

Bemerkungen zu den graphischen Methoden der Petrographie.Von **Ernst Sommerfeldt** in Tübingen.

Mit 3 Textfiguren.

1. Die Plagioklasreihe als Vergleichstypus für Gesteinsanalysen.

Um die Zahlenangaben einer Gesteinsanalyse anschaulich zu machen, pflegt man sich graphischer Methoden zu bedienen; ich will dieselben jedoch nicht zum Ausgangspunkt dieser Betrachtungen machen, sondern zunächst ein anderes Veranschaulichungsmittel wählen, welches dann freilich zu einer graphischen Methode, nämlich zu derjenigen von OSANN hinführen wird, aber dieselbe in mancher Hinsicht erweitert.

Wenn man eine Tabelle über die prozentische Zusammensetzung der Plagioklase benutzt, wie sie z. B. von TSCHERMAK ausgearbeitet ist (vergl. auch M. BAUER, Lehrb. d. Min. 2. Aufl. p. 630), so kann man leicht dasjenige Mischungsverhältnis von Albit und Anorthit finden, welches der Bauschanalyse des zu prüfenden Gesteins möglichst nahekommt und wird also von dem Gestein sagen können, daß es ungefähr zu jener Feldspatvarietät hätte erstarren können, wenn sein Magma unter hierfür geeigneten Bedingungen sich befunden hätte.

In vielen Fällen wird der Vergleich nur dann einigermaßen zutreffen, wenn man einzelne Elemente z. T. durch andere isomorph ersetzt denkt; z. B. wird man die Nebenangabe zu machen haben, wie viel Kalium das Gestein enthält, und man kann dasselbe in Natrium umrechnen, bevor man die Vergleichung mit der Zusammensetzung der Plagioklase vollzieht. Der Vergleich mit den Plagioklasen allein kann zwar nur höchst unvollständig die Mengenverhältnisse der chemischen Elemente eines Eruptivgesteins wiedergeben; will man aber mit einer ebenen graphischen Darstellung auskommen, so kann man nur noch eine einzige weitere Veränderliche einführen und muß also die Abweichung des Gesteins von den Feldspaten durch eine Zahlangabe beschreiben.

Ebenso wie OSANN beginnen wir hierbei damit die Alkalien mit Al_2O_3 zu dem basischen Bestandteil des Albit $(Na_2, K_2)O Al_2O_3$ zu vereinigen, wenn einiges Al_2O_3 bei dieser Operation 1 noch übrig bleibt, so verbinden wir es mit dem CaO der Bauschanalyse zu $CaO Al_2O_3$, d. h. zu dem basischen Bestandteil des Anorthit (Operation 2). Diese Verbindungsweise kann meiner Ansicht nach sich unter Umständen weit entfernen von der Art, wie die Natur diese Elemente zu Mineralien kombiniert, denn es kann das Aluminium ja auch in dem Tonerdeagut $MgSiO_3 Al_2O_3$ stecken. Da derselbe durch die isomorphe Eisenmolekel im allgemeinen dunkel gefärbt ist, beschränken sich die dunklen Gemengteile nicht immer

nur auf die eine Ecke des OSANN'schen Dreiecks. OSANN entschuldigt diese Abweichungen damit, sein System sei ein künstliches, welches aber den tatsächlichen Verhältnissen im wesentlichen entspricht; wir wollen indessen an einigen Beispielen uns klar machen, daß die Abweichungen beträchtlich sein können. Um dem Vorwurf zu entgehen unter der ungeheuer großen Zahl von vorhandenen Analysen die für meinen Zweck günstigsten ausgewählt zu haben, beschränke ich mich auf die zur Aufnahme in seine „Elemente der Gesteinskunde“ von ROSENBUSCH als geeignet befundenen Beispiele (l. c. p. 184, Beispiel 8, 17 ff.).

Beim Lnjanrit ist $Al = \frac{K + Na}{K + Na + Ca}$,¹ sämtliches Aluminium

soll bei derartigem Mengenverhältnis nach OSANN im Feldspat oder im Feldspatvertreter stecken. ROSENBUSCH (Mikroskop. Physiogr. 2. p. 175) gibt aber neben Ägirin (den wir mit OSANN den Feldspatvertretern zurechnen) auch gemeinen Augit und arfvedsonitischen Amphibol an; in beiden ist aber an Magnesium gebundenes Aluminium vorhanden. Daher dürfen wir bei diesem Gestein nur sagen, sein Magma hätte bei anderen äußeren Bedingungen so erstarren können, daß die Almosilikate magnesiumfrei sind, tatsächlich aber existieren auch magnesiumhaltige Almosilikate. Ebenso liegen vermutlich die Verhältnisse bei dem als „Eläolith-syenit in Essexit übergehend“ bezeichneten Gestein (No. 16 in ROSENBUSCH's Tafeln) von Longfellow Mine, beim Essexit von Rongstock (No. 17 in ROSENBUSCH's Tafeln), dem von ROSENBUSCH als sogen. „Augitdiorit“ bezeichneten und den Essexiten zugerechneten Gestein von Mount Fairview (No. 18 in ROSENBUSCH's Tafeln), ferner beim Essexit von Salem Neek und beim Essexit von Cabo Frio (ROSENBUSCH's Tafeln No. 19—20) und bei einem großen Teil der Theralithe und Shonkiniten.

Ogleich somit die Verteilung des Aluminiums auf Calcium und Alkalien nicht immer der Natur entspricht, so nehmen wir dieselbe deshalb vor, weil sie der Bausanalyse nicht widerspricht und weil wir den faktischen Mineralbestand gar nicht direkt darstellen, sondern absichtlich ihn durch eine einfachere Mineralkomposition ersetzt denken wollen, welche durch veränderte Kristallisationsbedingungen erzeugbar sein kann.

Nur selten wird das Al_2O_3 einer Gesteinsanalyse gerade anreichen, um auf die Alkalien nebst Calcium sich so verteilen zu lassen, wie es der Feldspatreihe entspricht; entweder wird vielmehr das Calcium oder aber Aluminium überschüssig sein, d. h. es wird nach der Operation 2 entweder ein Teil des Calciums oder Aluminiums unverbunden sein. Die Abweichung eines solchen Gesteinsmagmas von dem ihm prozentisch am nächsten kommenden

¹ Die Abweichung von der absoluten Gleichheit beträgt nur 0,3 %.

Plagioklas hat in einem dieser Fälle das entgegengesetzte Vorzeichen wie im anderen, denn wir können sagen, im ersten Fall müssen wir dem Magma Kalk wegnehmen, um es der Zusammensetzung eines Plagioklases gleichzumachen, im zweiten Fall müssen wir Kalk zuführen, um ein gleiches zu erreichen (von der Kieselsäure sehen wir hierbei, ebenso wie OSANN in seinen Diagrammen, zunächst ab). Als positiv muß natürlich die faktisch vorhandene, also wegelnbbare Materie bezeichnet werden, als negativ können wir diejenige, welche man hinzuzufügen wünscht, auffassen und wir haben zu sagen: im ersten Fall haben wir das Calcium positiv, im zweiten negativ in Rechnung zu ziehen. Tonerde ist gleichsam antipodisch zu Kalk, es kann positiver freier Kalk durch negative Tonerde (d. h. durch Al_2O_3 -Mangel des Magmas im Vergleich zu den Feldspaten) ersetzt werden und ebenso ein Kalkmangel des Magmas im Vergleich zu den Feldspaten als Tonerdeüberschuß aufgefaßt werden.

Als Mineral, welchem das nicht an Aluminosilikate geknüpfte Calcium zugerechnet werden kann, wird der Olivin zweckmäßigerweise aufgefaßt, womit wir jedoch wiederum nur einen unter gewissen äußeren Umständen erzielbaren, nicht aber einen notwendigerweise auftretenden Mineralbestandteil als Vergleich für das Gestein heranziehen; wo jedoch nicht die Mineralien, sondern die prägnantesten chemischen Eigenschaften des Magmas in den Vordergrund treten sollen, ist es am zweckmäßigsten das Calcium als den einzigen Repräsentanten der zweiwertigen Elemente zu betrachten und also Magnesia sowie Eisenoxydul zu dem Kalk zuzurechnen.

Die Klassifikation OSANN's scheint mir in viel zu hohem Grade von dem Dogma beherrscht zu sein, daß durch die Bauschanalyse eines Eruptivgesteins sein Mineralbestand festgelegt sei¹. Jedoch haben die Untersuchungen VAN'T HOFF's gezeigt, wie mannigfaltig die Salzarten sein können, welche aus Lösungen von gleicher chemischer Zusammensetzung sich ausscheiden können; und diese bei niedriger Temperatur gewonnenen Resultate lassen es vermuten, daß bei den hohen Bildungstemperaturen der Eruptivgesteine die Umsetzungsfähigkeit und Spaltung von Doppelsalzen eine noch weit häufigere Erscheinung sein muß. Außerdem haben schon J. ROTH, LANG (l. c.) u. a. direkte Beispiele für wechselnden Mineralbestand bei konstanter chemischer Zusammensetzung innerhalb des Gebiets der Eruptivgesteine geliefert; daher sollte man von vornherein die Bauschanalyse nur zu einem Vergleich des Gesteins mit einem bloß gedachten Mineralgemenge benutzen und die Bestimmung der fak-

¹ Zu der interessanten Geschichte dieses Dogmas vergl. H. ROSENBUSCH. *Min. u. petr. Mitt.* 11. 144. 1890. J. ROTH, *Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.* 43. 1. 1891. LANG, *Min. u. petr. Mitt.* 13. 118. 1892.

tisch vorhandenen Mineralien den optischen Beobachtungen oder den sonstigen Partialuntersuchungen der Komponenten selbst überlassen. Unter diesem Gesichtspunkt eines Vergleiches muß meiner Ansicht nach auch die gesamte Kerntheorie betrachtet werden, aus welcher ja die OSANN'sche Methode der graphischen Darstellung hervorgegangen ist.

2. Ausführung der graphischen Methoden.

Gehen wir jetzt dazu über, das soeben ausgesprochene Vergleichsverfahren durch Zeichnungen auszuführen, so ergibt sich ein fundamentaler Unterschied gegenüber allen bisherigen graphischen Methoden der Petrographie: Die graphische Darstellung soll nicht nur einen etwaigen Überschuß, sondern auch die etwa mangelnde Menge des Calciums (im Vergleich zu dem nächstliegenden Feldspat) wiedergeben. Es liegt nahe, dem einen Vorzeichen des Calciumgehalts die oberhalb der Feldspatlinie liegenden Punkte der Ebene zuzuordnen, dem anderen Vorzeichen aber die unterhalb dieser Linie gelegenen Punkte. Da eine hinsichtlich des Kalks negative Abweichung des Magmas hinsichtlich der Tonerde als positiv betrachtet werden kann, haben wir reinen Kalk und reine Tonerde durch Punkte, welche auf entgegengesetzten Seiten der Feldspatlinie liegen, darzustellen. Es ist dann noch möglich, denjenigen Punkt, welcher den reinen Kalk darstellt, so zu wählen, daß ein voller Anschluß an die OSANN'sche graphische Methode in dem von der Feldspatlinie und dem CaO-Punkt umgrenzten Dreieck erreicht wird. Natürlich müssen wir hierzu dieses Dreieck als gleichseitig annehmen und denjenigen Punkt, welcher reines Al_2O_3 darstellt, so wählen, daß die Dreiecksecke $\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3$ mitten zwischen den Punkten CaO und Al_2O_3 liegend erscheint, ferner ist derjenige Punkt, welcher reines Na_2O darstellt, so zu wählen, daß die Dreiecksecke $\text{Na}_2\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3$ mitten zwischen die Punkte Na_2O und Al_2O_3 fällt.

Diese Punktbestimmung ordnet sich dem Schwerpunktsprinzip unter, d. h. der Forderung, daß z. B. dem Gemenge $m\text{CaO} + n\text{Al}_2\text{O}_3$ derjenige Punkt der Strecke $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ entsprechen möge, in bezug auf welchen m im ersten Endpunkt befindliche Gewichtseinheiten durch n im zweiten Endpunkt befindliche Gewichtseinheiten im Gleichgewicht gehalten werden. Die OSANN'sche graphische Darstellung kann von diesem Schwerpunkts- oder Hebelprinzip unter der angegebenen speziellen Wahl des Ausgangsdreiecks abgeleitet werden, was im Anhang zu dieser Mitteilung näher ausgeführt, aber auch von F. BECKE bereits bemerkt ist.

Die Fig. 1 gibt uns nun die Möglichkeit nicht nur solche Gesteine, deren graphischer Ort innerhalb des OSANN'schen Dreiecks sich befindet, darzustellen, sondern ebenso gut auch außer-

halb dieses Dreiecks liegende. OSANN erreicht es durch besondere Annahmen, daß sämtliche Gesteine ihre graphischen Orte innerhalb dieses von den Ecken CaO , $\text{Na}_2\text{OAl}_2\text{O}_3$, CaOAl_2O_3 begrenzten Dreieckes finden; diese Annahmen sind aber nicht immer ganz einwandfrei, wie wir schon an dem Beispiel auf p. 135 sahen.

Ganz unbedenklich ist die erste Annahme OSANN's, welche von unserem Gesichtspunkt aus so ausgedrückt werden kann, daß das oberste Dreieck, welches zwischen den Punkten Na_2O , CaO , Na_2AlO_4 liegt, nicht in Betracht kommt. Mineralogisch gesprochen bedeutet diese Annahme, es ist stets nur so wenig Alkali in Eruptivgesteinen vorhanden, daß sämtliches Alkali mit Alumosilikat (resp. Ferrosilikat) zu Doppelsilikaten verbindbar ist. Fraglich aber ist es, ob diejenigen Annahmen der Natur entsprechen, welche

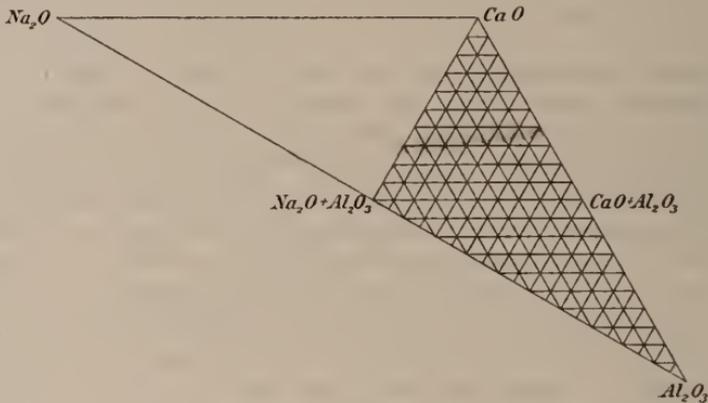


Fig. 1.

das untere Dreieck, also das zwischen dem Punkt Al_2O_3 und der Feldspatlinie liegende ausschließen. Wenn mehr Tonerde vorhanden ist als die mit dem Alkali plus Kalk äquivalente Menge, so soll diese überschüssige Tonerde diesen Annahmen zufolge mit dem Magnesium Doppelsilikate bilden, welche mit dem Anorthitkern vereinigt werden dürfen. Für die Augite und Hornblenden erscheint ein solches Zusammenwerfen mit dem Anorthit zwar nicht geradezu unverträglich mit der graphischen Methode, denn der Aluminmaugit $(\text{Mg}, \text{Fe}) \text{Al}_2\text{SiO}_6$ enthält auch das Doppeloxyd RAl_2O_4 des Anorthits, nur muß man stets im Auge behalten, daß nur die halbe Kieselsäuremenge des Anorthits mit diesem Doppeloxyd zusammen den Augit bildet. Lediglich weil nach OSANN's Methode die Kieselsäure in das Bild nicht mit aufgenommen wird, entsteht hieraus nicht ein Widerspruch. Bedenklicher erscheint das Verfahren jedoch, sobald Aluminate (resp. Ferrite) im Gestein vorhanden sind; dieselben kann man

nicht nur bei der Anwesenheit von Spinellen, sondern auch beim Vorkommen von Melilith annehmen, wie G. BODLÄNDER gezeigt hat (vergl. N. Jahrb. f. Min. etc. 1893. 1. 15). Es ist leicht denkbar und in manchen Fällen recht wahrscheinlich, daß die Grundmasse gewisser basischer Gesteinsgruppen eine melilithähnliche Zusammensetzung besitzt, so daß sich unser Bedenken nicht lediglich auf das freilich relativ unwichtige direkte Vorkommen von Melilith beschränkt. Wenn man der Konstitution des Meliliths nicht die Formel BODLÄNDER's, sondern eine andere, z. B. diejenige VOGT's zugrunde legt, so ändert sich nur die Ausdrucksweise für diesen Einwand, welcher darin besteht, daß in aluminiumreichen Gesteinen das Doppeloxyd $2\text{Al}_2\text{O}_3$ nur die erste Stufe bei der Bildung von Tonerdemineralien repräsentiert, daß aber noch ein zweites aluminiumreiches Oxyd mitberücksichtigt werden muß.

Bei unserer graphischen Methode eröffnet sich ein direkter Zusammenhang zwischen den beiden Prozessen der Aluminium-einführung, indem der erste Vorgang ebenso wie bei OSANN die Feldspatlinie zugewiesen erhält, der zweite Vorgang (also etwa die Einführung eines Grammoleküls Tonerde in den Orthoklas) aber längs der Linie $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ vom Anorthitpunkt aus weiter-schreitet.

Übrigens scheint schon F. BECKE¹ es erkannt zu haben, daß die genannte Annahme OSANN's unplausibel ist, denn BECKE vermeidet es, einen etwaigen Überschuß des Aluminiums über Alkalien plus Kalk mit Magnesia zu vereinigen, sondern gibt diesen Überschuß gesondert von der graphischen Darstellung an. Die jetzige Methode gestattet es, diesen Überschuß ebenfalls dem Bilde ein-zuzuordnen. Zugleich ist unsere Methode die denkbar einfachste Zusammenfassungsart der Analysenresultate, denn will man (abgesehen von den SiO_2 -Gehalt) das Wesentlichste der Bauschanalyse durch drei Größen wiedergeben, so ist es am naturgemähesten, die einwertigen Metalle unter sich zusammenzufassen, die zweiwertigen zu einer zweiten Gruppe zu vereinigen und die dreiwertigen als dritte Gruppe aufzufassen. Eben hierin aber besteht unsere Methode, indem nur noch diejenigen zwischen diesen Punkten liegende Felder, welche erfahrungsgemäß nicht in Betracht kommen, von vornherein fortgelassen werden, was dadurch möglich wird, daß die Doppelsilikate des Aluminiums mit den ein- oder zweiwertigen Metallen dominieren.

Im Anhange sind die Eigenschaften der Dreiecksprojektion, welche mit dieser Notiz im Zusammenhang stehen, zusammenhängend wiedergegeben; die Behandlungsweise derselben ist vielleicht ausführlicher und elementarer als an sich notwendig wäre; ich beabsichtige es jedoch auch in dem Anhang zu zeigen, wie inner-

¹ F. BECKE, TSCHERMAK'S Min. u. petr. Mitt. 22. 215. 1903.

halb einer petrographischen Vorlesung vor Hörern, welche der Mathematik fernstehen, die betreffenden geometrischen Hilfsmittel in anschaulicher und einigermaßen vollständiger Weise etwa entwickelt werden können.

Anhang: Dreieckskoordinaten.

Da die Ebene zweidimensional ist, kann man zwar in ihr stets nur zwei unabhängig-veränderliche Größen (x und y) graphisch darstellen, jedoch widerspricht es dem nicht, daß man auch drei solche Größen (x, y, z), auf deren Verhältnisse es nur ankommt, durch ein graphisches Verfahren innerhalb einer Ebene wiedergeben kann; dasselbe kann in seiner einfachsten Form durch eine Verallgemeinerung des gewöhnlichen Koordinatenbegriffs gewonnen werden.

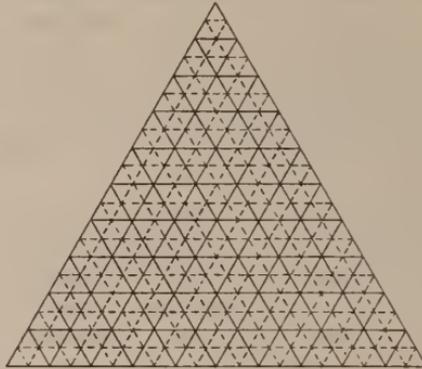


Fig. 2.

Zur Ableitung dieser Verallgemeinerung bilden wir uns über die gewöhnliche Koordinatenmethode die Auffassung, daß sie auf einer Einteilung der Ebene in Streifen, welche der ersten und zweiten Koordinatenachse entlang laufen, beruht. Ein Punkt mit den Koordinaten a, b erscheint von der y -Achse um a Streifen (gemessen durch Bewegung längs der x -Achse) entfernt, während ihn von der x -Achse b Streifen trennen, wie man beim Abschreiten längs der y -Achse erkennt (vergl. die Fig. 2).

Es hindert nun nichts daran, noch eine dritte, also überzählige Koordinate als Bestimmungsstück des einzelnen Punktes aufzufassen, und zwar wählen wir hierzu die Streifenzahl, welche den Punkt von irgend einer dritten Linie trennt. An Stelle von zwei Koordinatenachsen haben wir also drei, von denen eine überzählig ist, jedoch lassen wir es völlig unbestimmt, welches diese überzählige ist, sondern behandeln alle drei gleichwertig. Um diese Gleichberechtigung auch in der Figur zum Ausdruck zu bringen,

wählen wir den Winkel zwischen der ersten und zweiten Koordinatenachse $= 60^\circ$ (wie in Fig. 2 schon im voraus geschehen) und legen nunmehr auch die dritte Koordinatenachse unter 60° geneigt gegen die beiden ersten, so daß ein dreiseitiges Dreieck entsteht, und wir fassen als die drei „homogenen“ Koordinaten eines Punktes P die Anzahl der Streifen auf, welche sie bezüglich von der ersten, zweiten und dritten Dreiecksseite trennen. Will man von dieser Koordinatenbestimmung wieder zu der gewöhnlichen zurückschreiten, so braucht man mithin nur eine der Koordinaten wegzulassen, einerlei welche.

Daß eine dieser drei Koordinaten überzählig ist, läßt sich rechnerisch dadurch zeigen, daß man die Bedingungsgleichung angibt, welche zwischen den drei Koordinaten (m, n, p) besteht.

Zum Beispiel kann man verlangen die Anteile, welche ein Grammmolekül eines aus drei Komponenten sich additiv zusammensetzenden Stoffes enthält, nach der Dreiecksmethode wiederzugeben, so daß die Bedingungsgleichung zu lauten hätte:

$$m + n + p = 1.$$

Faßt man die Dreiecksseite als Längeneinheit auf, so genügt jener Punkt S, für welchen die zur AB-Achse gezogene Parallele $SN = n$ und die zur AC-Achse gezogene Parallele $SP = p$ ist, in der Tat der Bedingung, daß die durch ihn zur BC-Achse gelegte Parallele SM die Länge $1 - n - p$ besitzt (vergl. Fig. 3). Denn da $SM = SM' = PA$, $SP = BN = BP - SN$ ist, so folgt wirklich:

$$SM + SN + SP = PA + SN + BP - SN = AB = 1.$$

Faßt man die Seite des Ausgangsdreiecks nicht als einfache, sondern z. B. als 20fache Längeneinheit auf, so kann man ebensogut die Bedingungsgleichung $m + n + p = 20$ befriedigen und überhaupt jeden endlichen Wert für diese Summe vorschreiben. Aber auch drei Größen i, h, k , welche der Bedingungsgleichung $i + h + k = 0$ gehorchen, durch welche z. B. die drei ersten BRAVAIS'schen Indizes eines hexagonalen Kristalls miteinander verbunden sind, können nach der Dreiecksmethode durch die Koordinaten eines Punktes wiedergegeben werden. Hierzu fasse man als die Koordinaten sp, sq, sr des Punktes s die Lote auf, welche von s auf die Höhen des Fundamentaldreiecks gefällt werden, so ist zu beweisen, daß $sq = sp + sr$ ist, daß also, falls wir die neben Fig. 3 befindlichen Halbstrahlen als positiv rechnen, sq durch die Summe der beiden anderen Linien gerade kompensiert wird. Zum Beweise legen wir durch r eine Parallele zu BC und durch q eine Parallele zu AC ; durch den Schnittpunkt q' dieser Parallelen zeichnen wir zu AB eine Parallele, welche qs in p' treffen möge. So zerfällt sq in die Teile sp' und $p'q$, deren

angebrachten Gewichte im Unterstützungspunkt selbst auf diesen drückten. Der Unterstützungspunkt S ist mithin zugleich der Schwerpunkt von N und M' .

Das Verhältnis der Längen SN und SM' kann man auf die AB -Achse selbst dadurch anfragen, daß man den Schnittpunkt S' von dieser Achse mit CS konstruiert. Daher läßt sich sagen: Um das erste Koordinatenverhältnis (d. h. das zur AB -Achse gehörige) besonders anschaulich zu machen, bringe man in A so viele Gewichtseinheiten an, als sich Streifen über SN ausbreiten, in B aber so viele Gewichtseinheiten als Streifen quer zu SM' liegen. Ebenso wollen wir jetzt mit dem Verhältnis der BC -Koordinaten verfahren und finden: Um dieses Verhältnis zu veranschaulichen, hat man in B so viele Gewichtseinheiten anzubringen, als die Länge von SM beträgt und in C so viele Gewichtseinheiten als sich Streifen zwischen S und der AB -Achse befinden. Nun ist aber $SM = SM'$, es sind also nicht, wie man zuvor vielleicht hätte meinen können, in B verschiedene Gewichte befindlich zu denken, je nachdem man das eine oder andere Koordinatenverhältnis (also das der AB - oder BC -Koordinaten) veranschaulicht. Ebenso führt für Punkt C die Bezugnahme auf Strecke AC und BC auf einerlei Wert, so daß wir finden: Die Verhältnisse der Koordinaten von S lassen sich als die drei Gewichte interpretieren, welche in den Ecken des Koordinatendreiecks angebracht werden müssen, um S zum Schwerpunkt dieses Dreiecks zu machen; d. h. um zu bewirken, daß beim Ausbalancieren dieses Dreiecks der Unterstützungspunkt in S sich befindet.

Die Porphyre des westfälischen Diluviums.

Von **Wilhelm Meyer**.

Inhaltsübersicht.

- A. Einleitung.
- B. Beschreibung der gefundenen porphyrischen Geschiebe:
 - I. Bottnische Gesteine.
 - II. Rödögesteine.
 - III. Ålandgesteine.
 - IV. Gesteine aus Dalarne.
 - V. Ostseegesteine.
 - VI. Gesteine aus Småland.
 - VII. Christianiagesteine.
- C. Die Häufigkeit der einzelnen Geschiebearten.

A. Einleitung.

Die Kernfrage der Diluvialgeologie Norddeutschlands harret noch nach wie vor der endgültigen Lösung. Mit Schlüssen mannig-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [1907](#)

Autor(en)/Author(s): Sommerfeldt Ernst

Artikel/Article: [Bemerkungen zu den graphischen Methoden der Petrographie. 134-143](#)