

Tafeln zu den Ergebnissen der Untersuchungen.*)

Glasgebiet und mittlere Brechung n_D der Projektion:

Tafel	
Ia/Ic.	[Na ₂ O, K ₂ O] CaO, Al ₂ O ₃
IIa/IIc.	[CaO, Al ₂ O ₃] Na ₂ O, K ₂ O
IIIa/IIIc.	[CaO, Na ₂ O] Al ₂ O ₃ , K ₂ O
IVa/IVc.	[Al ₂ O ₃ , Na ₂ O] CaO, K ₂ O
Va/Vc.	[CaO, K ₂ O] Al ₂ O ₃ , Na ₂ O
VIa/VIc.	[Al ₂ O ₃ , K ₂ O] CaO, Na ₂ O

Glasgebiet und Dichte s der Projektion:

VIIa/VIIc.	[Na ₂ O, K ₂ O] CaO, Al ₂ O ₃
VIIIa/VIIIc.	[CaO, Al ₂ O ₃] Na ₂ O, K ₂ O
IXa/IXc.	[CaO, Na ₂ O] Al ₂ O ₃ , K ₂ O
Xa/Xc.	[Al ₂ O ₃ , Na ₂ O] CaO, K ₂ O
XIa/XIc.	[CaO, K ₂ O] Al ₂ O ₃ , Na ₂ O
XIIa/XIIc.	[Al ₂ O ₃ , K ₂ O] CaO, Na ₂ O

Vorschlag für eine Nomenklatur und graphische Darstellungsweise der Kalksteine gemäß ihrer chemischen Zusammensetzung.

Von Dr. Hermann Heinrichs.

(Kaiser Wilhelm - Institut für Silikatforschung, Berlin - Dahlem).

(Eingeg. 10. Dezember 1927.)

Nachdem die erste Arbeit der Unterkommission für Rohmaterialuntersuchungen des „Fachausschusses I für Chemie und Physik des Glases“ der Aufstellung eines Entwurfes zur Normung der Schmelzsande gegolten hatte, hat sie sich nunmehr einer Normung der in der Glasindustrie verwendeten Kalke zugewandt. Die bisher üblichen Handelsbezeichnungen lassen jede Uebersicht und jeden Versuch, mit einer bestimmten Bezeichnungsweise die chemische Beschaffenheit des Materials zu kennzeichnen, in noch höherem Maße vermissen, als das bei den Sanden der Fall war. Jede Normungsarbeit an den Kalksteinen muß daher als nächstliegendes Ziel die Ausarbeitung einer Nomenklatur ansehen, welche jedem Produkt eine Bezeichnung zukommen läßt, die seinen Gehalt an den für den Verwendungszweck als Glasschmelzmaterial wichtigen Bestandteilen kennzeichnet. Die Tatsache, daß die vorkommenden Kalke in ihrer Zusammensetzung stark schwanken, und ihre Komponenten als Glasbildner sehr verschiedenartig wirken, erschwert die gestellte Aufgabe beträchtlich. Ein Versuch, dieses Problem zu lösen, sei nun im folgenden mitgeteilt.

Da für die Verwendung des Kalksteines als Schmelzmaterial ausschließlich seine chemische Beschaffenheit interessiert, müssen Bezeichnungen, die wie „Kalkspat“, „Marmormehl“ und dergl. sich auf den hier völlig nebensächlichen Zustand ihrer Kristallausbildung beziehen, von vornherein ausgeschaltet werden. Folgerichtig ist dagegen die Benennung sämtlicher Kalke

*) S. a. Fußnote S. 581.

als „Kalksteine“ und eine nähere Charakterisierung ihres Reinheitsgrades durch ein Beiwort unter Anlehnung an den mineralogischen Sprachgebrauch. Als Beimengungen, die den Wert eines Kalksteines für die Glasindustrie bestimmen, kommen vor allem Magnesiumkarbonat ($MgCO_3$) und Tonerde (Al_2O_3) in Betracht, während Kieselsäure, Wasser und bituminöse Stoffe von geringerer Bedeutung sind. Im System $CaCO_3$ — $MgCO_3$ wird ein molekulares Mischungsverhältnis beider Stoffe von 1:1, entsprechend einem Gewichtsverhältnis von 54,2% $CaCO_3$ und 45,8% $MgCO_3$ mineralogisch als „Dolomit“ bezeichnet, eine Benennungsweise, die auch in der Technik für einen magnesiumkarbonathaltigen Kalkstein üblich ist. Betrachtet man nun das Gebiet der möglichen Mischungen zwischen $CaCO_3$ und $MgCO_3$ bis zu 50 Gewichtsprozenten beider Anteile, so ließen sich unter Benutzung des Namens „Dolomit“ folgende Einteilung und Bezeichnung treffen:

1. Kalksteine mit einem Gehalt von 100—90% $CaCO_3$ und 0—10% $MgCO_3$,
2. dolomitische Kalksteine „ „ „ „ 90—75% „ „ 10—25% „ „
3. kalkige Dolomite „ „ „ „ 75—50% „ „ 25—50% „ „

Das Gebiet von 50—54,2% $CaCO_3$ und 50—45,8% $MgCO_3$ könnte den reinen Dolomiten als Spielraum nach der magnesiumkarbonatreicheren Seite vorbehalten bleiben. Für die stark tonhaltigen Kalksteine mit einem allerdings nicht genau festgesetzten Mindestgehalt von 8% Al_2O_3 ¹⁾ ist die Bezeichnung „Mergel“ üblich, die man ohne weiteres übernehmen könnte. Der bei derartigen Vorkommen meist beträchtliche Eisenoxydgehalt wäre dann zweckmäßig der Tonerde zuzurechnen. Aber auch bei den oben benannten Gruppen der dolomitischen Kalksteine und der kalkigen Dolomite wäre eine Unterscheidung nach dem Tonerdegehalt angebracht. Eine Trennungslinie bei 4% Al_2O_3 (Fe_2O_3) würde je 2 tonerreichere und tonerärmere Klassen schaffen.

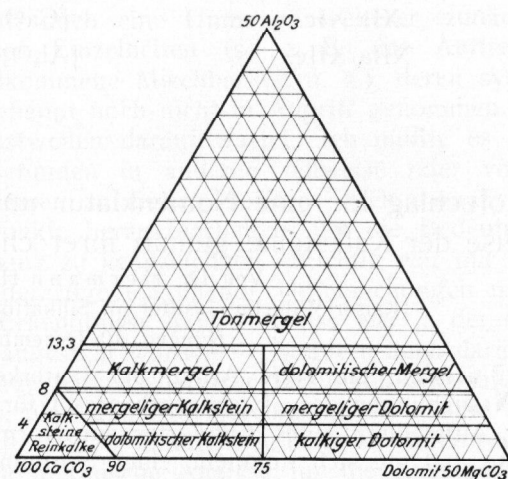


Bild 1. Vergleichende Darstellung der Kalksteinarten nach ihren Gehalten an $CaCO_3$, $MgCO_3$ und Al_2O_3 .

Trägt man, wie dies in Bild 1 geschehen ist, die oben besprochenen Teilungen in ein Dreieckskoordinatensystem ein, so erhält man folgende Klassen und Bezeichnungen:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| | mit einem Gehalt von |
| 1. Kalksteine | 100—90% $CaCO_3$, 0—10% $MgCO_3$ und 0—8% Al_2O_3 , |
| 2. dolomitische Kalksteine | 90—75% „ „ 10—25% „ „ 0—4% „ „ |
| 3. mergelige Kalksteine | 90—75% „ „ 10—25% „ „ 4—8% „ „ |
| 4. kalkige Dolomite | 75—50% „ „ 25—50% „ „ 0—4% „ „ |
| 5. mergelige Dolomite | 75—50% „ „ 25—50% „ „ 4—8% „ „ |

Um die höchstwertigen, reinsten Kalksteine noch besonders hervorzuheben, könnte man sie bei einem Gehalt von über 98% $CaCO_3$, aber

¹⁾ Im Dralle-Keppeler, 2. Aufl., S. 169 wird ein Tongehalt von 20%, der ungefähr 8% Al_2O_3 entspricht, angegeben.

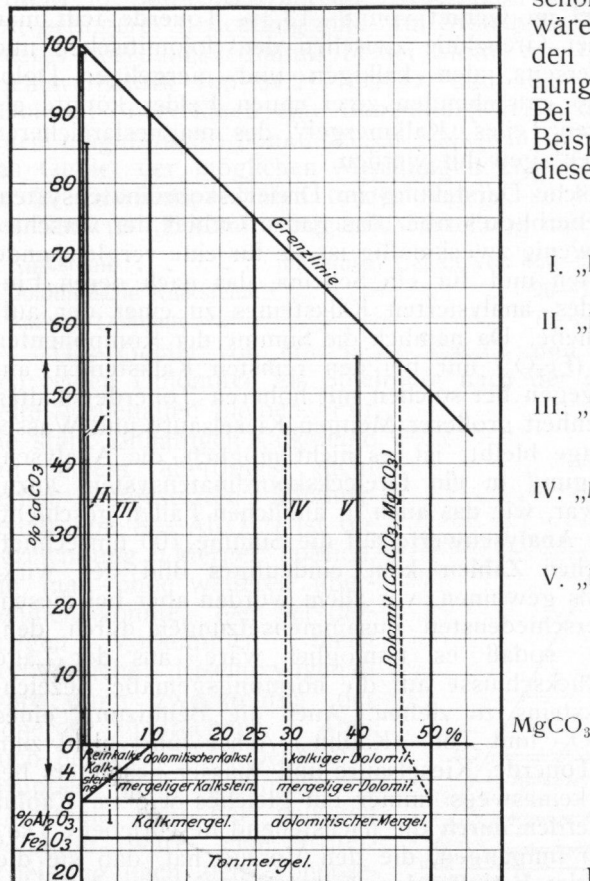
unter 0,05% Fe_2O_3 , als „Reinkalk“ bezeichnen. Zu einer Einteilung der die Glasindustrie allerdings weniger interessierenden Mergel gelangt man auf Grund folgender Ueberlegung: Ein Gemisch gleicher Teile CaCO_3 , MgCO_3 und Ton (Kaolin) enthält theoretisch 13,3% Al_2O_3 ; wächst der Tonerdewert über diesen Betrag, so kann man den Mergel sinngemäß „Tonmergel“ nennen. Die Mergel im Gebiet von 8—13,3% Tonerde teilt man dann durch Verlängerung der Grenzlinie zwischen den dolomitischen und mergeligen Kalksteinen einerseits, den kalkigen und mergeligen Dolomiten anderseits. Für die so entstehenden zwei neuen Felder könnte als Bezeichnung des kalkreicheren Teiles „Kalkmergel“, des magnesiareicheren Teiles „Dolomitischer Mergel“ gewählt werden.

So geeignet die graphische Darstellung im Dreieckskoordinatensystem für die Gewinnung eines Ueberblickes über das ganze Gebiet der verschiedenen Kalksteinarten ist, so wenig zweckmäßig ist sie für eine vergleichende Wiedergabe von Analysendaten und für ein Schema, das nach deren Eintragung die Zugehörigkeit des analysierten Kalksteines zu einer der aufgestellten Klassen erkennen ließe. Da nämlich die Summe der Komponenten CaCO_3 , MgCO_3 und Al_2O_3 (Fe_2O_3) nur bei den reinsten Kalksteinen annähernd 100% ausmacht, dagegen bei solchen mit höheren Tonerdegehalten infolge gleichzeitiger Anwesenheit größerer Mengen Kieselsäure und Wasser erheblich unter diesem Betrage bleibt, ist es nicht möglich, die Analysenwerte direkt für die Eintragung in ein Dreieckskoordinatensystem anzuwenden. Man könnte sich zwar, wie das auch in ähnlichen Fällen geschieht, dadurch helfen, daß man die Analysenwerte auf die Summe 100 umrechnet, doch würde man aus solchen Zahlen kein eindeutiges Bild des wirklichen Zustandes des Materials gewinnen; vor allem würden aber bei diesem Verfahren Kalksteine der verschiedensten Zusammensetzungen durch denselben Punkt definiert sein, sodaß es unmöglich wäre, aus der Lage eines Punktes im Dreieck Rückschlüsse auf die normungsgemäße Bezeichnung des dargestellten Kalksteins zu ziehen. Auch die Benutzung eines Systemes mit CaCO_3 -, MgCO_3 - und Ton- (Kaolin-) Achse führt nicht zum Ziel, da das Verhältnis von Tonerde, Kieselsäure und Wasser besonders bei den Mergeln schwankt und keineswegs immer ein gleiches wie im Kaolin ist. Diese Schwierigkeiten werden durch die nachstehend beschriebene Darstellungsweise (vergl. Bild 2) umgangen, die den Vorzug hat, daß sie die wirkliche Zusammensetzung des betreffenden Kalksteins erkennen läßt und die direkte Ablesung der ihm nach dem Normungsvorschlag zukommenden Bezeichnung gestattet.

Das Prinzip dieser graphischen Darstellung ist aus Bild 2 leicht ersichtlich: Es sind gewissermaßen die beiden Zweistoffsysteme CaCO_3 — MgCO_3 und MgCO_3 — Al_2O_3 nebeneinander gelegt, die Begrenzungslinien der festgesetzten Klassen gezogen und in die hierdurch entstandenen Felder des Systemes MgCO_3 — Al_2O_3 die Normenbezeichnungen für die in diese fallenden Gesteine eingetragen. Will man aus der Analyse eines Kalksteines die ihm normenmäßig zukommende Bezeichnung erfahren, so trägt man in dem durch die Analyse gegebenen Punkt der MgCO_3 -Achse senkrecht nach oben den CaCO_3 -Wert, senkrecht nach unten den Al_2O_3 (Fe_2O_3)-Wert ab. Der Fußpunkt dieser Geraden liegt dann in demjenigen Feld, welches die genormte Handelsbezeichnung für den betreffenden Kalkstein angibt. Der Abstand des oberen Endpunktes der Geraden von der Grenzlinie läßt, unter Hinzurechnung des den Tonerdewert charakterisierenden Teiles der Geraden, schon ohne genaue Ablesung der eingetragenen Analysenwerte, erkennen, ob noch wesentliche Mengen in der Darstellung nicht berücksichtigter Verunreinigungen in dem Kalkstein enthalten sind.

Man könnte nun noch den fehlenden Rest dadurch näher kennzeichnen, daß man die Gerade z. B. rot, wenn über 10% Kieselsäure, oder blau auszieht, wenn über 10% Wasser in dem Material vorhanden sind. Beträge der Gehalt an diesen beiden, hauptsächlich vorkommenden Verunreinigungen schon einzeln über 10%, so wäre die Farbe der überwiegen-

den Komponente für die Zeichnung der Geraden zu wählen. Bei den in Bild 2 gegebenen Beispielen I—V wurde nach diesen Grundsätzen verfahren.²⁾



- I. „Reinkalk“ (98,5 CaCO₃, 0,25 MgCO₃, 0,12 Al₂O₃, 0,03 Fe₂O₃).
- II. „Kalkstein“ (85,7 CaCO₃, 1,0 MgCO₃, 3,25 Al₂O₃ + Fe₂O₃, 8,25 SiO₂).
- III. „Kalkmergel“ (59,9 CaCO₃, 4,0 MgCO₃, 7,8 Al₂O₃, 3,4 Fe₂O₃, 23,12 SiO₂).
- IV. „Mergeliger Dolomit“ (46,0 CaCO₃, 29,4 MgCO₃, 4,3 Al₂O₃, 3,2 Fe₂O₃, 13,8 SiO₂).
- V. „Kalkiger Dolomit“ (55,16 CaCO₃, 39,8 MgCO₃, 0,87 Al₂O₃, 1,56 Fe₂O₃, 0,82 SiO₂).

Bild 2. Neue graphische Darstellung der Kalksteinarten (nach Heinrichs), welche dem Normungsentwurf entspricht.

wurde, als man ihn der Tonerde zurechnete, daß es aber nicht möglich ist, seine Größe direkt abzulesen, obwohl diese — wie bei jedem Glasschmelzmaterial — ein wichtiges Kriterium für den Wert und die Verwendbarkeit der Kalksteine bildet. Dennoch wurde zugunsten einer größeren Uebersichtlichkeit auf die graphische Darstellung des Eisenwertes verzichtet, zumal man mit einiger Bestimmtheit sagen kann, daß der Eisengehalt dem Tonerdegehalt proportional ist, und man von vornherein in Feldern mit hohen Tonerdewerten keine eisenarmen Kalke erwarten kann. Gleichfalls selten sind besonders eisenarme dolomitische Kalksteine; vielmehr liegt die größte Zahl eisenfreier Kalke in dem für die Glasindustrie wichtigsten Feld „Reinkalke, Kalksteine“. In diesem findet aber eine Hervorhebung der Eisenfreiheit schon durch die Bezeichnung statt.

Es mag einen kleinen Nachteil bedeuten, daß der Eisengehalt der Kalksteine in dem angegebenen Schema nur insoweit überhaupt berücksichtigt

²⁾ Freilich sind in Bild 2 die Linien III und IV mit .—.—. statt rot wiedergegeben.

Es sei noch erwähnt, daß im Bedarfsfalle selbstverständlich das angegebene System über den Dolomit bis zum Magnesit ausgebaut werden könnte. Für die Zwecke der Glasindustrie dürfte allerdings eine Normung der CaCO_3 -, MgCO_3 -haltigen Gesteine bis zum Molverhältnis 1:1 beider Komponenten ausreichen.

Bei der großen Zahl der Kalksteine verbrauchenden Industriezweige ist von vornherein anzunehmen, daß dieser Entwurf nicht allen Sonderwünschen gerecht wird, doch ist zu bedenken, daß die Einführung einer bindenden Bezeichnungsweise für ein in seiner Zusammensetzung schwankendes Naturprodukt immer etwas Gezwungenes haben wird und nur auf Grund einer Uebereinkunft der interessierten Kreise zustande kommen kann. Daß eine derartige, auf eine Normung für die Bezeichnung³⁾ von Kalksteinen hinzielende Gemeinschaftsarbeit der verschiedenen Industrien möglich ist, kann so wenig bezweifelt werden wie ihre Notwendigkeit, soll es nicht zu einem Zustand kommen, der sich von dem heutigen Wirrwarr der üblichen Handelsbezeichnungen in nichts unterscheidet, ganz abgesehen davon, daß man den Kalklieferanten nicht zumuten kann, ein gleiches Produkt verschieden bezeichnen zu müssen, je nach dem Industriezweig, an den er liefert. Um daher die Festsetzung der Bezeichnungen auf möglichst breiter Basis und in einer Weise vornehmen zu können, daß dieser Teil der Normungsarbeit unverändert von jedem, kalkverbrauchenden Industriezweig übernommen werden kann, wird dieser Vorschlag, im Gegensatz zu der sonst im Fachausschuß üblichen Arbeitsweise, schon jetzt in der ausgesprochenen Hoffnung veröffentlicht, daß auch die anderen, an einer Kalknormung interessierten Kreise dazu Stellung nehmen.

Ferienkurs über feuerfeste Baustoffe für Angehörige von Glashütten

an der Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg,
abgehalten von Professor Dr. K. Endell, Berlin-Steglitz.

(Eingeg. 17. Januar 1928.)

Am 13. und 14. Oktober 1927 hielt Herr Professor Dr. K. Endell, Dozent für bauwissenschaftliche Technologie an der Technischen Hochschule in Charlottenburg, einen Vorkurs über feuerfeste Baustoffe im Glashüttenbetrieb ab. Einen Teil der Vorträge hatte Herr Privatdozent Dr. W. Steger übernommen.

Der dem Verbraucherstandpunkt angepaßte Vorkurs gliederte sich in folgende Abschnitte:

- A. Rohstoffe und Herstellung feuerfester Baustoffe,
- B. Eigenschaften und Prüfung feuerfester Baustoffe,
- C. Vorführung wichtiger Untersuchungsverfahren im Laboratorium:
 - a) Mikroskopische Untersuchung,
 - b) Druckerweichungsversuch,
 - c) Bestimmung der Wärmeausdehnung,
 - d) Bestimmung der Temperaturempfindlichkeit (Abschreckversuch),
 - e) Identifizierung von Steinchen im Glas mittels Polarisationsmikroskop,

³⁾ Es sei ausdrücklich betont, daß die weitere Durchführung der Normung, z. B. die Festsetzung von Kennziffern oder Untersuchungsmethoden, von den Einzelindustrien unter Berücksichtigung ihrer Eigenbedürfnisse vorgenommen werden muß.