

## VERSAMMLUNGSBERICHTE

### 10. Hauptversammlung der Deutschen Keramischen Gesellschaft.

Heidelberg, 27. bis 30. September 1929.

Vorsitzender: Direktor Dr. Harkort, Velten.

Bei der Feier der zehnten Wiederkehr des Gründungstages der D. K. G. verkündete der Vorsitzende, Dr. Harkort, daß die Gesellschaft beschlossen habe, zwei Denkmünzen zu verteilen. Die Seeger-Denkmünze erhielt der Schüler und Mitarbeiter Seegers, Dr. Cramer, Berlin, die zweite Seeger-Denkmünze ist Geheimrat Heinecke, dem früheren Leiter der Staatlichen Porzellanmanufaktur, Berlin, zugedacht. Die erste Böttger-Denkmünze erhielt Generaldirektor Nikolaus Jungeblut, der die ganze Steinzeugindustrie Deutschlands zu einer wirtschaftlichen Einheit zusammengeschlossen hat, die zweite Böttger-Denkmünze erhält Geheimrat Dr. Rosenthal, Selb.

Prof. Dr. G. Keppeler, Hannover: „*Unterscheidungsmerkmale der keramisch wichtigen Tone.*“

Da die Tone meist Gemische mehrerer mineralogischer bzw. chemischer Individuen sind, wäre es wertvoll, die Bestandteile dieser Gemische nach Art und Menge genau feststellen zu können. Ein Weg zu diesem Ziele wurde mit der „rationellen Analyse“ beschritten, die durch den Schwefelsäureaufschluß den Gehalt an sog. „Tonsubstanz“, Quarz und Feldspat feststellt. Dabei entsteht die Frage, ob es berechtigt ist, den Glimmer, der beim Schwefelsäureaufschluß sich wie Tonsubstanz verhält, ganz zu vernachlässigen. Vortr. ist der Ansicht, daß man diese Frage nicht auf sich beruhen lassen sollte. Wenn auch in vielen Fällen der Glimmergehalt des Tones sich praktisch nicht auswirkt, deutet doch eine Reihe von Erscheinungen darauf hin, daß in anderen Fällen seine Wirkung zutage tritt. Es sind deshalb von einer größeren Anzahl von Tönen Glimmerbestimmungen vorgenommen worden, und zwar wurde der Glimmer als Differenz erhalten der Werte für Tonsubstanz, die der übliche Schwefelsäureaufschluß und die Glühanalyse nach Kalauner-Matejka ergeben. Es zeigte sich, daß es praktisch glimmerfreie Tone gibt, daß aber auch Gehalte von wenigen Prozenten bis 30% in den untersuchten Tönen gefunden wurden. Ordnet man nach dem Verhältnis von Glimmergehalt zu Tonsubstanz, so schälen sich Gruppen von Tönen heraus, die in ihrer praktischen Anwendung häufig zusammengehören, z. B. die feuerfesten Bindetone, Steinzeugtone. Eine zweite für die Kennzeichnung der Tone sehr wichtige Eigenschaft ist die Teilchenfeinheit. Die in der deutschen Keramik übliche Schlämmanalyse ist für die Festlegung des Charakters der Tonsubstanz nicht ausreichend. Der Gehalt an den Teilchen, die kleiner als ein Mikron sind, und zwar prozentual bezogen auf den Gehalt an Tonigem, bietet im allgemeinen einen Hinweis auf das mechanische Verhalten des Tones. Das Herausfallen des geschlämmten Zettlitzer Kaolins zeigt aber, daß die charakteristische Teilchengröße noch kleiner als ein Mikron ist, und daß es notwendig ist, Methoden zur noch weiter gehenden Differenzierung zu finden. Diese Versuche sind mit den Tönen in ihrem natürlichen Zustande und mit reinstem destillierten Wasser vorgenommen worden, um jeden sekundären Einfluß auszuschließen. Die colorimetrische Bestimmung der alkalischen Auslaugungen gab brauchbare Hinweise auf manche Eigenschaften der Tone. Am nächsten steht die Aufteilbarkeit der Tone zur Wasserstoffionenkonzentration der Aufschlämmungen. Die Aufteilbarkeit ist dann vorhanden, wenn das mit Ton in Berührung befindliche Wasser mindestens neutrale oder alkalische Reaktionen zeigt. Ausnahmen von diesem Verhalten zeigen nur Tone, die bei der colorimetrischen Bestimmung einen erheblichen Humusgehalt aufweisen. In diesem Falle kann die Wasserstoffionenkonzentration beachtlich unter 7 fallen, ohne daß die Aufteilbarkeit des Tones leidet. —

Im Anschluß an die Ausführungen von Prof. Keppeler teilt Prof. Dr. Eitel mit, daß er im Kaiser Wilhelm-Institut für Silicatsforschung die gleichen Probleme verfolgt und eine exakte Methode der Primärteilchenbestimmung versucht hat, die sich auf optischem Wege erreichen läßt. Man kann die verfeinerte Ultrasedimentation optisch mit polarisiertem Licht verfolgen und kann in Abhängigkeit der Zeit die Charakteristik der Teilchen in den Suspensionen verfolgen. Diese Methode läßt sich

mit Umgehung der Stokes'schen Formel, die, streng genommen, nur für kugelige Teilchen gilt, auch auf blättchenförmige Teilchen ausdehnen. Diese Arbeiten können den Weg öffnen, der von allen, die sich mit den komplizierten Problemen des Tons befassen, so brennend gesucht wird. Dr. Singer, Berlin, führt aus der Praxis Beispiele an, die zeigen, wie wichtig die Bestimmung des Glimmers in den Tönen ist. Porzellanmassen und Steingute neigen um so mehr zu Rissen und Gießflecken, je mehr Glimmer die Massen enthalten. Die Glimmerpartikelchen bewegen sich beim Gießen an der Oberfläche des Gießschlickers, und es bilden sich beim Trocknen oder Brennen Risse. Die überlegene Bedeutung von China Clay und Zettlitzer Kaolin ist auf ihre Glimmerfreiheit zurückzuführen. Auch die Brennfarbe wird durch Glimmer stark beeinflusst. Glimmer führt eine frühere Sinterung der Massen herbei und lagert sich in Schlieren ab, wodurch beim Brennen sehr leicht Verfärbungen auftreten. Die Steinzeugtone stören trotz des Glimmergehalts in der Fabrikation nicht so sehr, denn erstens gießt man Steinzeugtone nicht, und die Verarbeitung durch das Drehen wird durch den Glimmergehalt nicht so beeinflusst. Die Steinzeugtone sind auch meist gefärbt, so daß die Verfärbung nicht so stört wie bei den Porzellanen. —

Prof. Dr. O. Krause, Breslau: „*Die Einwirkung des Kalkes auf Tonsubstanz und Steinguttone.*“

Der Zweck der Untersuchungen war, festzustellen, wie die Brennvorgänge vor sich gehen und welches Kristallgefüge die Massen nach dem Brennen haben. Bei sehr hohem Kalkgehalt tritt bei 1100° ein Umbiegen der Druckfestigkeitskurve ein, die Festigkeit nimmt von da an wieder ab. Unter Berücksichtigung der einzelnen gemessenen Eigenschaften und der Röntgendiagramme kann man feststellen, daß ein Zerfall der Tonsubstanz bei 575° einsetzt, daß aber in der Masse kein freies CaO enthalten ist, d. h., daß das freie CaO sofort unter Bildung von nicht faßbaren Verbindungen von Kalk-Kieselsäure-Tonerde reagiert. Weiter ist bemerkenswert, daß bei 930 bis 1000° keine Linien gefunden werden, die dem Mullit zuzuordnen sind, und daß auch der exotherme Vorgang entfällt. Bei 1100° haben wir die Christobaliumwandlung, die bei 1200° verschwindet. Bei allen Temperaturen ist etwa 2% Kieselsäure gelöst. Bei 1200° haben wir eine Zunahme der Löslichkeit, bis zu 12%. Die Porosität ist bis zu 1100° nahezu konstant und fällt bei 1200° ab, d. h., daß hier praktisch erst Sinterung eintritt. Die Röntgenbilder zeigen, daß bis 1100° nur wenig amorphe Substanz vorhanden ist, erst bei 1200° wird das Vorhandensein von amorpher Phase merklich. Auch das zeigt, daß von dieser Temperatur ab erst tatsächlich Sinterung eintritt. Die Sinterung von Kalkmassen ist also abhängig von der Bildung eines flüssigen Anteils, der unter 1200° nicht an sich beständig sein darf.

Dr. Singer bemerkt, es lasse sich spektroskopisch nachweisen, daß glasige Anteile von 1000° ab in Kalkgutmassen vorkommen. Diese glasigen Teile im porösen Steingut sind interessant genug, um wissenschaftlich und industriell weiterverfolgt zu werden. Eine gewisse Wirkung des Kalks auf gesinterte Massen ist in den Keramitsteinen bekannt.

Prof. Rieke verweist darauf, daß nach in seinem Institut im Gange befindlichen Arbeiten die Reaktion zwischen Tonsubstanz und Kalk deutlich bei tieferen Temperaturen, etwa 800°, einsetzt und sich Calcium-Alumo-Silicate bilden, die mit steigender Brenntemperatur sich in der Zusammensetzung verschieben und einem Gleichgewicht zustreben, das bei etwa 1100° erreicht wird. —

Prof. Dipl.-Ing. F. Kraze, Cöthen: „*Verhalten bituminösen Schiefertons im Brand.*“

Die unter der Konkurrenz der ausländischen Kohle leidenden Kohlenbergwerke wollen die aus der Tiefe geholten Schiefertone einer besseren Verwendung zuführen und streben die Herstellung von Klinkern aus diesen Schiefertönen an. Die Schwierigkeiten, zu einem geklinkerten Produkt zu kommen, mit nicht über 5% Porosität, wachsen mit dem kohligen Anteil. Vortr. berichtet über die in einem westfälischen Kohlenbergwerk ausgeführte Verziegelung der aus der Tiefe geholten Schiefertone. Aus grobkörnigen Massen war es bei keiner Brenngeschwindigkeit möglich, den kohligen Rest aus den Ziegeln herauszubrennen. Die Porosität von 16% genügt nicht, um Klinker herzustellen. Durch eine Steigerung der Brenn-

temperatur auf 1100° wird noch nicht die Kohle entfernt, bei 1200° wird unter Mitwirkung der aus der Kohle entweichenden Gase eine Auftreibung herbeigeführt, die Kohle aber auch nicht ganz entfernt. Selbst bei 1380° ist noch keine Entkohlung eingetreten, obwohl schon Sinterung auftritt. Es war in der groben Körnung nicht möglich, die Kohlereste zu entfernen. Es wurde dann versucht, den Einfluß des Maukens auf das Verhalten des Bitumens festzustellen. Das Mauken bewirkte eine Entgasung und Verdichtung, wie sie beim ungemaukten grobkörnigen Material nicht zu erreichen war, und bewirkt einen günstigen Einfluß auf die Struktur. Die verdichtungs-fördernde Wirkung des Maukens tritt bei Temperaturen unterhalb des Schmelzpunktes auf. Durch Behandlung mit Baryt erzielt man gleichfalls eine bessere Entgasung, aber die groben Ziegel haben mit oder ohne Barytbehandlung noch nicht die für Klinker erforderliche Dichte erreicht. An feiner gekörnten Schiefertonsmassen erzielte man überraschend bessere Ergebnisse, und die Einflüsse der kohligen Bestandteile auf die Eigenschaften des Scherbens verschwinden. Man erhält gute Erfolge und frühzeitige Entgasung durch Zusatz von gebranntem Klinkermehl. Der Zusatz von 10% Scherbenmehl verringert die Porosität, und diese Behandlung ist zu empfehlen, um mit geringer Mühe zu Klinkern mit 7% Porosität zu gelangen. Eine weitere Herabsetzung der Porosität gelingt durch Zusatz von Braunstein. —

Prof. Dr. W. Eitel, Berlin: „Über den Natrongehalt der Feldspate.“

Die Natur liefert uns für den keramischen Fabrikationsvorgang eine ganze Reihe verschiedener Mineralien, die unter dem Sammelbegriff der Feldspate gehen. Neben den reinen Molekülararten des Orthoklas, Albits und Anorthits (Kali-, Natron- und Kalkfeldspats) ist besonders die weitreichende Mischkristallbildung in jener Mineralfamilie bemerkenswert und auch praktisch bedeutsam. Wie schon die Analysen zeigen, enthalten die in der Keramik bevorzugten Feldspate der mitteldeutschen oder norwegischen Granitpegmatitgesteine einen nicht unbeträchtlichen Gehalt an Albitsubstanz beigemischt. Es ist nun aber in hohem Grade bemerkenswert, daß dieser Natronfeldspatgehalt nur zu einem kleinen Teil noch molekular „in fester Lösung“ in dem überwiegenden Kalifeldspat eingemischt zu finden ist, sondern oft in sehr verschieden feiner Form als „perthitische Entmischungen“ wieder individualisiert ausgeschieden ist. Die Art dieser Entmischungen läßt sich theoretisch aus unseren heutigen Anschauungen über das Gleichgewichtsdigramm Orthoklas-Albit noch nicht in allen Teilen erklären. Vor allem ist die Erkenntnis wichtig, daß nicht nur Entmischungen der genannten Art vorkommen, sondern auch hydrothermale Neubildungen von nachträglich zugeführter Albitsubstanz auftreten. Diese sind vor allen Dingen auf feinen Capillarspalten im Kalifeldspat aufgestiegen, die thermischen Kontraktionssprüngen entsprechen. Ein genaues mikroskopisches Studium führt allein zu einer völligen Klarheit über die verschiedenen in der Praxis vorkommenden Feldspat-typen. Ihr physikalisch-chemisches Verhalten wird ja nicht nur von der analytischen Zusammensetzung bestimmt, sondern auch von der Feinheit des Verbandes zwischen den Anteilen des Kali- und des Natronfeldspates, und gerade diese ist von überraschender Vielgestaltigkeit, wie mikrophotographische Demonstrationen ergeben.

Dr. Singer zeigt an einem Beispiel aus der Industrie, wie wertvoll diese theoretischen Untersuchungen sind. Bei Ton mit Feldspat tritt die Verdichtung schon bei 900° ein, und mit der Frühverdichtung erzielt man Produkte, die in ihren physikalischen Eigenschaften sehr verschieden sind von den Produkten, deren Verdichtung erst bei 940 bis 1000° beginnt. Bisher hat man auf diesem Gebiet rein empirisch gearbeitet. Die Untersuchungen von Prof. Eitel setzen uns in die Lage, bewußter und zielsicherer die gewünschten Ergebnisse zu erreichen und ermöglichen ein zuverlässiges industrielles Arbeiten. —

Prof. Dr. W. Steger, Berlin: „Messungen von Spannungszuständen in gebrannten keramischen Massen.“

Wenn eine Glasur nicht zum Scherben paßt, aber auf ihr sitzt, sind Dauerspannungen vorhanden. Bei spannungslosen starren Körpern muß nicht nur die äußere, sondern auch die innere Spannung im Gleichgewicht sein und jedes Teil sich in spannungslosem Zustand befinden. Dies ist bei keramischen

Stoffen sehr selten der Fall, und viele Fabrikationsfehler sind auf das Vorhandensein der Spannungen zurückzuführen, die eine Deformation bewirken. Man kann den Spannungszustand experimentell durch die Deformation untersuchen. Vortr. benutzt die Biegung dünner Plättchen. Der vor der Untersuchung herzustellende spannungsfreie Zustand wird erzielt durch Erwärmen bis auf den Erweichungspunkt. Dies geschieht in besonderen Öfen. Auch das Meßblättchen hat eine bestimmte Länge und Form, es ist in der Mitte verjüngt. Man kann die Biegung mit steigender oder fallender Temperatur messen. Vortr. beschreibt diese Messung und eine graphische Darstellung. Man kann die Neigung der Glasuren zu Haarrissen aus den Zahlen ablesen. Beim Erhitzen und Abkühlen treten Änderungen der Spannungen auf. Die Erhitzungs- und Abkühlungskurven zeigen bei allen Steingutmassen und Glasuren einen verschiedenen Verlauf. Spannungsfreier Zustand wird erreicht, wenn der Scherben oder die Glasur, oder beide weich werden. Man kommt dann von der elastischen Deformation zur plastischen. Man kann innere Spannungen systematisch erzeugen und untersuchen, entweder durch Erhitzen, oder indem man dem Scherben verdichtende Zusätze zufügt. So kann man mit der Knallgasflamme die Brennhaut verdichten. Praktisch am wichtigsten sind die Spannungen bei glasierten Massen. Man nimmt den spannungslosen Zustand von Glasur und Scherben an, wenn die Ausdehnung der beiden Stoffe gleich ist, es gibt aber keine Glasur und Masse, die bei jeder Temperatur zusammenpassen. Die Wärmeausdehnungszunahme mit steigender Temperatur ist bei so verschiedenen Werkstoffen, wie Scherben und Glasur, verschieden. Gefrittete Glasuren können durch innere Spannungen leicht zu Rissen führen. Mit Zinnoxid getrübe Glasur zeigt keine Rißbildung. Bei Hartporzellanen zeigen Erhitzungs- und Abkühlungskurven die gleiche Form, letztere liegt nur tiefer. Durch thermische Behandlung kann man die Spannungszustände beeinflussen. Mehrmaliges Brennen verringert die Spannungen. —

Dr.-Ing. e. h. W. Hofmann, Freiberg i. Sa.: „Einiges über das Transportwesen in der keramischen Industrie.“ —

Dir. Dr. F. Müller, Heidelberg: „Fortschritte im Steinzeugmaschinenbau.“

Vortr. zeigt das Wesentlichste aus der Entwicklungsgeschichte der Steinzeugmaschinen. In der chemischen Industrie spielt die Förderung von Gasen und Flüssigkeiten eine große Rolle. Strahlpumpen mit unbeweglichen Steinzeugteilen genügen für die Förderung kleiner Mengen. Bei Flüssigkeiten wurden auch Emulseure verwendet, auch sog. Druckbirnen kommen zur Verwendung, die heute schon in großen Einheiten bis zu 1500 l hergestellt werden. Als man porenfreie Steinzeugteile herstellen konnte, wurden Druckautomaten verwendet, in Dauerbetrieben haben sie sich bewährt, sie sind aber nur für reine kalte Flüssigkeiten anwendbar. Mit diesen Druckautomaten können 10 m³ stündlich bewältigt werden. Sie sind oft mit Eisenschutzpanzern umgeben. Nach der Herstellung dichtscherbiger Steinzeuge hat man auch Kolbenpumpen mit Kugelventilen aus Steinzeug hergestellt. Zur Überwindung großer Druckhöhen und Flüssigkeitsmengen verwendet man Kolbenpumpen mit Riemen- oder Motorantrieb. Die Führung des Kolbens befindet sich außerhalb der chemischen Einflüsse. Die Kolbenpumpen werden auch zur Förderung und Komprimierung von Gasen angewandt. Zur Abführung der Kompressionswärme werden die Kolben mit einem Kühlwassermantel umgeben. Zur Bewegung großer Gasmengen verwendet man Exhaustoren, zur Flüssigkeitsförderung Kreiselpumpen. Heute bestehen die Exhaustoren nur mehr aus drei Teilen, dem Gehäuse mit Ober- und Unterteil und dem Flügelrad. Diese Maschinen können stündlich 250 m³ bewältigen, die Umlaufzahl konnte sehr gesteigert werden und damit auch die Leistung. Für manche Zwecke reichen aber die Leistungen der Exhaustoren nicht aus, man verwendet Siemenssche Ringpumpen. Die Kreiselpumpen aus Steinzeug konnten in letzter Zeit sehr verbessert werden, und es gelang auch, im Stillstand dichte, stopfbüchsenlose Kreiselpumpen zu bauen. Die Abdichtung erfolgt durch Berührung von Steinzeug auf Steinzeug. Eine Neuerung ist die selbstansaugende Kreiselpumpe. Hinsichtlich des Wirkungsgrades stehen die Steinzeugkreiselpumpen denen aus Metall hergestellten etwas nach. Durch gestaffelte Pumpengrößen hat man den wirtschaftlichen Verhält-

nissen entsprochen. Votr. zeigt eine Reihe von Steinzeugmaschinen für chemische Zwecke, so Rührwerke verschiedenster Gestalt und Größe, sog. Intensivrührer, die mit sehr hohen Umlaufzeiten arbeiten. Die Entwicklung des Drehfilters ist noch im Anfangsstadium. Votr. zeigt dann Transportschnecken, Trommelmühlen, Walzen, Galvanisiertrommeln, Wollbehandlungsapparate nach dem Verfahren der I. G., Ätzapparate. Für die systematische Erforschung der Steinzeugmassen für den Maschinenbau sind besondere Richtlinien herausgegeben. Für größere Gegenstände dürfen bestimmte Materialstärken nicht unterschritten werden. Die Berechnungen der Maschinenteile auf Grund der Festigkeits- und Elastizitätslehre bedeuten nur eine rohe Annäherung, solange man die keramischen Spannungen nicht genau kennt und beseitigen kann. Das Steinzeug steht zur Zeit noch im Konkurrenzkampf mit anderen säurefesten Materialien, wie Aluminium, V2A-Stahl usw. Gefäße von 5000 l Inhalt, Rohrleitungen von größten Abmessungen werden verlangt. —

Dr.-Ing. A. Guilleaume, Bonn: „*Beziehungen zwischen den Eigenschaften und der Verwendung von Schleifscheiben.*“

Die Schleifscheiben werden hauptsächlich in der metallverarbeitenden Industrie verwendet, Rohmaterialien für künstliche Schleifmittel sind Korund und Siliciumcarbid. Die Korunde werden gegläht, die gebräuchlichste Körnung beträgt zwischen 2 und 0,1 mm Durchmesser. Unter Härte ist die Bindekraft zu verstehen, mit der die Schleifkörper in der Scheibe festgehalten werden. Die äußersten Grenzen der Härte liegen so weit auseinander, wie z. B. die Festigkeiten von lockerem Schamottstein und dichtgebranntem Klinker. Als Bindemittel verwendet man Ton, Feldspat und Flußmittel. Die Bindungen müssen bei den angewandten Brenntemperaturen der Scheiben zwischen SK 9 bis 13 einen hohen Grad der Sinterung erreicht haben. Die Schleifscheibenbindungen nehmen eine Zwischenstellung ein zwischen den Massen und Glasuren, sie enthalten 1,25 bis 3  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und 45 bis 10 Teile  $\text{SiO}_2$ . Bei der Fabrikation der Schleifscheiben sind drei Methoden in Anwendung, das Preßverfahren, das Gießverfahren und das Einstampfen der Masse in die Form. Zur Prüfung der Scheiben läßt man sie unter höherer Geschwindigkeit laufen, als im Betrieb erforderlich ist. Die wichtigste Prüfung ist die auf die Härte. Vor kurzem ist von Zeiss ein Härteprüfer herausgebracht worden, der nach der Methode der Sandstrahlgebläse arbeitet. Außer mit keramischen Bindungen stellt man auch Schleifscheiben mit Wasserglasbindungen oder vegetabilischen Bindungen her, die keramischen Bindungen haben den Vorteil der größeren Festigkeit und Porosität. Neuerdings ist es aber auch gelungen, vegetabilische Scheiben mit hoher Porosität und Schnittfestigkeit herzustellen. Stoffe mit geringen Festigkeiten, wie Gußeisen, Messing, Aluminium, brauchen ein splitteriges hartes Schleifmittel, Materialien von hohen Festigkeiten lassen sich durch Korunde gut bearbeiten. Hartes Material muß mit weichen Scheiben, weiches Material mit harten Scheiben geschliffen werden. Die in den Schleifmittelwerken angewendeten verschiedenen Härteskalen machen es dem Verbraucher schwer, sich zurechtzufinden, vielleicht wird der Härteprüfer von Zeiss hier zu einer Vereinheitlichung führen. Zum Schluß gibt Votr. einen Überblick über die vielfache Verwendungsfähigkeit der Schleifscheiben. In der Automobilindustrie gibt es bei der Herstellung der Motoren kaum einen Teil, der nicht mit der Schleifmaschine in Berührung kommt. Erst durch die Schleifverfahren wird der Grad der Genauigkeit erreicht, der durch andere Verarbeitungen nicht erzielt wird. Außerdem handelt es sich oft um die Bearbeitung gehärteter Teile, die anders nicht zu bearbeiten sind. Außer in der metallverarbeitenden Industrie finden die Schleifscheiben Anwendung für Glas, künstliche Edelsteine, Horn, Porzellan, Perlmutter, feuerfeste Stoffe usw. Vielfach handelt es sich um die Entfernung von Material, wonach der Schliff einen bestimmten Rauheitsgrad nicht überschreiten darf. —

Dr. F. Hartmann, Dortmund: „*Herstellung und Anwendung von Dolomitsteinen.*“

Auf der Suche nach billigen feuerfesten Stoffen kommt man immer wieder auf den Dolomit zurück, trotzdem ist die Verwendung des Dolomits nicht vielseitig geworden, da die Dolomitsteine in Berührung mit Luft sehr leicht zerfallen. Der gebrannte Dolomit wird entweder mit Teer oder Flußmitteln ver-

mengt als Stampfmasse verwendet, oder man stellt aus gebranntem Dolomit und Teer Steine her, oder vermengt Dolomit mit Flußmitteln und formt dann die Steine. Man unterscheidet eisenarmes und eisenreiches Dolomit. Die Zusammensetzung schwankt in der Praxis innerhalb weiter Grenzen. Besonders geeignet sind Dolomite mit niedrigen Flußmitteln und höherem Magnesiumcarbonatgehalt. Für die Verwendung in Stahlwerkbetrieben sollen die Dolomite nicht über 3% Eisenoxyd enthalten. Ein Gemenge von Calciumoxyd und Magnesiumoxyd schmilzt bei 2300°, ohne daß sich eine Verbindung bildet. Durch Zusatz von Oxyden erniedrigt sich der Schmelzpunkt. Ein Gemenge aus je 50 Teilen Dolomit- und Siliciumoxyd hat einen niedrigen Erweichungspunkt. Vergleicht man den Einfluß der Kieselsäure auf Tonerde und Magnesia, so beeinflußt eine Erhöhung des Siliciumgehalts die Erniedrigung des Erweichungspunktes der Magnesia weniger als den der Tonerde. Tonerde aber erniedrigt den Schmelzpunkt von Kalk mehr. Das Brennen des Dolomits bewirkt eine Schwindung. Das Brennen erfolgt entweder im Schachtofen, in dem eine Temperatur von 1500° erreicht wird, oder im Drehrohrofen, in dem die Temperatur auf 1800° steigt. Über den Verlauf der Sinterung von Dolomit ist noch wenig bekannt. Votr. hat versucht, im Laboratorium die Versinterung zu verfolgen und hat als Maß die Volumenabnahme genommen. Rohmaterial hat nach zweistündigem Erwärmen ein Raumgewicht von 2,8, getrockneter, calcinierter Dolomit 1,5 Raumgewicht bei 1200°, nach zwei Stunden bei 1490° 2,9 und bei 1800° 3,1. Durch Glühen in der Dauer von 20 m oder 1 h wird der Grad der Versinterung beeinflusst. Der Verlauf der Versinterung läßt sich noch weiter erfassen. Dolomit zerfällt durch Kohlensäureabgabe zu  $\text{CaO}$  und  $\text{MgO}$ , die sich nicht verbinden. Magnesit erhält durch das Glühen ein anderes Raumgewicht, nach zwei Stunden 3,55. Die beim Glühen auftretenden Gefügeänderungen kann man im Debye-Scherrer-Diagramm verfolgen. Beim Glühen der Magnesiateine ändert sich das Diagramm. Bei 600° ist schon das Periklasgitter gebildet. Der Schachtofendolomit zeigt eine geringere Härte als der Drehrohrofendolomit, letzterer wird hauptsächlich in Siemens-Martin-Öfen verstampft. Schachtofendolomite eignen sich besonders zur Herstellung von Steinen. Der hierzu verwendete Teer darf keinen zu geringen Pechgehalt besitzen. Wichtig ist der Verkokungsrückstand des Teers, bezogen auf Pech. Feinkörniger Schachtofendolomit braucht etwa 15% Teer, grobkörniger Drehrohrofendolomit nur 7 bis 8%. Die Dolomitsteine müssen schnell verbraucht werden, damit sie nicht zerfallen. Die Verschmelzung wird meist erst im Ofen durchgeführt und ist bei 500 bis 550° beendet. Die grün eingebauten Steine werden rasch angeheizt, die Festigkeit der verschmolzenen Steine beträgt 50 bis 70  $\text{kg/cm}^2$ . Beim Anheizen zeigen die verschmolzenen Dolomitsteine eine Wärmeausdehnung, die vom Teergehalt abhängt. Bei 15% Teer ist die Ausdehnung größer als bei Steinen mit 7% Teer. Von 450° ab tritt eine Schwindung ein, es erfolgt dann wieder eine Ausdehnung. Drehrohrofendolomit mit 7% Teer dehnt sich stärker aus als der poröse Schachtofendolomit mit 7% Teer. Vielfach werden Dolomitsteine mit Flußmittelzusätzen verwendet. Dolomit zerrieselt rasch in feuchter Luft. Auch ein Teerüberzug kann das Zerrieseln nicht verhindern. Im Betrieb zeigt sich, daß Dolomit mit Flußmitteln langsamer zerfällt. Der Schutz des gebrannten Dolomits durch Flußmittel beruht darauf, daß hierbei ternäre Mischungen entstehen oder glasige Umhüllungen. Man muß die Entstehung instabiler Verbindungen vermeiden. Es ist gelungen, Mischungen herzustellen, die nach dem Brennen nicht zerfallen. Man kann Steine erreichen mit 2,1 und 2,8 Dichte und etwa 2010° Schmelzpunkt. Einschränkend für die Verwendung der Dolomitsteine ist die geringe Widerstandsfestigkeit gegenüber schroffem Temperaturwechsel. Versuche, Schacht- und Drehrohrofendolomite mit Zusatz von Eisenoxyd, Aluminiumoxyd und Magnesiumoxyd, Martinschlacke, Thomas- und Hochofenschlacke herzustellen, zeigten, daß die Druckfestigkeiten erhöht werden konnten. Die Wärmeausdehnung wird durch Zusatz von Schlacke verringert. Zusatz von Eisenoxyd verringert bei Schachtofendolomit gleichfalls die Wärmeausdehnung. Der Erweichungsbeginn wird bei Drehrohrofendolomit gegenüber Schachtofendolomit durch die Zusätze erniedrigt. Die Punkte der haltlosen Erweichung liegen beieinander. Aluminiumoxyd verschlechtert die Widerstandsfähigkeit, Eisenoxyd und Schlacke verbessern sie.