomitsteinen macht sich nachteilig bemerkbar, daß das enthaltene CaO auch im gesinterten Zustand nicht feuchtigkeitsbeständig ist. Bei Wasseraufnahme wandelt es sich in Kalkhydrat Ca(OH)_2 , bzw. bei Zutritt von CO_2 in Karbonat um. Als Schutz wird dem Dolomit meist Teer beigemischt, der bei der Verwendung im Ofen rasch verbrennt. In der letzten Zeit hat man zur Bindung des CaO auch versucht, Magnesiumsilikate, wie Serpentin oder Talk zuzusetzen, wodurch aber die Feuerfestigkeit der Steine verringert wird. Im übrigen ist Dolomit nicht so schlackenfest wie Magnesit. Für die Herstellung von Sinterdolomit kommt nur Dolomit mit entsprechenden Beimengungen und ohne Calciumkarbonatüberschuß in Betracht. Man fordert vom Rohstein eine chemische Zusammensetzung von Si O_2 bis 7 %, Ca O 28—31 %, Mg O 18—20 %, Fe O bis 3 %, $\text{Al}_2 \text{O}_3$ bis 3 %, neben CO_2 .

Neuestens hat man auch Verfahren, um aus einem nicht völlig entsprechenden Dolomit CaO zu entfernen.

In gleicher Weise wie der Kalkstein wird der Dolomit nicht selten zur Erzeugung von Düngemitteln verarbeitet. Dolomit dient ferner zur Herstellung von CO_2 , Magnesia, Chlormagnesium usw. Festere Bänke von Dolomit geben schließlich Bruchsteine, Packlage, Betonschotter usw. Als Schottergut weist der Dolomit mitunter günstigere Voraussetzungen als der Kalk auf.

Dolomitmarmor kann bei entsprechender Ausbildung ebenso wie der Kalkmarmor verwendet werden. Er ist allerdings in der Regel schwerer zu polieren.

* * *

Die Besprechung der in der Steiermark genutzten Kalksteine erfolgt, soweit als tunlich, unter Zusammenfassung derselben zu Gruppen. An die Spitze wird der Schöcklkalk gestellt, der in der Kalkindustrie Steiermarks die führende Stellung innehat. Die übrigen Kalke sowie die Marmor- und Dolomite werden im nächsten Heft der vorliegenden Reihe zur Darstellung kommen.

Der Schöcklkalk und seine Begleitgesteine.

Unter Begleitgesteinen sind die an verschiedenen Stellen in dem in den geologischen Karten als Grenzzone des Schöcklkalkes kartierten Streifen auftretenden Gesteine zu verstehen. Sie treten örtlich zum Schöcklkalk in ein so enges Verbandsverhältnis, daß eine gesteinstechnische Darstellung sie nicht übergehen kann. Ein bei der Planung nicht berücksichtigtes Auftreten der Begleitgesteine hat schon manchen Bruch in arge Schwierigkeiten gebracht. Im besonderen bereitet von diesen Gesteinen verschiedenen Abbauen der Kalkschiefer Verlegenheit, weshalb seine besondere Besprechung gerechtfertigt ist.

Die gesteinstechnischen Verhältnisse.

a) DER SCHÖCKLKALK.

Nach dem äußeren Bild, vor allem nach der Farbe, können verschiedene Abarten des Schöcklkalkes auseinandergehalten werden. Von den hell- bis dunkelblauen Typen führen Übergänge bis zu fast schwarzen. In größerer Verbreitung tritt der weißgrau, bzw. graublau gebänderte Schöcklkalk auf. Schließlich gibt es noch gleichmäßig graue und weiße Formen. Der Schöcklkalk ist dicht bis feinkristallin. Er kann im gesteinstechnischen Sinn als Halbarmor bezeichnet werden.

Der Schöcklkalk ist im allgemeinen ungleichkörnig. Hübl beschreibt im grauen, dichten Material aus dem Steinbruch des Landes Steiermark in Naas bei Weiz den Bestand aus drei Kornklassen und zwar:

Großkörner bis 0,3 mm Durchmesser	16 %
Mittelkörner bis 0,12 mm Durchmesser	60 %
Kleinkörner bis 0,05—0,03 mm Durchmesser	24 %

Vom Schöcklkalk Bachwirl, Annagraben, Nordhang des Linnecks, gibt Hübl an:

Großkörner bis 0,4 mm Durchmesser	2 %
Mittelkörner bis 0,04 mm Durchmesser	40 %
Kleinkörner bis 0,012 mm Durchmesser	10 %
Grundteig bis 0,005 mm Durchmesser	48 %

Blüml gibt vom Material des Steinbruches Fölling bei Marialtrost folgendes Bild:

Großkörner von 0,5 mm
Mittelkörner von 0,15—0,3 mm
Kleinkörner von 0,01—0,1 mm
Grundteig aus Körnern unter 0,006 mm

Die Großkörner sind nach Blüml lose gestreut. Die Mittelkörner stellen den Hauptanteil dar. Den restlichen Raum erfüllen die Kleinkörner und der Grundteig.

Eigene Messungen an Proben aus dem Steinbruch Strauß in Peggau ergaben:

	Probe I	Probe II
Unter 0,15 mm	30 %	35 %
0,15—0,3 mm	50 %	64 %
über 0,3 mm	20 %	1 %

Mit der Korngröße steht die Brennbarkeit in Beziehung. Je feinkörniger, bzw. dichter der Schöcklkalk ist, umso mehr wird seine Durchsatzgeschwindigkeit verringert. Für den Schöcklkalk von Gradenberg wird im allgemeinen eine Brenndauer von 52 Stunden angenommen. Neben der Kornvergrößerung setzt auch die Klüftigkeit des Schöcklkalkes die Brenndauer herab. Herr Ing. B e i d l meint damit die kürzere Brenndauer des Schöcklkalkes von Peggau erklären zu können. Diese beträgt nach den Ermittlungen von Herrn Ing. S c h i r m b a c h e r bei den Schachtföfen mit Außenfeuerung im Werk Strauß 36 Stunden (bei einem Brennstoffverbrauch von 48—52 %), bei den Schachtföfen mit Mischfeuerung (Hochleistungsöfen Seger) 72 Stunden (bei einem Brennstoffverbrauch von 18—26 %).

In den reinsten Typen des Schöcklkalkes ist auch im Dünnschliff Calcit einziger Gemengteil. In den weniger reinen treten mit geringerem oder größerem Anteil noch Graphit, Pyrit, Limonit und Quarz auf.

Die Körner sind im allgemeinen verzahnt und bilden ein festes Gewebe. Während die einfarbigen Typen wiederholt mehr oder minder massige Textur besitzen, zeigen die übrigen ausgeprägten Bänderbau.

Zur Gewinnung eines allgemeinen Bildes über den Chemismus sind in der beigegebenen Tafel II Analysen des Schöcklkalkes von verschiedenen Vorkommen angeführt. Hübl hat sich an Hand einiger Proben

speziell mit der Natur des unlöslichen Rückstandes im Schöcklkalk beschäftigt und wies folgende Bestandteile nach: Kieselsäure, Titan, Tonerde, Eisenoxyd, sehr wenig Alkalien. Ferner wurden in einer Probe Spuren von Mangan, Phosphor und Schwefel festgestellt.

b) DER KALKSCHIEFER.

Kalkschiefer treten als wesentliches Glied der Grenzzone, vor allem im Liegenden und Hangenden des Schöcklkalkes, bzw. in diesem Bereich mit dem Schöcklkalk verschollt oder verschuppt auf. Das Aussehen des Kalkschiefers wechselt. Für die Bezeichnung als Kalkschiefer ist in erster Linie das mehr oder minder ausgeprägte, schiefrige Gefüge maßgebend. Bei den zwei nachstehend beschriebenen Proben handelt es sich um lichtgelbliches, rostfleckiges Gestein. Im Mineralbestand ist in den Kalkschiefern neben herrschendem Calcit meist Quarz, Serizit, Ton und Limonit vorhanden. Dem an den Schöcklkalk gewöhnten Bohrmeister fällt beim Kalkschiefer die durch den Quarzgehalt bedingte größere Härte auf. Die optische Analyse von zwei Kalkschiefern ergab:

Bruch des Kalkwerkes Neustift:

Bruch Berger in Weiz:

Korngrößenverteilung:

Unter 0,15 mm	80 %	0,03—0,1 mm	35 %
0,15—0,3 mm	20 %	0,1—0,3 mm	35 %
über 0,3 mm	0 %	über 0,3 mm	30 %

Mineralbestand (in Volumsprozent):

Kalkspat mit limonitisch-toniger Durchtränkung	74,6 %	Kalkspat + etwas tonige Verschmierung	90,3 %
Quarz	16,9 %	Quarz	4 %
Serizit	8,5 %	Serizit	2 %
		Erz	3,7 %

Einen Schöcklkalkschiefer vom Birchbaumersattel bei Weiz beschrieb Hübl. Das Gestein ist dunkelgrauschwarz bis graublau und ist von feinsten Kalkspatäderchen durchzogen. Limonit tritt in nadelkopfgroßen Pünktchen und in Überzügen auf den Spaltflächen auf. Im Schliff sind noch Quarz, Serizit, Feldspat und Graphit feststellbar.

Die Korngrößenanteile sind:

Großkorn 0,04 mm	10 %
Mittelkorn 0,02 mm	60 %
Kleinkorn 0,014 mm	30 %

Schließlich sei noch erwähnt, daß sich unter den Kalkschiefern Mate-

rial befindet, das im geschliffenen Zustand recht dekorativ wirkt. Allerdings müßte eine derartige ins Auge gefaßte Verwendung sorgfältigste Auswahl treffen. Am Rohstein stört ansonsten den Gesteinstechniker der verbreitete mißfarbig gelbliche Ton.

Die geologischen Verhältnisse.

a) DER SCHÖCKLKALK.

In der Darstellung der Verbreitung des Schöcklkalkes in der beigegebenen Tafel I ist unschwer das Auftreten in voneinander isolierten Schollen in folgenden Gebieten zu erkennen:

- a) Im Raum von Weiz
- b) im Gebiet des Schöckls
- c) im Raum von Peggau und schließlich
- d) im Gebiet von Köflach.

Allersmäßig ist der Schöcklkalk eine Bildung im Altertum der Erde (Paläozoikum) und zwar im Devon.

Dem Schöcklkalk ist plattige bis bankige Absonderung eigen. Sie verleiht einzelnen großen Brüchen (z. B. Naas bei Weiz, Peggau, Gradenberg) ein charakteristisches Aussehen. Sie begünstigt ferner die Gewinnungsmöglichkeit von lagerhaften Bausteinen. Bei einer Unzahl von Bauwerken (Brücken, Stütz- und Futtermauern, Hausfundamenten usw.) hat daher der Schöcklkalk von altersher zurecht vielseitige Verwendung gefunden. Den Baulichkeiten gibt er ein wohlthuend in die Landschaft sich einpassendes, freundlich-helles Bild.

Eine andere Eigenschaft des Schöcklkalkes ist gleichfalls fast in allen Vorkommen in mehr oder minder ausgeprägter Weise zu treffen. Er ist mehr oder minder zerklüftet. Längs der Klüfte sinkt das Wasser unschwer in die Tiefe. Im Gebiet des Schöcklkalkes herrscht demnach weit verbreitet Wasserarmut. Das Wasser tritt meist erst in der Höhe des Talbodens und zwar wiederholt in Riesenquellen (u. a. Baummühlquelle in Weiz, Andritzursprung, Hammerbach und Schmelzbach in Peggau) zutage. Im Zusammenhang mit seiner Reinheit weist der Schöcklkalk erhöhte Löslichkeit auf. Dadurch ist die besondere Entwicklung von sogenannten Karstphänomenen, wie Schläuchen, Schächten und Höhlen begünstigt. (Lurloch, Höhlenmünder in der Peggauerwand usw.) Es ist daher nicht verwunderlich, daß auch in den Steinbrüchen (z. B. Bergerbruch bei Weiz usw.) wiederholt größere Hohlräume angefahren werden, wovon jeweils das Bundesdenkmalamt in Kenntnis zu setzen wäre. Auch die Tropfsteinbildung hängt mit der Löslichkeit zusammen. Im Zuge der Lösung des Schöcklkalkes kommt es zu einer gewissen Anreicherung

seines unlöslichen Anteiles, vor allem des tonigen Stoffes. Letzterer wird vom Wasser in die Klüfte eingeschwemmt. Entsprechend dem Verlauf der Zerklüftung reicht die tonige Einschwemmung bis in das Innere der Schöcklkalkstöcke, wovon man sich unschwer in den Höhlen, wie in der Lurgrotte überzeugen kann. Besondere Verbreitung von tonigem Belag setzt allenfalls die Qualität des Brannkalkes unerwünscht herab. In Oberflächennähe und im Bereich von allen Verreibungen ist im allgemeinen das Ausmaß der tonigen Verschmierung größer. Mancher Betrieb schafft sich daher selbst Schwierigkeiten, wenn er im Schöcklkalk seine Entwicklung in erster Linie in der Breitendehnung sucht, sich vornehmlich in oberflächennahen Schichten bewegt und den Entschluß zur Tiefenarbeit nicht aufbringt. Gerade in dieser Hinsicht bietet jedoch der Schöcklkalk zufolge der vielerorts vorhandenen Steilabfälle eine recht brauchbare Voraussetzung. Im Bereich von Talengen ist allerdings nicht selten die Entwicklung eines größeren Bruches behindert. Die steilen Geländeformen sprechen bereits bis zu einem gewissen Grad für entsprechende Wetterbeständigkeit des Schöcklkalkes.

Der Abraum ist im Bereich des Schöcklkalkes im allgemeinen geringmächtig und bewegt sich in der Regel nur um einige dm. Bei der besonderen Verwendung des Schöcklkalkes zur Herstellung von Brannkalk kommt aber auch der Räumung dieser uniefen Decke Bedeutung zu. Ansonsten ist die Front allzu leicht von dem bei den Niederschlägen verschwemmten Abraum mit einer häßlichen, aber auch schädigenden Verschmierung überzogen.

Die durch lichte Ausheilung geäderten Schöcklkalke weisen keine allzu hohe Würfeldruckfestigkeit auf. Sie sinkt mit der Dichte der Klüfte. Diese Minderung setzt im allgemeinen jedoch keineswegs die Verwendbarkeit des Schöcklkalkes als Baustein herab und es kommt der Würfeldruckfestigkeit hinsichtlich der Schottergüte keine zu große Bedeutung zu. Bei der verbreiteten Verwendung des Schöcklkalkes als Schottergut sollte daher die Schotterfestigkeit gegen Schlag stets größere Beachtung als die Würfeldruckfestigkeit finden. Andererseits gibt die lichte Durchäderng ebenso wie die häufige Durchschwärmung mit verfalltem, dunklem Pigment dem Schöcklkalk vielfach ein sehr schmackes Aussehen, das ihn bei entsprechendem Anfall von Großblöcken für dekorative Zwecke geeignet erscheinen läßt. Durch den sprengenden Abbau der Brüche findet diese Verwendungsmöglichkeit jedoch kaum Beachtung.

Mitunter erfolgt in den Klüften des Schöcklkalkes Sinterabsatz in Form bänderiger Ausbildung. Es handelt sich um Bildungen, die im Steingewerbe unter der Bezeichnung Onyx laufen und für kleinere kunstgewerbliche Arbeiten einen gefälligen Rohstoff darstellen. Der sprengende Abbau führt allerdings zur Beschädigung dieser Stücke und eschenkt ihnen kein Betrieb sonderliche Beachtung.

b) DER KALKSCHIEFER.

Der Kalkschiefer tritt vor allem im randlichen Bereich, mitunter in betrieberschwerendem Verband mit dem Schöcklkalk auf. Der Chemismus schaltet die Möglichkeit der Verwendung zur Erzeugung von gewöhnlichem Brannkalk aus. Das enge Verbandsverhältnis macht die Auseinanderhaltung der Gesteine meist schwierig, und zwar umsomehr, als mit dem Kalkschiefer wiederholt, wie bei der Einzeldarstellung zur Besprechung kommen wird, noch öfters anderes nicht besser brauchbares Material wechsellagert. Das verbreitete schieferige Gefüge aus linsigen Scherkörpern macht die Hauptmasse des Kalkschiefers auch für andere bautechnische Zwecke wenig geeignet. Die Planung der Inbetriebnahme eines Bruches tut daher gut, wenn sie sich vergewissert, daß an der gewählten Stelle durch das Vorliegen von Kalkschiefer mit dem vorschreitenden Abbau nicht steigende Schwierigkeiten erwachsen.

Die einzelnen Vorkommen.

a) IM RAUM WEIZ.

Der Schöcklkalk tritt im allgemeinen durch für diese Gegend schroffe Geländeform gekennzeichnet hervor. Der Raab- und der Weizbach haben im Schöcklkalk steilwandige Schluchten (Raab- und Weizklamm) eingeschnitten.

Der Weizbach durchfließt den Schöcklkalk in einer klammartigen Enge vom Kreuzwirt bis kurz vor Felsenkeller einerseits und von Baumühle bis südlich der Ruine Sturmberg anderseits. Die Verengungen stehen im auffallenden Gegensatz zu dem dazwischenliegenden, weitgedehnten Wiesengelände zwischen Felsenkeller und Baumühle, in dem leichter zerstörbare Gesteine den Hauptbestand des Untergrundes darstellen. In den Klammfelsen zeigt der Schöcklkalk in größerer Mächtigkeit befriedigende Gleichmäßigkeit. Die Geländebeziehungen machen jedoch in diesem Abschnitt die Entwicklung eines Bruches mehr oder minder unmöglich. In den randlichen Bereichen des Schöcklkalkes liegt anderseits in größerer Ausdehnung die Verschuppung mit Gesteinen der sogenannten Grenzzone vor. In der Grenzzone treten in ansehnlicher Mächtigkeit Kalkschiefer auf, die mit Serizitphyllit, Quarzit und anderem Gestein wechsellagern. In gesteinskundlicher Hinsicht weitestgehend gleichartige Gesteinsformen wie in der Grenzzone im Liegenden finden sich abschnittsweise auch im Hangenden des Schöcklkalkes.

Die Brüche dieses Raumes sind am Hangfuß entlang des Weizbaches an den Ausgängen der Klammn angelegt. Die gleichmäßig ansteigende

und guterhaltene Straße durch die Weizklamm stellt eine brauchbare Voraussetzung dar. Der Raum von Weiz selbst ist ein beachtenswerter Bedarfsträger. Der Ort Weiz vermittelt überdies den Anschluß an das oststeirische Bahnnetz. Es befindet sich daher in diesem Raum nicht nur eine größere Zahl von Brüchen, sondern es sind auch zum Teil ansehnliche Fronten entwickelt.

An einzelnen Brüchen sind zu nennen:

Bruch Wenger.

Der Bruch liegt am Nordausgang der Weizklamm. In den steilstehenden, durchschnittlich dm starken Platten steht marmorisierter Schöcklkalk an. Die einfarbig lichte Form besitzt größere Ausdehnung. Daneben tritt jedoch auch gebänderter Schöcklkalk auf. Die Einschwemmung von ionigem Rückstand greift im Bereich von Zerrüttungsstreifen merkbar tiefer. Die nicht allzu breite Front (etwa um 40 m) ist ungefähr doppelt so hoch entwickelt und kaum gegliedert. Neben Schotter und Baustein wird vor allem das Material für die beiden Ofen gebrochen.

In dem unmittelbar benachbarten Bruch erfolgte offensichtlich der Angriff von der falschen Seite, so daß sich eine überhängende Wand ergab, die schließlich aufgegeben worden ist. In diesem Bruch steht in der Hauptsache bänderiger Schöcklkalk an.

Die Errichtung der Straße durch die Weizklamm machte umfangreichere Stützmauerbauten nötig. Das Material wurde einem kleineren Bruch in einer Ausweitung der Klamm zwischen Kreuzwirt und Felsenkeller entnommen. Die lagerhafte Spaltbarkeit macht das Material für diesen Zweck besonders geeignet und die Staumauern fügen sich harmonisch in das prächtige Landschaftsbild.

Bruch Felsenkeller.

Der in der Hauptsache gebänderte Schöcklkalk ist in eindrucksvollen, plattigen Lagen entwickelt, die dachartig einfallen. Der Abraum, der um etwa 20×20 m messenden Front, ist unbedeutend und nur wenige dm stark. Die Platten haben durchschnittlich 1 dm Dicke, können jedoch auch stärker gewonnen werden und sind anderseits bei entsprechender Vorsicht noch weiter spaltbar. Der Bruch ist im besonderen für die Gewinnung von Bauplatten und -steinen geeignet. Es sind Plattengrößen bis etwa $\frac{1}{2}$ m² gewinnbar, da die Klüftung im allgemeinen weitständig ist. Die Lösung der Platten ist im größeren Umfang durch Keilen möglich. Die von Lehmbestegen besetzten Absonderungsflächen sind hierfür eine günstige Voraussetzung. Im Schöcklkalk sind im untergeordneten Ausmaß schmale Bänder von leichter zersetzbarem, glimmerhältigem Kalkschiefer eingeschaltet, deren Aushaltung im allgemeinen keine Schwierigkeiten bietet. Die Platten dieses Bruches sind u. a. als Wegbelag in

Weiz viel verwendet. In der letzten Zeit ist der Bruch wieder in Betrieb genommen worden und man ist mit der Aufstellung eines Brechers beschäftigt, mit dem man allem Anscheine nach den anfallenden Kleinschlag verwerfen will.

Den Weizbach abwärts folgt vor Naas ein vor längerer Zeit aufgebener Bruch. Es sieht gebänderter, plattig bis bankig abgesonderter Schöcklkalk an. Der Schöcklkalk wird von 5—6 m mächtigem Kalkschiefer überlagert. Der Abraum im engeren Sinne ist zwar gering, doch weist der an und für sich minder brauchbare Kalkschiefer auch noch tiefgreifende Zersetzung auf.

Bruch Naas des Straßenbauamtes.

Gegenüber der Ruine Sturmberg ist ein ansehnlicher Bruch mit einer etwa 90×50 m messenden Front. Der Abraum ist im allgemeinen nicht sehr stark. Er erreicht maximal 1 m. Neben blaugrauen, z. T. sehr dunklen Typen tritt gebänderter Schöcklkalk auf. Bei der mechanischen Beanspruchung (dem Schlag mit dem Hammer, dem Druck in der Presse) fällt besonders bei den dunklen Typen der Geruch nach Schwefelwasserstoff auf. Er hängt mit dem Auftreten von feinstkörnigem Pyrit im Schöcklkalk und z. T. mit dessen Bitumengehalt zusammen. Die dunkle Farbe stammt von organischen Beimengungen, die teilweise in Form von Graphitpartikelchen das Gestein gleichmäßig durchsetzen oder sich in Zeilen und Schnüren sammeln und dann auch meist die Bänderung erzeugen. Als seltener Gemengteil tritt im Kalk noch Serizitfalterwerk auf. Der Schöcklkalk ist plattig bis bankig abgesondert. In den Bänken ist die Gewinnung von mehr als cbm großen Bruchsteinen möglich. Die Gewinnung von Baustein begünstigt neben den gut ausgebildeten Lagerflächen die abschnittsweise senkrecht dazu verlaufende Klüftung. In Zerrüttungstreifen ist jedoch die Zerschering so engständig, daß nur die Gewinnung von Schotter möglich ist. In diesen Bereichen greift die Einschwemmung von Ton merkbar tiefer. Die mechanisch technologische Prüfung (siehe Tafel III) zeigt, daß das Material bei den zeitlich auseinander liegenden Untersuchungen beachtenswerte Schwankungen aufweist. Bei der Prüfung 1941 handelte es sich beim Material auf der linken Steinbruchseite um einen dunkelgrauen bis dunkelblaugrauen Kalk, der durch lichte Adern ausgeheilt ist. Von der rechten Steinbruchseite wurde einfarbig hellgraues bis hellgraublaues Material geprüft.

Dem Bruch Naas kommt im oststeirischen Raum als Lieferant von Straßenschotter eine beachtenswerte Bedeutung zu.

Bruch Webermichl.

Der Bruch liegt dem eben beschriebenen gegenüber. Es steht einfarbig blaugrauer und gebänderter Schöcklkalk an. In der etwa 20×15 m messenden Front ist der Kalk plattig bis bankig abgesondert. Die Bänke

haben eine Mächtigkeit bis zu einem Meter. In den plattigen Bereichen ist die Einschwemmung von tonigem Stoff merkbar größer. Das Ausmaß der Zerklüftung wechselt. Zum Teil ist das Gestein engständig zerbrochen.

Bruch Pichler.

Der Bruch folgt bachabwärts. Der Abraum ist geringmächtig. Neben einfarbig blaugrauem, steht gebänderter Schöcklkalk an. Er ist gleichfalls plattig bis bankig abgesondert. Die Zerklüftung hält sich in tragbaren Grenzen. In der etwa 30×30 m messenden Front ist die Auslaugung von Schläuchen zu beobachten, die stärkere Einschwemmung von tonigem Rückstand aufweisen.

Bruch Berger.

Der Bruch liegt bereits am Rande der Schöcklkalkmasse. In dem blaugrauen und gebänderten Schöcklkalk finden sich in größerer Ausdehnung durchziehende oder linsige Zwischenlagen von Gesteinen der Grenzzone. Der Abraum im engeren Sinne ist geringmächtig. Die entwickelte Front hat ansehnliches Ausmaß (etwa 150×80 m). Zum Teil dürfte diese Ausdehnung im Laufe der Zeit durch die Suche nach besser gearbeten Partien zustande gekommen sein. Leider wurde dabei auch teilweise die Bruchsohle verschüttet. Die Zwischenlagen müssen, soweit sie bei minderen technologischen Eigenschaften aus verwitterungsempfindlichem Gestein bestehen, zum Abraum gerechnet werden. Im wesentlichen handelt es sich bei diesem Material um Übergänge vom Kalkschiefer zu flaserkalkartigen Typen. Abgesehen vom stofflich bedingten minderen gesteintechnischen Wert verschiedener Zwischenlagen, ist die Grenzzone tektonisch stärker in Anspruch genommen worden. Der Schöcklkalk ist dadurch in diesem Bereich teilweise enständig zerbrochen, die Flaserkalke brecciös entwickelt und die Kalkschiefer kleinlinsig zerscherf. Mit der stärkeren Zerrüttung steht vermehrte Einschwemmung von tonigem Stoff in Zusammenhang. Der Bruch hat eine größere Höhle angeschnitten. Der in nicht allzu günstiger geologischer Position gelegene Bruch besitzt Bahnanschluß und eine größere Aufbereitung.

Bruch Strobl.

Der Bruch ist mit dem vorherbeschriebenen nahe benachbart. Auch in ihm tritt neben dem blaugrauen und gebänderten Schöcklkalk die Zwischenlagerung von Kalkschiefer und Flaserkalk auf. Es ist in der letzten Zeit eine Aufbereitungsanlage errichtet worden. Der Kalkofen wurde aufgelassen.

Im Schöcklkalkstock des Raumes von Weiz sind außer den beschriebenen Brüchen noch eine Reihe weiterer Abbaue vorhanden, die in der

Hauptsache allerdings nur einem jeweilig begrenzten Bedarf zu dienen hatten. Zum Teil haftet ihnen der Nachteil der Lage im Übergangsbereich vom Schöcklkalk zur Grenzzone oder die Lage in dieser selbst an.

Anger.

Ein alter Bruch liegt in etwa 680 m Seehöhe am Fahrweg Anger-Zetz. In der etwa 30×25 m messenden Front steht weißer und gebänderter, teilweise marmorisierter Schöcklkalk an. Die Schichtflächen besitzen Glimmerbelag. Der Abraum mißt von 0,4—1 m und von ihm greift in den Klüfflugen die Einschwemmung von tonigem Rückstand in die Tiefe. Vom einstigen Kalkofen sind nur mehr die Fundamente vorhanden. In der streichenden südlichen Fortsetzung liegt im gebänderten Schöcklkalk am Fahrweg Anger-Gschneid ein weiterer, bereits stark verwachsener Bruch.

Der Bruch Wünsch im Ponigluben nördlich Oberdorf bricht nach der erhaltenen Auskunft für eigenen Bedarf. In Peesen und Nöstl östlich Weiz sind Entnahmestellen, die seinerzeit Material für den Bahnbau Weiz—Ratten lieferten. Die Brüche sind inzwischen mehr oder minder verwachsen. Der Bruch in Landscha ist aufgelassen. Im Bruch von Leska wurde seinerzeit Material für den Straßenbau entnommen.

b) IM GEBIET DES SCHÖCKLS.

Nach der Verbreitung in diesem Gebiet hat der in seiner altersmäßigen Stellung wiederholt verschieden gedeutete Schöcklkalk seinen Lokalnamen erhalten. Die alten Flur- und Hausbezeichnungen (wie Kalkweber, Kalkleiten u. a.) deuten an, daß der Kalk in diesem Gebiet schon in lang zurückliegender Zeit genutzt worden ist. Als Bedarfsträger trat wohl ebenso wie heute im besonderen der Siedlungsraum von Graz auf. Es ist daher verständlich, daß die Graz am nächst gelegenen Brüche (Statiegg, Neustift) die anderen überflügeln. Damit nahm man aber in Kauf, daß verschiedene Brüche in den randlichen Bereich des Schöcklkalkstockes rückten. Diese oder jene Front liegt dadurch in der sogenannten Grenzzone, bzw. in den Übergangsschichten.

Die Grenzzone ist ein bunt zusammengesetzter Gesteinssstreifen, der bei Maria Trost beginnt, am Nordfuß des Linnecks durchzieht und am Ostrand des Schöcklstockes bis Radegund reicht. Clar hat diese Verhältnisse in einer Kartenskizze veröffentlicht. Heritsch hat aus der Grenzzone folgende Gesteine beschrieben: Serizitschiefer, Kalkglimmerschiefer, gelb anwitternde, dünnschieferige Kalke mit glimmerigen bis phyllitischen Häuten, bläuliche Kalke, Zellenkalke, Rauhwacken, dolomitische Kalke und Sandsteine. Im Raume zwischen Bachwirt und Gregerbauer beträgt nach Clar die Mächtigkeit dieser Zone sogar über 300 m. Unter den genannten Gesteinen herrschen rötliche Schieferkalke und Sandsteine. Während bei ersteren eine bautechnische Nutzung höchstens für

massigere Partien noch in Betracht kommt, könnte eine solche für letztere u. U. in Erwägung gezogen werden. Die Sandsteine, bzw. Quarzite sind z. B. im Liegenden des Schöcklkalkes im mittleren Annagraben bei der Einmündung des Glockengrabens aufgeschlossen. Clar bemerkt jedoch, daß es sich bei den Gesteinen der Grenzzone um keine durchgehenden Lagen, sondern um linsige Massen handelt, die nach mehr oder minder langer Erstreckung auskeilen. Bei der Bewertung muß ferner noch berücksichtigt werden, daß es sich bei der Grenzzone um einen Bewegungshorizont handelt und die Beanspruchung der Gesteine auf deren Beschaffenheit nicht ohne Einfluß geblieben ist.

Die abschnittsweise große Zahl der Brüche im Annagraben ist wohl z. T. auch darauf zurückzuführen, daß Brüche infolge der durch die Einschaltung von Gesteinen der Grenzzone entstandenen Schwierigkeiten aufgegeben wurden und dafür an einer benachbarten Stelle das Gelände verritzt wurde.

Neben den größeren Kalkwerksbetrieben wurden im Gebiet des Schöcklstockes kleinere Abbaue mit angegliederten Feldöfen in Gang gesetzt. Dabei stützte man sich mit Vorliebe auf die weiße Abart des Schöcklkalkes, die sich in den basalen Teilen im allgemeinen als linsige Einschaltung findet (z. B. nördlich Stündl und Tippf).

An Brüchen sind im Gebiet des Schöcklstockes zu nennen:

Bruch Isenrode in Radegund.

Der Schöcklkalk reicht in der näheren Umgebung des Ortes Radegund bei Isenrode am tiefsten herab. Er ist dort in einem seit längerer Zeit bestehenden Bruch aufgeschlossen. Die Bruchsohle schneidet bereits den Kalkschiefer der Grenzzone an. Neben der gebänderten Type finden sich im Bruch auch Lagen von weißem Schöcklkalk. Der Abraum, der um etwa 30×30 m messenden Front ist wechselnd mächtig, im allgemeinen jedoch nicht sehr ansehnlich. In den klaffenden Klüften greift die Einschwemmung von tonigem Zersetzungsrückstand tief. In den Klüften findet sich nicht selten gut ausgebildeter Calcit. Neben Schotter wird Bruchstein gewonnen, der z. T. nach der lagerhaften Absonderung gut lösbar ist und dessen weitgehende Verwendung im Ort Radegund angenehm auffällt.

Benachbart und zwar unmittelbar über dem Schloß Isenrode ist ein weiterer Bruch. In der um 15×10 m messenden Front ist lichter Schöcklkalk, überlagert von grauem und gebändertem, aufgeschlossen. Der Abraum ist unbedeutend. Längs der Klüfte und Störungszonen greift die Zersetzung tiefer. Seit kurzem gewinnt man wieder aus dem lichten Kalk Platten. Sie spalten nach den Lagerflächen eben und können unschwer durch Ritzen gelöst werden. Die durchschnittliche Plattenstärke liegt um 5 cm, sinkt jedoch bis auf etwa 1 cm herab. Durch die Klüftung ist die Plattengröße begrenzt. Maximal dürfte sie um $\frac{1}{4}$ m² betragen.

Kleinere, zum Teil mit einem Feldofen verbundene Brüche liegen in der weiteren Umgebung von Radegund an der Basis des Schöcklkalkes, bzw. in der Grenzzone. Sie dienen durchwegs nur zur Deckung gelegentlichen Eigenbedarfes.

Die Brüche im Annagraben.

Als Annagraben wird die Talenge zwischen Bachwirt und Neustift bezeichnet. In den alten Karten findet sich auch die Benennung Einödgraben. Gelegentlich wird auch kurz nur von den Brüchen in Neustift gesprochen. Der Schöcklkalk zeigt in diesem Bereich mehr oder minder enge tektonische Vermengung mit Gesteinen der Grenzzone.

Brüche beim Bachwirt.

Am Oslausgang des Annagrabens befinden sich in der näheren Umgebung des Bachwirtes einige Brüche, von denen gegenwärtig nur einer in Betrieb ist. In den Brüchen fällt längs der Klüfte die partienweise stärkere Durchsetzung mit Tonbelag auf. Nach einer alten Aufnahme scheint bei dem dem Bachwirt nächstgelegenen Bruch seinerzeit ein kleiner Ringofen für die Erzeugung von Branntkalk vorhanden gewesen zu sein. Dies ist insoferne interessant, als diese Ofenart, die verschiedene Vorzüge aufweist, in der steirischen Kalkindustrie heute nicht zu finden ist und auch anderwärts verhältnismäßig spät Eingang gefunden hat.

In der als Holdbruch bezeichneten Front tritt in größerer Mächtigkeit neben dem gebänderten Schöcklkalk die weiße Form desselben auf. Der Schöcklkalk ist partienweise besser gebankt und die Mächtigkeit der Lagen liegt durchschnittlich um einige dm.

Die Probe für die mechanisch-technologische Prüfung des in der Tafel III unter Bachwirt angeführten Materials stammt vom kleinen Bruch am Nordhang des Linnecks. Es handelt sich um einen feinkörnigen, dunkelgrauen bis dunkelblauen Kalk.

Brüche der Stadlgemeinde.

Es sind dies die beiden ungefähr am halben Weg in der Talenge unmittelbar benachbart am orographisch rechten Ufer des Schöcklbaches gelegenen Brüche. Es sind Fronten von ungefähr 50×30 m und 40×30 m entwickelt. Der Abraum ist unbedeutend und im gebankten Schöcklkalk gibt es Abschnitte, die nur verhältnismäßig geringe Durchsetzung mit lehmigen Lagen aufweisen. Gegenwärtig ist man damit beschäftigt, den die Bruchsohle verkleidenden Kleinschlag als Schotter zu räumen.

Brüche des Kalkwerkes Neustift.

Hinter den Brennöfen befindet sich der sogenannte Hausbruch, der eine Front von etwa 80×110 m aufweist. Der Bruch ist 1884 in Betrieb

genommen worden. Der im Hangenden und Liegenden den Schöcklkalk begleitende Kalkschiefer hat speziell im Hangenden auf dem westlichen Flügel des Bruches große Mächtigkeit. Der Abbau wurde daher bereits vor längerer Zeit aufgegeben. Gegenwärtig wird in dem bachaufwärts gelegenen Teichbruch gearbeitet, der eine Front von etwa 60×50 m besitzt. Auch in diesem Bruch macht sich der überlagernde Kalkschiefer betrieberschwerend bemerkbar. Der dritte zum Kalkwerk gehörige Bruch ist Blaubruch benannt. Er ist seit längerer Zeit verlassen. Sein Name hängt mit der blaugrauen Tönung des Schöcklkalkes zusammen. Das Verhältnis zwischen Schöcklkalk und überlagerndem Kalkschiefer ist sehr ungünstig und erreicht maximal 1:3.

Dem Hausbruch liegt am orographisch linken Ufer ein in der letzten Zeit im kleinen Umfang wieder in Betrieb genommener Bruch gegenüber. Von den einstigen Kalköfen sind nur mehr die Fundamente vorhanden.

Steinbruch Kollermichl.

Dem Schöcklkalkstock gehört an der Stirne seiner östlichen Auslappung der Bruch in Fölling bei Maria Trost an. Es ist eine Front von etwa 100×35 m aufgeschlossen. Der Abraum ist wechselnd mächtig, doch im allgemeinen gering. Es steht neben einfarbig weißem und grauem Schöcklkalk auch in größerer Mächtigkeit die gebänderte Type an. Die Zerklüftung hält sich in mittlerem Ausmaß. Der Kalk ist gebankt und die Bankmächtigkeit erreicht bis 1 m. Die Klüfte sind zum Teil mit den in Sammlerkreisen bekannten Calzineubildungen erfüllt.

Am Hauenstein ist ferner noch am Südwesthang ein kleiner Bruch, dessen Material z. T. dem Feldofen bei P. 623 zugeführt wird. Ein weiterer Bruch befindet sich am Nordhang des Hauensteins.

Von dem Steinbruch an der Straße Maria Trost—Wenisbuch ist zu bemerken, daß er ob der Schwierigkeiten, die zufolge der zunehmenden Überlagerung von Grün- und Tonschiefern entstanden sind, aufgegeben worden ist.

Schließlich sind noch die Brüche am Westrand des Schöcklstockes zu erwähnen. Neben dem Bruch des Kalkwerkes Stattegg sind noch einige kleinere vorhanden. Der nördlichste von ihnen liegt nördlich des Gasthauses Leber. Es ist noch eine kleine Front von etwa 12×10 m bei einer Tiefe von 8 m erkennbar. Die Zerklüftung und Einschwemmung von tonigem Rückstand ist ansehnlich. Der verfallene Feldofen ist seit längerer Zeit außer Betrieb.

Südlich der Leber ist im gebänderten Schöcklkalk neben dem Weg eine Entnahmestelle für den örtlichen Bedarf an Straßenschotter.

Schöcklkalk wurde ferner in dem nächstfolgenden, ebenfalls an der Straße gelegenen Bruch gebrochen. Die Reste eines kleinen Feldofens sind noch vorhanden. Die Front mißt etwa 25×15 m. Neben gebändertem Schöcklkalk tritt einfarbig weißer und grauer auf.

Bruch beim Aussegger.

Die etwa 20×15 m messende Front ist gegenwärtig mit nachgebrochenem Abraum und liegengelassenem Kleinmaterial verräumt. Es ist ein kleiner Feldofen vorhanden. Einzelne Partien des Bruches erscheinen für die Gewinnung von Baustein gut geeignet.

Bruch beim Hubenwirt.

Der Bruch ist stark verwachsen und wohl bereits seit längerer Zeit verlassen. Ein im gleichen Zustand befindlicher Bruch ist ferner bachabwärts nach der Wegbiegung auf der linken Talseite vorhanden.

Bruch Statlegg.

Nach längerem Stillstand ist der Bruch, der in vergangener Zeit abschnittsweise verräumt wurde, wieder in Betrieb gesetzt worden. Es ist eine Front von etwa 70×20 m vorhanden. Der feinkristalline Schöcklkalk ist gebändert. Daneben tritt bankweise auch einfarbig weißes und graues Material auf. Der Abraum ist im allgemeinen geringmächtig. Gegenwärtig ist man mit der Räumung des zurückgelassenen Abfalles beschäftigt. Daneben wird vornehmlich an den beiden Flügeln des Bruches das für die Ofen nötige Gut entnommen.

c) IM RAUM VON PEGGAU.

Die Entwicklung der Kalkwerke im Bereich des Schöcklstockes stützte sich wohl in erster Linie auf die Nähe von Graz als ansehnlichem Bedarfsräger. Mit der Errichtung der Bahn im Murtal rückte jedoch der Schöcklkalk im Gebiet von Peggau in verkehrsgünstigere Position. Durch den Bahnanschluß und den Einsatz von Spezialwagen kam nicht mehr Graz allein, sondern ein wesentlich erweiterter Raum als Abnehmer in Betracht.

Der Schöcklkalk baut im Gebiet von Peggau die das Tal begrenzenden Steilhänge auf, die in einem kurzen Abschnitt zwischen Peggau und Badl bis zur klammerartigen Verengung aneinander rücken. Es fehlt die den Abbau andernorts erschwerende Grenzzone. Zufolge dieser Umstände entwickelten sich als Rohstoffbasis der Kalkwerke wenige, dafür jedoch größere Brüche und es ist der Schöcklkalk in dieser Gegend nicht so wie anderwärts an zahlreichen Stellen durch kleinere Fronten von tastenden Versuchen verritzelt.

Bruch Strauß.

Der Bruch liegt am Nordende der Ortschaft Peggau unmittelbar an der Bahn und Straße. Während nach Norden ansehnliche Erweiterungsmöglichkeit geboten ist, ist die Ausdehnung des Abbaues nach Süden durch die für die Lurgrotte gezogene Landschaftsschutzgrenze beschränkt. Neben drei langflammigen, älteren Ofen sind zwei Schächtofen mit Mischfeuerung für die Gewinnung von Brannkalk vorhanden. Der

Zahl und Leistungsfähigkeit der Ofen entsprechend, hat der Bruch bereits eine sehr ansehnliche Ausdehnung. Die gegenwärtig durch den Abbau aufgeschlossene Front mißt um 160×125 m. Man ist derzeit damit beschäftigt, dem Bruch durch den Einzug von Elagen und Förderschächten eine entsprechende betriebstechnische Gestaltung zu geben. Bei der Größe des Bruches und der bewegten Masse sind derartige Maßnahmen unbedingt erforderlich, wenn ein Abbau im Laufe der Zeit nicht in unüberwindliche Schwierigkeiten geraten soll. In die Planung ist auch die Einbeziehung der nördlich vom gegenwärtig in Betrieb stehenden Bruch gelegenen Front vorgesehen. Der Abraum ist durchschnittlich gering. Neben einfarbigem Schöcklkalk steht in der Hauptsache die gebänderte Abart an. Partienweise ist der Kalk so günstig gebankt, daß alle Voraussetzungen für die Gewinnung von Baustein gegeben wären. Die Zerklüftung in den übrigen Anschnitten bewegt sich im tragbaren Ausmaß. In den Klüften liegt die übliche Einschwemmung von tonigem Material vor. Die Zerklüftung setzt auch, wie aus der Tafel III ersichtlich ist, die Würfeldruckfestigkeit herab. Bei der Verwendung des Kalkes spielt diese Minderung jedoch keine zu große Rolle. Im Ofeneinsatz ist kein übermäßiger Zerfall zu verzeichnen. Die Zerklüftung wirkt sich vor allem auch kaum auf die Schotterfestigkeit aus. Vereinzelt tritt in den Klüften gelb-weiß gebänderter Kalksinter auf, wie er im Handel als Onyx Verwendung findet.

Bruch Mohn

Der südlich der Lurgrotte gelegene Bruch mit dem alten Kalkwerk besitzt Bahnanschluß. Durch die Landschaftsschutzgrenze ist dem Bruch die Ausdehnungsmöglichkeit in südlicher Richtung gewiesen. Der Schöcklkalk ist in einer sehr ansehnlichen Front von ungefähr 130×121 m angeschnitten. Vor etwa einem Jahrzehnt ist, den Bruch als Rohstofflieferant benützend, eine Zementfabrik erstellt worden. Sie war auf Kalk-Ton-Basis errichtet. Hinsichtlich der Beschaffung von geeignetem Ton ergaben sich jedoch Schwierigkeiten, wozu noch die kriegsbedingten Hemmnisse kamen. Die Zementfabrik wurde daher 1943 stillgelegt. Neuerdings ist in der Anlage die Erzeugung von Portland-, bzw. Hochofenzement (mit Hochofenschlacke des Werkes Linz) wieder aufgenommen worden. Die gesteintechnischen und geologischen Verhältnisse sind im wesentlichen dieselben wie im vorbeschriebenen Bruch.

Bruch Waldstein bei Ubelbach.

Der Bruch liegt westlich vom Schloß Waldstein am Südwestende einer kleinen Scholle von Schöcklkalk. Das gebankte Gestein wird neben der Erzeugung von Schotter auch zur Gewinnung von Baustein für den lokalen Bedarf benützt.

Verlassene Brüche befinden sich im Schöcklkalk noch bei Badl am rechten und linken Murerer.

d) IM GEBIET VON KÖFLACH.

Ein bachaufwärts sich verschmälernder und schließlich 3 km oberhalb Krenhof auskeilender Zug von Schöcklkalk begleitet den Gradenbach. Gegen Osten lappt von diesem Vorkommen eine schmale Zunge nach Piber. Ferner befindet sich eine kleine, von diesem Zug isolierte Scholle von Schöcklkalk nordöstlich von Köflach und ein weiteres kleines Vorkommen südlich von Köflach bei Pichling. Vor allem dem erstgenannten Vorkommen, in dem der Schöcklkalk bis zur Talsohle herabreicht, kommt als Lieferant vom Straßenbaustoff und Branntkalk im weststeirischen Raum eine beachtenswerte Bedeutung zu. Im besonderen hat der Bruch und Kalkwerksbetrieb der Graz—Köflacher Bahn (GKB) eine ansehnliche Entwicklung aufzuweisen. Nach der geologischen Karte von Waagen fehlt in diesem Gebiet die andernorts den Schöcklkalk begleitende Grenzzone. Eine interessante, vornehmlich geschichtliche Darstellung der Stein- und besonders der Kalkindustrie im Bezirke Voitsberg brachte Dipl. Ing. O. Beidl (Köflach) in den Folgen vom 15. und 29. 1. sowie vom 12. und 29. 2. 1949 der weststeirischen Volkszeitung.

An Brüchen sind zu nennen:

Bruch Grinschgl.

Der Bruch liegt im Gradental etwa 1 km von Krenhof gegen Graden unmittelbar an der Straße Krenhof—Graden. Er wurde vor längerer Zeit vorübergehend vom Bezirksausschuß Voitsberg für den lokalen Bedarf an Straßenbaustoff und Baustein betrieben. Angeblich hat dieser Bruch auch vorübergehend Kalk für die Glasfabrik in Köflach geliefert.

Bruch der GKB.

Das zu diesem Bruch gehörige Kalkwerk befindet sich in Köflach. Der Anschluß vom Bruch wird durch eine Kleinbahn vermittelt. Inmitten des Kohlenrevieres ist dem Kalkwerk auch von der Brennstoffseite her eine günstige Voraussetzung gegeben. Der Bruch weist dementsprechend auch bereits eine sehr beachtliche Ausdehnung auf. Die Front mißt etwa um 200×90 m und zählt zu den größten Steinbruchfronten Steiermarks. Nach Beidl erfolgte systematischer Abbau seit der Errichtung des Ofens durch Hödl in den Jahren 1871—1872. U. a. war der Bruch auch Lieferant des Schotters für den Bau der Packstraße. Das Steinmehl wurde und wird von den Glasfabriken verwertet.

Bruch Holzer.

Dieser Bruch befindet sich bachabwärts nahe dem eben beschriebenen am Osthang des Hanskogels. Die ungefähr um 20×30 m messende Front ist in der letzten Zeit wieder in Betrieb genommen worden.

Am orographisch linken Ufer befindet sich noch am Ausgang des Gradentales eine verlassene Front (etwa 30×20 m).

Lankowitz.

Etwa 100 m über dem Ort liegt im Wald eine Front von etwa 50×15 m. Der Abraum ist gering. Der grauweiß gebänderte Schöcklkalk ist gebankt und besitzt gute Voraussetzungen für die Gewinnung von Bruchstein. Die Zerklüftung ist nicht sehr dicht und dadurch ist auch die lehmige Verschmierung von geringerem Ausmaß. Eine weitere am Nordrand des Ortes ebenfalls im Schöcklkalk gelegene Front ist seit langem verlassen und verbaut.

Piber.

Am Geilbach liegen oberhalb der Ortschaft Piber in der Grabensohle zwei Brüche.

Bruch der Forstverwaltung.

163/113 Die Front hat eine Ausdehnung von ungefähr 30×25 m. Der einfarbig graue, bzw. grauweiß gebänderte Schöcklkalk weist engständige Zerbrechung auf mit der entlang der Zerrüftungstreifen eine stärkere Durchsetzung mit lehmigem Rückstand in Zusammenhang steht. Es sind in erster Linie die Voraussetzungen für die Gewinnung von Schotter gegeben.

Bruch der Gemeinde.

Der Abraum der um 20×25 m messenden Front ist gering. Der einfarbig graue, bzw. grauweiß gebänderte Schöcklkalk besitzt ebenfalls engständige Zerbrechung und damit in der Hauptsache Anfall von kleinstückigem Material. Die fallweise Steinentnahme führte zu einem wenig befriedigenden Bild des Bruches.

Brüche in Pichling.

Unmittelbar an der Straße Pichling—St. Marlin sind am Hang des Lippkogels nebeneinander liegend drei gegenwärtig verlassene Brüche.

- a) Der größte Bruch hat eine Front von etwa 30×25 m. Eine ungefähr gleich große, anschließende Bruchwand ist vollkommen verwachsen. Der graublau und lichte Schöcklkalk ist plattig bis gebankt. Die starke Zerklüftung macht nur einzelne Partien zur Gewinnung lagerhafter Bruchsteine geeignet. Im übrigen fällt das Material als Schotter an.
- b) Der mittlere Bruch hat eine Front von ungefähr 15×15 m. Der Abraum ist ebenfalls gering. Im tieferen Teil der Wand steht grauer Schöcklkalk befriedigender Beschaffenheit an. Die darüber befindlichen Lagen weisen starke Zerklüftung auf.
- c) Der dritte Bruch hat mit ungefähr 15×6 m die kleinste Front. Der Abraum ist gering. Der plattige Schöcklkalk ist licht und grauweiß gebändert. Die Zerklüftung ist engständig und macht mehr oder weniger nur die Gewinnung von Schotter möglich.

Zusammenfassung.

A) DAS ERGEBNIS DER MECHANISCH-TECHNOLOGISCHEN PRÜFUNG.

Die Prüfungen wurden einheitlich nach Din DVM für Natursteine vorgenommen.

a) DER SCHÖCKLKALK.

Das Raumgewicht.

Das Raumgewicht des Schöcklkalkes der verschiedenen Vorkommen weist geringe Streuungen auf. Der Mittelwert beträgt $2,70 \text{ kg/dm}^3$ und liegt im unteren Bereich für dichte Kalksteine.

Die Wasseraufnahme.

Die Wasseraufnahmefähigkeit des Schöcklkalkes ist durchwegs niedrig. Der einzige herausfallende Wert der Probe Annagraben—Bachwirl (Tafel III) hängt mit stärkerer Rissigkeit zusammen. Ansonsten liegt die mittlere Wasseraufnahme bei 0,17 Gewichtsprozent und ist demnach merkbar unter dem kleinsten Wert der Richtzahlen. Der kleine Wert deutet auf die große Dichte des Schöcklkalkes und ist auch eine gewisse Grundlage für eine befriedigende Frostbeständigkeit.

Die Druckfestigkeit.

Von der Druckfestigkeit des Schöcklkalkes kann man sagen, daß sie merkbaren Schwankungen unterliegt. Die Streuungen hängen mit der wechselnden Klüffigkeit zusammen. Trotzdem die Klüfte fast stets gut ausgeheilt sind, wirken sie sich doch im Block zufolge der nach den verheilten Rissen begünstigten Zerlegbarkeit in der Minderung der Festigkeit aus. Der Wert des Schöcklkalkes wird dadurch jedoch kaum wesentlich beeinträchtigt, weil bei seiner üblichen Verwendung die Würfeldruckfestigkeit keine ausschlaggebende Rolle spielt.

1. Im luftrockenen Zustand:

Der Schöcklkalk besitzt bei der Gegenüberstellung zu den Richtzahlen einen mittleren Wert.

2. Im wassergesättigten und ausgefrorenen Zustand:

In Verbindung mit der geringen Wasseraufnahmefähigkeit ist im wassergesättigten wie auch im ausgefrorenen Zustand praktisch kein Abfall der Würfeldruckfestigkeit zu verzeichnen. Der höhere Druckfestigkeitswert einiger Proben gegenüber dem Wert im luftrockenen Zustand hängt damit zusammen, daß in diesem Fall die Prüfung im wassergesättigten, bzw. ausgefrorenen Zustand Proben von günstigerer (rißfreier) Beschaffenheit verwendete.

Speziell bei den gebänderten Typen ist die erwartete Festigkeitsanisotropie bei der Prüfung zum Ausdruck gekommen.

Schlagfestigkeit der Würfelproben.

Sie weist im allgemeinen einen befriedigenden Wert auf.

Abnutzung durch Schleifen.

Die Abnutzung weist gewisse Schwankungen auf. Soweit bisher überblickt werden kann, steigt der Abnutzungswert bei den dunklen (bitumenreichen) Typen. Ansonsten liegt der mittlere Wert um 20 cm³ und es ist demnach der Schöcklkalk als härterer Kalkstein anzusprechen.

Widerstandsfähigkeit von Schotter gegen Druck und Schlag.

Die nur mittlere Würfeldruckfestigkeit bildet sich auch in einer nur mittleren Widerstandsfähigkeit des Schotters gegen Druck ab. Die Widerstandsfähigkeit des Schotters gegen Schlag ist dagegen als recht gut zu bezeichnen. Es ist daher berechtigt, daß der Schöcklkalk als Straßenschotter und für Gleisbettung sogar manchem fraglichen Hartgestein gleichgestellt oder sogar vorgezogen wird.

Die Bitumenhaftfestigkeit.

Die Bitumenhaftfestigkeit ist sehr gut. Der Schöcklkalk findet daher neben dem Basalt als Zuschlagstoff für Schwarzdecken vielfach Verwendung.

Die Bohrbarkeit des Schöcklkalkes.

Von Herrn Ing. Schirnbacher wurden in entgegenkommender Weise folgende mittlere Ergebnisse von Versuchsbohrungen im Schöcklkalk vom Steinbruch Strauß in Peggau zur Verfügung gestellt:

Mit Preßluftbohrhammer BH 16 Böhler-Doppelschneiden mit Böhler Bohrstahlschneiden handgefertigt, erzielte Leistungen:

mit 35 mm Schneidendurchmesser	5,9 Min. pro 1 m,
mit 26 mm Schneidendurchmesser	3 Min. pro 1 m.

Bei den Angaben handelt es sich um die reine Bohrzeit. Bei Berücksichtigung von Vorrichtung, Bohrerwechsel und Ausblasung ist die Stundenleistung im ersten Fall 8,6—8,8 m. Die gleiche Bemerkung gilt für die zweite Angabe, die bei Bohrlöchern von 1,5—1,7 m Länge beim Schacht- und Stollenvortrieb ermittelt worden ist.

Der Sprengstoffverbrauch ist beim genannten Betrieb bei der Gewinnung von Ofeneinsatz mit 225—260 g (Donarit II) pro t Schöcklkalk festgestellt worden. Durch die Änderung der Sprengmethode auf den Etagen erwartet man einen Rückgang auf 150—170 g pro t.

* * *

Reine Kalke verlieren beim Brennen nahezu 45 Gewichtsprozente und büßen 10—20 % an Volumen ein. Eine von Ing. Schirmbacher durch 1 Monat vorgenommene Messung ergab für den Schöcklkalk des Steinbruchs Strauß in Peggau eine mittlere Gewichtsabnahme von 44 % und eine Schwindung von 10 %.

b) DER KALKSCHIEFER.

Die Prüfung des Kalkschiefers erfolgte in erster Linie aus dem Grunde, weil dieser bei einigen Brüchen als Zwischenlagerung im Schöcklkalk auftritt und dadurch die Frage nahe liegt, ob er bei der Gewinnung ausgehalten werden muß.

Die Untersuchungen zeigten, daß die stofflichen Eigenschaften des Kalkschiefers im allgemeinen solcher Art sind, daß seine Zumengung das Gut aus Schöcklkalk beim üblichen Brand in seinem Wert herabsetzt. Die Möglichkeit der Verwendung des Kalkschiefers für spezielle Branntprodukte wäre vorstellbar, ist jedoch noch nicht entsprechend untersucht. Bei einem positiven Ergebnis würden für einzelne Betriebe wesentliche Abbauschwierigkeiten in Wegfall kommen.

Im Schottergut fällt der Kalkschiefer durch mißfarbig-gelben Ton auf. Zu Recht ist der Ingenieur dem Schottergemenge Schöcklkalk-Kalkschiefer gegenüber mißtrauisch. Da es im Kalkschiefer jedoch auch bessere Einlagerungen gibt, muß das Gemenge nicht unbedingt von minderer Güte sein. Praktisch bedürfte die Bewertung im Einzelfall stets der besonderen Beurteilung: ein Verfahren, das verständlicherweise als zu umständlich abgelehnt wird.

B) DER CHEMISMUS DES SCHÖCKLKALKES.

1. Der Schöcklkalk.

In der Tafel II sind die greifbar gewesenen chemischen Analysen des Schöcklkalkes zusammengestellt. In der Hauptsache sind sie der Literatur entnommen. Die meisten Analysen wurden in Zusammenhang mit geologischen Arbeiten durchgeführt und stammen nicht von technologischen Untersuchungen. Im allgemeinen liegt von den einzelnen Vorkommen jeweils nur die Untersuchung einer Probe vor, die zusätzlich nicht in der Absicht ausgewählt worden ist, einen Durchschnittswert für das Vorkommen zu erhalten. Die Analysen dürfen demnach nicht als Maßstab für die Bewertung des Rohstoffes eines bestimmten Kalkwerkes, sondern nur als Grundlage für einen allgemeinen Überblick über den Chemismus des Schöcklkalkes angesehen werden.

Bei der Zusammenstellung der Analysen zeigte sich, daß diese, die von verschiedenen Autoren stammen, nicht einheitlich durchgeführt sind, d. h. daß die Methodik nicht überall dieselbe ist. Manchmal wird sum-

marisch der Glühverlust bestimmt, manchmal Feuchtigkeit und CO_2 ; manchmal erscheint SiO_2 , manchmal Unlösliches angegeben. In einigen Fällen ist das Ca als CaCO_3 angegeben, in anderen wieder als CaO. Im Interesse der Vergleichbarkeit von Analysen verschiedener Herkunft wäre es wünschenswert, wenn sie einheitlich durchgeführt werden würden, gleichviel, ob dabei wissenschaftlich-theoretische oder technische Zwecke verfolgt werden. Man hat zu diesem Zweck folgende Bestimmungen vorzunehmen: Glühverlust, salzsäureunlöslicher Rückstand („Rohkieselsäure“), Sesquioxide, CaO und MgO. Diese Bestandteile müssen unbedingt in der Analyse aufscheinen. Eine weitere Analyse würde den Glühverlust aufgliedern in Feuchtigkeit, Hydratwasser, CO_2 aus Karbonat und CO_2 aus organischen Substanzen. Die Bestimmung der letzteren kann unterbleiben, wenn der Kalkstein augenscheinlich nichts oder nur wenig davon enthält; im letzteren Fall würde die organische Substanz zum Hydratwasser geschlagen werden, weil dieses aus der Differenz errechnet wird. Weiters müßte man SiO_2 bestimmen („Reinkieselsäure“), Fe_2O_3 , Al_2O_3 und allenfalls gebundene Schwefelsäure (SO_3). Der Gehalt an Kieselsäure wird zweckmäßig in Klammer hinter dem Unlöslichen angegeben, das Fe_2O_3 hinter den Sesquioxiden. Statt des Glühverlustes können die vier Einzelbestandteile aufscheinen. Nicht bestimmte Anteile sind durch „n. b.“ zu kennzeichnen. Die Bestandteile sind in der Analyse so anzugeben, wie sie gefunden wurden, also als CaO und MgO, nicht aber als CaCO_3 und MgCO_3 . Diese werden nur durch Umrechnen aus CaO und MgO erhalten und dienen zur Kontrolle der Analyse, besonders dann, wenn auch CO_2 bestimmt worden ist. Auch wenn man nur die 5 Bestandteile der kürzeren Analyse bestimmt, können daraus fast stets ausreichende Schlüsse auf die technische Brauchbarkeit des Kalksteines gezogen werden. Aus dem errechneten Gehalt an CaCO_3 und MgCO_3 geht z. B. schon hervor, ob ein daraus hergestellter Brannkalk als Weißkalk oder Dolomilkalk (Graukalk) bezeichnet werden darf, denn in den für Brannkalk geltenden Normen sind die zulässigen Gehalte vorgeschrieben.

Bedauerlicherweise fehlt unseres Wissens eine systematische Untersuchung und Aufnahme eines Bruches in der Form einer bankweisen Entnahme der Proben. Sie würde eine wertvolle Grundlage für die Beurteilung der im Schöcklkalk eines Vorkommens auftretenden Schwankungen im Chemismus darstellen. Es ist zu hoffen, daß die in der letzten Zeit von einigen, wenn auch wenigen Betrieben vorgenommene Anschaffung der einfachsten Einrichtung für die chemische Überwachung des Abbaugutes, eine gewisse Besserung schaffen wird.

Aus den verhältnismäßig wenigen Analysen kann mit Vorbehalt hinsichtlich des Chemismus des Schöcklkalkes allgemeiner ausgesprochen werden:

Der Schöckkalk ist in technologischer Hinsicht im allgemeinen als reiner Kalk anzusprechen. Gewisse Unterschiede kommen allem Anscheine nach bereits in der Farbe der verschiedenen Typen zum Ausdruck. Die dunklen Typen dürften z. B. unter den Sequioxyden in der Regel Eisenoxyd enthalten. Das Brannprodukt hat daher vielfach einen gelblichen Farbton. Das Brannprodukt der helleren Formen besitzt dagegen reine weiße Farbe. Die Brannprodukte aller Abarten lassen sich jedoch im allgemeinen zu vollkommen grießfreiem Kalkhydrat ohne Eintritt einer Verzögerung ablöschen. Der einfarbig weiße Schöckkalk dürfte unter den verschiedenen Abarten für Brennzwecke jedoch als die beste anzusehen sein.

Hinsichtlich der Ergiebigkeit des Brannkalkes steht u. a. eine Untersuchung durch das chemische Laboratorium für Tonindustrie (Dr. S e r - C r e m e r) vom Staffegger-Material zur Verfügung. Es heißt darin:

„1 kg gebrannten Stückkalkes liefert mit 3 l Wasser von 20 Grad C 3,605 kg eines glatten, festen, reinweißen Breies, der vollkommen grießfrei ist. Das Litergewicht dieses Kalkbreies von normaler Steifigkeit beläuft sich auf 1,225 kg, so daß aus 1 kg gebranntem Kalk 2,94 l Teigkalk im Mittel entstehen. Die Ausgiebigkeit des Kalkes bei der Breilösung ist eine 3,6 fache. Aus 10 kg dieses Kalkes können rund 30 l Breikalk erzeugt werden, während vom österreichischen Normenausschuß für Industrie und Gewerbe bei Schiedsproben für 10 kg gebrannten Kalkes eine Ausbeute von nur 22 l Kalkteig gefordert wird.“

Die Untersuchungen von Herrn Ing. B e i d l (Köflach) am Schöckkalk von Gradenberg ergaben auf 1 kg Brannkalk 3,1466 kg gelöschten Kalk. Das entspricht bei einem spezifischen Gewicht des eingesumpften Kalkes von 1,3066 kg/dm³ einem Raummaß von 2,4066 l, bzw. 5 kg Stückkalk 12 l Teigkalk.

Vom Materialprüfungsamt der Technischen Hochschule Graz durchgeführte Prüfungen hatten das Ergebnis:

Kalk von Staffegg	5 kg Stückkalk	11,7 l Teigkalk,
Kalk von Peggau	5 kg Stückkalk	11,2 l Teigkalk.

Der richtig gebrannte Schöckkalk löscht in kurzer Zeit stürmisch. Es ist daher besonders bei ihm darauf zu achten, daß der Wasserzusatz so gewählt wird, daß weder ein Verbrennen, noch ein Ersäufen erfolgen kann. Nimmt man zu wenig Wasser, so wird der gebrannte Kalk durch die Reaktionsfähigkeit mit Wasser zur Wärmeentbindung wohl angeregt, doch geht ein großer Teil der Wärme durch Hitze- und Dampfentwicklung verloren. Es bildet sich eine grießige Masse, die infolge mangelnder Wärmeenergie das Löschvermögen eingebüßt hat. Der Kalk ist verbrannt. Gibt man in einem Guß zum gebrannten Kalk zuviel Wasser, so tritt die Reaktionsfähigkeit erst gar nicht in Erscheinung. Durch das Zuviel an Was-

ser kommt es gar nicht zur Erwärmung bis zum kritischen Wärmepunkt, der um 50 Grad C liegt. Der Kalk ist ersäuft.

Da das Löschen des Schöcklkalkes eine gewisse Erfahrung erfordert, haben verschiedene Baufirmen ihren eigenen Kalklöschler, dem jeweils diese Aufgabe obliegt. Baustoffhändler verkaufen z. T. auch aus dem gleichen Grunde den gebrannten Schöcklkalk als Teigkalk. Durch den Verkauf von trocken gelöschtem Kalk könnten die Kalkwerke diese Schwierigkeiten aus dem Wege schaffen.

2. Der Kalkschiefer.

Bei den Kalkschiefern ist weniger das Auftreten einer mehr oder minder großen dolomitischen Komponente von Bedeutung als vielmehr ein größerer Anteil an unlöslichem Rückstand. Es kommt dieser bereits in der mineralogischen Zusammensetzung durch das Auftreten von Quarz, Serizit und Ton zum Ausdruck. Die Beimengung von Kalkschiefer zum Schöcklkalk im gewöhnlichen Ofen ergibt demnach einen unerwünscht großen Anteil an unlöslichem Anteil. Zum andern neigen die Kalkschiefer zufolge ihrer Gefügebeschaffenheit zu erhöhtem Zerfall, der den Ofenzug stören kann. Einzelne Betriebe sind daher auf Grund der Verhältnisse im Bruch gezwungen, bei der Bereitstellung des Materiales für den Ofeneinsatz auf die Aushaltung des Kalkschiefers zu achten.

C) DIE GESTEINSTECHNISCH-GEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE.

Unter den Kalken Steiermarks findet unbestritten der Schöcklkalk die umfangreichste bautechnische Nutzung. Hiefür sind zusammenfassend vor allem folgende Momente maßgebend:

1. Der Schöcklkalk ist ein Gestein von im allgemeinen befriedigender gesteintechnischer Gleichmäßigkeit. Die Verzahnung der Körner ist günstig und verleiht dem Gestein eine gewisse Zähigkeit, wie sie bei der Widerständigkeit des Schotters gegen Schlag besonders zum Ausdruck kommt.
2. Ein Übergang der kalkigen in die dolomitische Fazies findet beim Schöcklkalk nur in untergeordnetem Ausmaß statt. Der Schöcklkalk zeigt, soweit die bisherigen Untersuchungen überblicken lassen, im allgemeinen in großer Masse befriedigende chemische Gleichmäßigkeit.
3. Der Schöcklkalk tritt in größeren Stöcken in verkehrsgünstiger Lage auf. Bei halbwegs geschicktem Bruchansatz steht in der Regel ansehnlicher Vorrat zur Verfügung, der größeren Kalkwerken eine sichere Rohstoffbasis zu bieten vermag. Die Lagerung ist im Schöcklkalk vielerorts verhältnismäßig einfach. Als tektonisches Element steht die Zerklüftung im Vordergrund. Sie hält sich im

allgemeinen in einem tragbaren Ausmaß. In den meisten Brüchen sind die Abbaubedingungen im Schöcklkalk nicht zu schwierig. Dieser Umstand ist sicherlich einer der Gründe, daß viele Brüche auf eine betriebstechnische Planung keinen oder keinen besonderen Wert legen. Da es sich in verschiedenen Fällen jedoch immerhin um die Bewegung großer Massen handelt, darf man nicht verkennen, daß auch bei günstigsten Abbauverhältnissen das Fehlen einer Planung im Laufe der Zeit zu Schwierigkeiten führt.

4. Der Schöcklkalk weist auf Grund seiner Eigenschaften vielseitige Verwendbarkeit auf. Indirekt kommt seiner Verwendung zu gute, daß die Mittel-, West- und Oststeiermark einen beachtlichen Bedarfsträger darstellen und in diesem Raum kein anderes Gestein von gleich vielseitiger Eignung dem Markt im nötigen Umfang zur Verfügung steht.

Als allgemeine auftretende Nachteile sind im Schöcklkalk anzuführen:

1. Die aus der tektonischen Beanspruchung stammenden Klüfte und Fugen sind wasserwegig. Das eindringende Wasser schwemmt tiefgreifend in den Klüften lehmigen Verwitterungsrückstand ein. Die Bruchwände sind dadurch wenigstens abschnittsweise in der Regel braun überlaufen. Bei wesentlichem Ausmaß machen sich die den Schöcklkalk äußerlich überziehenden Tonhäute bei der Erzeugung von Brannkalk unangenehm bemerkbar. Allem Anschein nach ist, abgesehen von der Oberflächennähe, das Ausmaß der tonigen Verunreinigung in jenen Brüchen größer, deren Bruchwand von einer Verebnungsfläche mit einem mächtigerem Abraum abgeschlossen wird.
2. Naturgegeben weist der Schöcklkalk in den randlichen Bereichen in der Regel verkehrsgünstigere Lage auf. Gerade in diesen Bereichen wird jedoch der Schöcklkalk öfters von der sogenannten Grenzzone begleitet. In dieser treten für bautechnische Zwecke minder oder überhaupt nicht geeignete Gesteine verschuppt mit dem Schöcklkalk auf. Bei der Inbetriebnahme eines Abbaues ist daher stets darauf zu achten, daß die Abbaufont möglichst außerhalb dieser Zone zu liegen kommt.

D) DIE VERWENDBARKEIT DES SCHÖCKLKALKES.

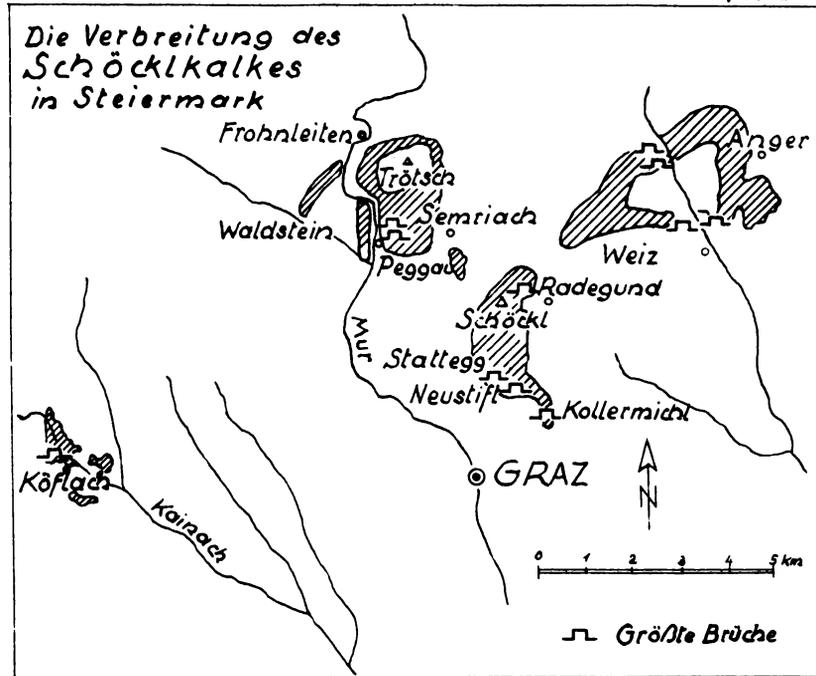
Praktisch erscheint der Schöcklkalk für alle Zwecke geeignet für die die Verwendbarkeit von Kalkstein überhaupt gegeben ist. Nur innerhalb gewisser Grenzen kann davon gesprochen werden, daß das Material eines Bruches für einen bestimmten Zweck besondere Eignung aufweist,

wie z. B. bei besonders betonter plattigbankiger Absonderung für die Gewinnung von Baustein und Platten.

Alle Brüche, einzelne ausschließlich, befassen sich mit der Gewinnung von Schotter. Der Schotter aus Schöcklkalk vermochte sich in Steiermark in breitem Umfang das Feld als Straßenbaustoff zu sichern. Der Splitt wird zufolge seiner Bindefähigkeit sehr gerne für die Abschlußdecke der Straße benützt. Als Betonzuschlag erscheint der gewaschene Schotter speziell bei entsprechend gewähltem Zusatz von Rundsand feinerer Fraktion auch für höhere Anforderungen brauchbar. Die chemischen Eigenschaften machen den Schöcklkalk für die Herstellung von Brantkalk, aber auch für die Verwertung in der chemischen und Hüttenindustrie geeignet. Der gebänderte Schöcklkalk besitzt nicht selten ein lebhaftes, dekoratives Aussehen. Seine Verwendbarkeit auf diesem Sektor ist in erster Linie in Innenräumen gegeben. Einer derartigen Verwertung des Schöcklkalkes steht allerdings entgegen, daß bei der üblichen Abbauweise Großblöcke von befriedigender Lassenfreiheit nur ausnahmsweise anfallen.

2 Bil.

Tafel I



Tafel II

Chemische Analysen des Schöcklkalkes und des begleitenden Kalkschiefers.
Alle Zahlen bedeuten Gewichtsprozente.

Bestandteile	Schöckl-Kalk										Kalk-Schiefer			
	Bruch Wenger Weizklammr Neuwrith 1949	Bruch Felsenkeller Weizklamm			Bruch Naas Hübl 1941	Annagraben Bachwirt, Hübl 1941 4)	Neustift Hödlbruch Heritsch 1917 5)	Kollermichl, Fölling Blümel 1939	Mariabrunn bei Radegund Heritsch 1917	Stattegg, Chem.-Inst. Univ. Graz 1948	Peggau		Birdsbaumer-Sattel Hübl 1941	Glockengr. Einöden-Graben Heritsch 1917
		dunkle Type Lipp 1948	Lichte Type Lipp 1948	Heritsch 1917							Probe 1 Neuwrith 1948	Probe 2 Neuwrith 1948		
Feuchtigkeit	0,046			—	0,35	0,10	Spuren	0,12	—		1,13	0,99	0,29	—
Si O ₂ bzw. Unlösliches	0,035	0,74	0,05	1,87			1,86	0,78	0,75	0,26				10,72
Fe ₂ O ₃	0,19	} 1,1	} 0,04	Spuren	0,3	0,34	Spuren	0,24	1,25	} 0,21			0,68	1,22
Al ₂ O ₃														
CO ₂ bzw. Glühverlust	43,63				43,82	43,40				43,8			38,49	
Ca CO ₃ ³⁾	99,22	96,90	98,87	91,09	98,90	98,11	93,47	96,93	91,71	99,40	95,70	99,10	87,03	73,66
Mg CO ₃ ⁴⁾	0,21	1,46	0,84	7,6	0,46	0,29	4,15	1,86	5,46	0,02	2,64	—	0,92	14,22

1) Zuzüglich 0,54% Gehalt an Kohlenstoff

3) Aus Ca O berechnet

2) " 0,55% " " " "

4) " MgO " " "

5) Analyse Verein Deutscher Kalkwerke Berlin, 1940: Glühverlust 96,2%, SiO₂ 1,04%, Al₂O₃ + FeO 1,26% CaCO₃ 96,84%, MgCO₃ 0,84%



		Richtzahlen nach Din DVM 2100 für dichte Kalksteine	Mittelwerte der Prüfung des Materiales folgender Brüche:																		
			S c h n ö c k l - K a l k																		
			Weizklamm Bruch-Wenger 1949	Weizklamm Bruch-Felsenkeller 1949	Weiz, Bruch des Stra- ßenbauamtes in Naas			Maria-Trost, Bruch Kollermichl			Neustift, Kalkwerk 1938	Annagraben Bachwirt 1941	Peggau			Gradenberg Grinsbgl Krenhof 162/69 163/49	Piber 74 163/49 163/49	Kalkschiefer Weiz 1941	Kalkschiefer Neustift		
					Prüfung 1939	Prüfung 1941		Prüfung 1949	Prüfung 1938	Prüfung 1940			Bruch Strauß		Bruch Mohr 1949						
Proben der rechten Bruchseite		Proben der linken Bruchseite				gra	licht	gebändert		Prüfung 1948	Prüfung 1949										
Raumgewicht in Kg/dm ³		2,65-2,85	2,71	2,72	2,68	2,69	2,74	2,72	2,76	2,71	2,75	2,69	2,67	2,70	2,72	2,71	2,71	2,71	2,70	2,65	2,63
Wasseraufnahme nach Din DVM 2103	Gewichts- prozent	0,2-0,6	0,16	0,13	0,13	0,09	0,15	0,24	-	0,18	0,14	0,29	-	0,59	0,21			0,19	0,13	0,38	
	Raum- prozent	0,4-1,8	0,43	0,36	0,34	0,26	0,40	0,63	-	0,48	0,38	0,78	-	1,59	0,56			0,51	0,35	1,02	
Druckfestigkeit in kg/cm ²	lufttrocken	800- 1800	1300 1190	1190 920	1610	1660 1210	1540 1580	1150	1655	1810	1800	1190	1730	1630	1230 1060	um 1000	um 1100	1360	1370	1540 750	870 840
	wasserge- sättigt	-		1010 850		1730 1250	1680	1080							1020 980						
	ausgefroren	-		1130 870		1890 1170	1430	1020							1060 1030						650
Biegezugfestigkeit in kg/cm ²		-																			
Anzahl der Schläge bis zur Zerstörung		-	12 13	6- 8				6- 8							5- 7						
Abnutzung durch Schleifen Verlust in cm ³ auf 50 cm ²		15-40	26	24,8 28,4	19	19,2	14,7	21,6	-	22,4	17,8	19,8	-	35	22,7	25	24	-	-	26	29,6
Widerstands- fähigkeit von Schotter gegen Druck und Schlag	Druck, Stra- ßen- bau Durchgang durch 10 mm Lochsieb	17-35		29,8		33,8	27,2	34							31,8						
	Schlag, Stra- ßen- bau Durchgang durch 10 mm Lochsieb	11-25		10,6		13,1	12,1	12,9							18						
	Schlag, Gleisbet- tung Zertrüm- merungs- grad	0,9-1,3		0,562		0,615	0,542	0,672							1,04						
Bitumenhaftfestigkeit				8				8							7-8	8	8				