

## Ueber eine Raumprojektion des Chemismus der Gesteine.

Von B. G. Escher, Zürich.

Mit 3 Textfiguren.

Die gebräuchlichsten der verschiedenen Versuche, die bis jetzt gemacht worden sind, den Chemismus eines Gesteins, wie er aus der Bauschanalyse hervorgeht, graphisch darzustellen, kann man in drei Gruppen unterbringen.

I. Zu der ersten Gruppe rechne ich diejenigen graphischen Darstellungen, bei welchen auf einer Abszisse irgend ein Oxyd, z. B.  $\text{SiO}_2$  abgetragen wird, während auf der Ordinate, die zu dem  $\text{SiO}_2$ -Gehalt eines bestimmten Gesteines gehört, die übrigen Oxyde abgetragen werden<sup>1</sup>. Solche Darstellungen geben ein gutes Bild bei Vergleichungen über die Änderung der Metalloxydwerte verschiedener Gesteine. Ist nur ein Gestein vorhanden, sieht man auf der graphischen Darstellung nichts; sind deren sehr viele vorhanden, so gibt es ein Wirrwarr von Linien. Nur bei der Be- trachtung einer geringen Anzahl von Gesteinen bekommt man ein brauchbares Bild.

Gemeinsam ist den meisten Methoden die Umrechnung von  $\text{TiO}_2$  und  $\text{P}_2\text{O}_5$  in äquivalentes  $\text{SiO}_2$  und die Addierung dieser drei Komponenten zu einem einzigen  $\text{SiO}_2$ -Wert. In ähnlicher Weise schlägt man  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und  $\text{MnO}$  zu  $\text{FeO}$ ,  $\text{BaO}$  und  $\text{SrO}$  zu  $\text{CaO}$ , während  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{CO}_2$  vernachlässigt werden.

II. Im zweiten Falle wird der Chemismus dargestellt durch eine sternförmige Figur und zwar so, daß man (ähnlich den Windrosen in der Meteorologie) von einem Punkte aus die Oxyde  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  und  $\text{SiO}_2$  nach verschiedenen Richtungen hin abträgt.

Da sind hauptsächlich zwei Projektionsarten als das Resultat verschiedener Versuche anzusehen, diejenige von BRÖGGER<sup>2</sup> und diejenige von MÜGGE<sup>3</sup>. Unwesentlich ist, ob man die Oxyde als Molekularproportionen oder in Molekularprozenten abträgt, denn die Figuren werden, da die Verhältnisse der einzelnen Komponenten zueinander gleich bleiben, geometrisch gesprochen, ähnlich. Während BRÖGGER nach zwei entgegengesetzten Seiten hin je die Hälfte des  $\text{SiO}_2$  aufträgt, die übrigen sechs Oxyde in zwei Richtungen senkrecht dazu und in vier Richtungen unter  $45^\circ$  und  $135^\circ$ , und so durch die Verbindung der Endpunkte eine langgestreckte stern-

<sup>1</sup> Man vergleiche z. B. OSKAR ZÜST: Über granitische und diabasische Gesteine in der Umgebung von Ardez. Dissertation Zürich 1905.

<sup>2</sup> Die Ernptivgesteine des Christianiagebietes. 1898.

<sup>3</sup> Zur graphischen Darstellung der Zusammensetzung der Gesteine. (N. Jahrb. f. Min. etc.) 1900. I.

förmige Figur mit einspringenden Winkeln bekommt, schlägt MÜGGE vor, nach sechs Richtungen, die sich unter  $60^{\circ}$  schneiden, je  $\frac{1}{6}$  des  $\text{SiO}_2$  abzutragen und in der Verlängerung dieser Werte die übrigen sechs Oxyde. So bekommt MÜGGE zwei sechseitige Polygone, wovon das  $\text{SiO}_2$ -Polygon vom  $\text{SiO}_2 +$  Metalloxyd-Polygon umschrieben wird. Fehlt eines der Oxyde vollständig, so berühren sich die Polygone in einem Punkte. Noch besser findet MÜGGE eine Projektion, die ein achtseitiges Polygon liefert, wobei die Werte nach acht Richtungen, die sich unter  $45^{\circ}$  schneiden, aufgetragen werden. Analog dem sechseitigen Polygon wird hier nach den acht Richtungen je  $\frac{1}{8}$  des  $\text{SiO}_2$  aufgetragen und in der Verlängerung dieser acht Werte die sechs Oxyde und zwar so, daß  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in drei Teile abgetragen wird, einmal in dem Verhältnis, welches der Bindung des vorhandenen  $\text{K}_2\text{O}$  entspricht, dann in demjenigen, welches das  $\text{Na}_2\text{O}$  bindet und schließlich wird das übrigbleibende  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in einer dritten Richtung abgetragen. Die fünf übrigen Oxyde werden auf den fünf anderen Richtungen abgetragen.

Diese beiden Projektionen sollen uns durch eine sternförmige Figur den Chemismus eines Gesteins leicht faßlich vor Augen führen.

MÜGGE schritt zu seiner Projektion, weil diejenige von BRÖGGER ihm nicht sehr übersichtlich schien. Es ist nun allerdings Geschmackssache, zu welcher dieser beiden Projektionen man sich mehr hingezogen fühlt. Mir scheint diejenige von BRÖGGER viel übersichtlicher.

Diese Figuren haben aber weiter auch keine Bedeutung, als daß sie anschaulich wirken sollen.

Den Inhalt der umschriebenen Polygone kommt keine mathematische Bedeutung zu. Es werden hier lineare Größen miteinander verglichen, deren Summe den Chemismus des Gesteines vorstellt, während zu den ans ihnen konstruierten Polygonflächen keine Parallelen zum Wesen des Gesteines gezogen werden kann.

(Die einfachste und zugleich mathematisch einwandfreie graphische Darstellung des Gesteinschemismus ist wohl die von ROSENBUSCH in seinen „Elemente der Gesteinslehre“ angewendete Methode der „Graphische Darstellung der Metallatome nach Prozenten“, worin der Chemismus eines Gesteins auf einem Streifen von 100 Einheiten Länge abgetragen wird, so, daß die Metallatome Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K durch verschiedene Farbenfelder dargestellt werden, deren Längen den prozentualischen Werten dieser Komponenten entsprechen.

Der einzige Nachteil dieser Projektion ist der, daß kein sehr übersichtliches Bild des Gesteinschemismus entsteht und, daß zum Vergleich eines neu analysierten Gesteins mit einem schon bekannten, diese Darstellung nicht einfacher wirkt als der einfache Vergleich der gewonnenen Analysenwerte.)

III. Ganz anders verhält es sich mit der dritten Gruppe der graphischen Darstellungen des Gesteinschemismus<sup>1</sup>.

Hier wird eine mathematische Methode angewendet. Der Chemismus eines Gesteins wird durch einen einzigen Punkt dargestellt, dessen Koordinaten uns Anschluß über die Zusammensetzung des betreffenden Gesteins geben.

Während man in einem rechtwinkeligen Koordinatensystem in der Ebene nur zwei Koordinaten, im Raume drei darstellen kann, können auch in der Ebene drei Koordinaten unverkürzt zur Anschauung gebracht werden, sobald sie in einem Abhängigkeitsverhältnis zueinander stehen. Wo nur das Verhältnis dreier Werte zueinander zur Darstellung gelangen soll und nicht deren absolute Größen, kann man eine feste Summe dieser drei Größen K annehmen. Muß z. B. das Verhältnis A : B : C zur Darstellung gelangen und stellen wir die Relation  $a + b + c = K$  an, wobei  $A : B : C = a : b : c$ , so folgt darans, daß nur zwei unabhängige Variablen zur Darstellung gebracht werden müssen, z. B. a und b; c wird dann immer  $K - (a + b)$  sein.

Die graphische Darstellung des Verhältnisses a : b : c beruht auf dem Satze der Planimetrie, daß die Summe der Abstände von einem Punkte innerhalb eines gleichseitigen Dreiecks zu dessen drei Seiten konstant ist und gleich der Höhe des gleichseitigen Dreiecks. Unsere Konstante K muß also hier die Höhe des gleichseitigen Dreiecks darstellen und der Punkt P, der dem Verhältnis a : b : c entspricht, liegt a Einheiten von der einen Seite, b Einheiten von der zweiten und  $K - (a + b) = c$  Einheiten von der dritten Seite entfernt.

Diese Projektionsart wurde schon in der Physik und in der Chemie angewendet<sup>2</sup>.

Von OSANN wurde sie mit einer Vereinfachung von D'ANS in der Petrographie eingeführt<sup>3</sup>.

Bei dieser Projektionsmethode gelangen also drei Werte zur Darstellung. Nun gelingt es allerdings sechs der sieben Oxyde, welche in Molekularprozenten ausgedrückt sind, zu drei Werten zu vereinigen. Das  $SiO_2$  aber bleibt als vierter Wert übrig und kann nicht in der gleichen Ebene projiziert werden. Die drei im

<sup>1</sup> Als Vorläufer der hier zu besprechenden Methoden sei die BECK'sche Projektion genannt. — F. BECKE, Gesteine des Columbretes. Min. und petrograph. Mitt. **16**.

<sup>2</sup> F. BECKE, Die Eruptivgesteine des Böhmischen Mittelgebirges und der amerikanischen Andes. Min. und petrograph. Mitteil. 1903. **22**. 3. Heft.

<sup>3</sup> A. OSANN, Versuch einer chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine. Min. und petrograph. Mitteil. **19**. -351-. 1900 und **22**. -354-. 1903.

„OSANN'schen Dreieck“ zur Projektion gelangenden Werte sind proportional den Anzahlen folgender Molekülgruppen:

$$A = K_2O \cdot Al_2O_3 + Na_2O \cdot Al_2O_3$$

$$C = CaO \cdot Al_2O_3$$

$$F = MgO + FeO.$$

Absichtlich wird hier der einfachste Fall angenommen, nämlich daß das betreffende Gestein gerade mit  $Al_2O_3$  gesättigt sei. Wie in anderen Fällen zu verfahren ist, wird ausführlich von OSANN<sup>1</sup> und BECKE<sup>2</sup> angegeben. OSANN nahm als Höhe des gleichseitigen Dreiecks die Zahl 20 an und die auf die Summe 20 umgerechneten Molekülgruppenzahlen nennt er a, c und f, so, daß  $a + c + f = 20$  wird. Es ist dies bedauerlich; einfacher wäre gewesen, die Summe der drei Größen A, C und F auf 100 umzurechnen, also in Prozenten auszudrücken, wie dies von BECKE<sup>3</sup> vorgeschlagen wurde.

Wenn auch das Verhältnis a:c:f für ein Gestein charakteristisch ist, so bleibt doch immerhin der Wert s = Anzahl der  $SiO_2$ -Moleküle ein wichtiges Merkmal eines Gesteins.

OSANN<sup>4</sup> hat nun den Wert s seiner Gesteine auf eine Ebene projiziert, welche senkrecht zu der Dreiecksebene verläuft und dessen Spur mit der Dreiecksebene, mit der Verbindungsgeraden von A und der Mitte des Dreiecks zusammenfällt. Er bekommt dadurch neben der Dreiecksprojektion der Werte a, c und f eine zweite graphische Darstellung, worin als Abszissen die Werte a, als Ordinaten die Werte s fungieren. Während a, c und f aber auf die Zahl 20 umgerechnete Größen sind, ist s eine Zahl, welche nicht proportional dazu umgerechnet wurde. Es werden also hier nicht direkt vergleichbare Zahlen verglichen. Wenn wir auch dadurch einen allgemeinen Eindruck über die Abhängigkeit dieser zwei Werte a und s voneinander bekommen, so sind die aufgetragenen Abszissen und Ordinaten doch nicht proportional den Werten A und s, was man doch logischerweise verlangen muß<sup>5</sup>. BECKE<sup>6</sup> hat nun die Ebene, worauf s projiziert wird, senkrecht zur Dreiecksebene gelegt, durch die Dreiecksseite AF des OSANN-

<sup>1</sup> OSANN, I. c. 19. - 355 - ff.

<sup>2</sup> BECKE, I. c. 22. - 215 -.

<sup>3</sup> BECKE, 22. - 215 -.

<sup>4</sup> OSANN, I. c. 19. - 441 - und Taf. VIII.

<sup>5</sup> Neulich hat L. FINCKH (Monatsber. d. deutsch. geol. Gesellsch. No. 4. 1910. - 284-) eine neue Projektionsweise der vier Werte a, c, f und s zu geben versucht und zwar in einer Ebene. Sie scheint mir aber dermaßen unverständlich, daß sie wohl kaum zur Verwendung kommen dürfte.

<sup>6</sup> BECKE, I. c. 22. - 216 - und Taf. II.

schen Dreiecks. Dadurch bekommt er eine graphische Darstellung, worin als Abszissen die Werte a—f aufgetragen werden. Als Ordinaten wählt er die Atomzahlen von Si. Während also die Abszissen Molekularzahlen angeben, geben die Ordinaten Atomzahlen an. Es sind dies wiederum zwei nicht miteinander vergleichbare Größen.

Auf der gleichen Darstellung von BECKE wird durch eine Linie das Sättigungsniveau für  $\text{SiO}_2$  der Gesteine des Mittelgebirges angegeben. Dies nun scheint mir unrichtig. Das Sättigungsniveau für  $\text{SiO}_2$  von allen Gesteinen, welche im OSANN'schen Dreieck projiziert sind, ist, wenn man sich die  $\text{SiO}_2$ -Ordinaten senkrecht zur Dreiecksebene denkt, natürlich eine Fläche, welche oberhalb dieses Dreiecks liegt. Diese Fläche enthält die Sättigungspunkte für  $\text{SiO}_2$  von allen Gesteinen, also auch diejenigen des Mittelgebirges. Die Punkte dieser Sättigungsfläche werden nun auf eine Ebene projiziert, welche senkrecht zur Dreiecksebene verläuft. Die Projektion einer Fläche auf einer Ebene wird im allgemeinen wieder eine Ebene liefern. Nur wenn die projizierte Fläche senkrecht zur Projektionsebene steht, wird die Projektion eine Linie werden. Ich verstehe darum nicht, welche Bedeutung die Linie hat, die das Sättigungsniveau der Mittelgebirgsgesteine darstellt. Das Sättigungsniveau dieser Gesteine würde als Ebene auf der Projektionsebene erscheinen; ebenso das Sättigungsniveau der Andesgesteine und es ist immer die Projektion derselben Fläche. Es ist die Projektion derjenigen Fläche, welche das Sättigungsniveau aller Gesteine, die im OSANN'schen Dreieck projiziert sind, darstellt.

Von dieser Fläche sagt BECKE<sup>1</sup>: „Die Sättigungsordinaten des Si erfüllen eine stetig gebogene Fläche, die sich nach oben konvex von ihrem Höhepunkt in A nach F und C senkt“. BECKE spricht hier über die Fläche, die durch die Si-Atomzahlen bestimmt wird. Es ist selbstverständlich, daß diese Fläche eine andere sein wird als diejenige, welche durch die  $\text{SiO}_2$ -Molekularzahlen bedingt wird. Aber diese beiden Flächen werden einen gleichen Grad besitzen, beide werden Ebenen sein, nicht gebogene Flächen. Wollte man BECKE's Sättigungsfläche von Si-Atomzahlen berechnen, so müßte man erst im OSANN'schen Dreieck auch Metallatomzahlen und nicht Molekularproportionen zur Darstellung bringen. Bleiben wir beim OSANN'schen Dreieck, so müssen wir die Sättigungsordinaten von  $\text{SiO}_2$  in Molekularproportionen berechnen.

<sup>1</sup> BECKE, I. c. 22. - 216 -.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [1911](#)

Autor(en)/Author(s): Escher B. G.

Artikel/Article: [Ueber eine Raumprojektion des Chemismus der Gesteine. 133-137](#)