

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Natur und Entstehung der Gneise der ecuatorianischen Ostkordillere.

Von **W. Bergt** in Leipzig.

Bei den Vorarbeiten zu einer geologischen Karte des Vulkangebietes von Ecuador hatte ich mich auch mit den Gneisen der ecuatorianischen Ostkordillere zu beschäftigen. F. v. WOLFF¹ kommt 1904 bei seinen Untersuchungen über die älteren Gesteine dieses Gebietes zu dem Ergebnis, daß die Muscovit-, Epidotalbit- und Chlorit-Glimmer-Albitgneise Sedimentgneise, dynamometamorphe Sandsteine wären, während er die Biotitgneise den Orthogneisen, also den Eruptivgneisen zurechnet. Als einzigen Beweis für seine Auffassung führt v. WOLFF für zwei seiner Sedimentgneise die chemische Zusammensetzung an. Daß man bei der Dentung der betreffenden Analysen zu einem ganz anderen Ergebnis kommt, sollen die folgenden Ausführungen zeigen.

1. Der Muscovitgneis der ecuatorianischen Ostkordillere.

Die einzige, von v. WOLFF zugrunde gelegte Analyse ist in der folgenden Zusammenstellung unter I. abgedruckt, und ihr zum Vergleich sind die Analysen zweier sächsischer, chemisch nahe verwandter Granite unter II. und III. angefügt. Nach v. WOLFF „verbieten der gefundene Überschuß an Al_2O_3 von 1,67 Mol.-% sowie der überaus hohe Gehalt an SiO_2 die Herleitung dieses Gesteines aus einem Eruptivgestein. Der hohe Kieselsäuregehalt deutet auf Sandstein, der hohe Gehalt an Alkalien auf Sandsteine, die aus der Aufarbeitung feldspatreicher Gesteine wie Granit oder Gneis hervorgegangen sind. Es sind demnach diese Muscovitgneise Psammite, die auf arkoseartige Sandsteine zurückzuführen sind“².

Weder der hohe Kieselsäure-, noch der hohe Alkaliengehalt, noch auch der Tonerdeüberschuß von 1,67 Mol.-% vermögen das geringste Zeugnis gegen die eruptive Entstehung dieses Muscovit-

¹ F. v. WOLFF. Die älteren Gesteine der ecuatorianischen Ostkordillere sowie die des Azuay und eines Teiles der Cuencamulde in W. REISS. Ecuador. 1904. 2. Heft. 189—304.

² Ebenda, p. 209.

gneises abzulegen. Ein Blick in eine Zusammenstellung von Granitanalysen (z. B. OSANN I.¹) lehrt, daß es Granite mit höherem Kieselsäure- und weit höherem Alkaliengehalt gibt. Und ein Tonerdeüberschuß, zuweilen von beträchtlicher Höhe als hier, ist bei den saueren Tiefengesteinen eine ungemein verbreitete Erscheinung. Von 29 Analyseu erzgebirgischer Granite enthalten 23 einen Tonerdeüberschuß, der in 16 Fällen hiervon mehr, z. T. weit mehr beträgt als der unseres Muscovitgneises aus Ecuador. Der gleichen Erscheinung begegnen wir beim erzgebirgischen Biotitgneis, der jetzt allgemein mit Recht als ein Eruptivgestein angesprochen wird. Von 29 Analysen dieses Gesteines zeigen 24 Tonerdeüberschuß, davon 11 weit mehr als 1,67 Mol.-%. Und endlich der Muscovitgneis des sächsischen Erzgebirges, dem die eruptive Entstehung viel eher und einhelliger zugesprochen worden ist als dem Biotitgneis: Von den 12 Analysen des erzgebirgischen Muscovitgneises weisen 11 Tonerdeüberschuß auf, davon nicht weniger als 10 ein T, das größer als 1,67 ist.

LINCK² kommt bei seinen Untersuchungen über den Chemismus der tonigen Sedimente zu dem auf unseren Gegenstand bezüglichen Ergebnis: „Die Sedimente haben meist mehr als 5 % Tonerdeüberschuß, Eruptive meist weniger als 5 %.“ Die Ergebnisse meiner Chemischen Petrographie Sachsen stimmen mit der eben erwähnten Feststellung LINCK's überraschend überein.

Damit ist dem einzigen Anhalt, der v. WOLFF den Muscovitgneis vom Cuvillan zu den metamorphen Sedimentgesteinen stellen ließ, die Grundlage entzogen. Die Muscovitgneise, die mir aus dem besprochenen Gebiet in den reichen Sammlungen von STÜBEL und REISS im Leipziger Museum für Länderkunde und Vulkanologie zur Verfügung stehen, machen mir auch sonst keineswegs den Eindruck metamorpher Sedimente.

Das Verhältnis

$$\begin{array}{r} a : c : f = 14,5 : 1 : 4,5 \\ \quad \quad \quad 15,5 \quad 0,5 \quad 4 \end{array}$$

ist erfahrungsgemäß durchaus das eines Eruptivgesteines, eines saueren Granits. Wenn wir in dem System der Tiefengesteine von OSANN (a. a. O. p. 464) beim Granit die Stelle aufsuchen, die unserem Muscovitgneis dort zukommt, bemerken wir, daß er daselbst zwischen dem Grauittypus Brookville s 81 a 17,5 c 1 f 1,5 und dem Granittypus Hauzenberg s 81,5 a 12 c 2 f 6 eine vorgesetzte Lücke ausfüllt. Unter den 183 von LINCK benutzten Analysen toniger Sedimente besitzt keine einzige ein Verhältnis a : c : f, das dem unseres

¹ A. OSANN, Versuch einer chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine. I. Die Tiefengesteine. Min.-petr. Mitt. 19. 1900. 351—469.

² G. LINCK, Über den Chemismus der tonigen Sedimente. Geol. Rundschau. 4. 1913. 289—311.

- I. **Muscovitgneis.** herrschende Gneisart des Cuvillan, Valle-Vicisos-Berge, Ecuador. A. LINDNER bei v. WOLFF, a. a. O. p. 208.
 II. **Lithionitgranit**, mittel- bis grobkörnig, Johanngeorgenstadt, Sachsen. RÜBE bei SCHEERER, Festschrift, 1866, Freiberg, 180, VI
 III. **Mittweidaer Granitit**, Waldheim und Mittweida, Mittel aus 4 Analysen. KALKOWSKY, Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. 33, 1881, 651.

A. Gewichtshundertteile. B. Molekularhundertteile.

| | I. | II. | III. | I. | II. | III. |
|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| SiO ₂ | 75,33 | 75,31 | 72,37 | 82,18 | 82,36 | 80,32 |
| TiO ₂ | 0,08 | — | — | 0,06 | — | — |
| Al ₂ O ₃ | 13,38 | 13,23 | 14,73 | 8,59 | 8,51 | 9,61 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,61 | — | 1,87 | — | — | — |
| FeO | 0,85 | 1,50 | — | 1,27 | 1,37 | 1,55 |
| MgO | 0,55 | 0,25 | 0,34 | 0,90 | 0,41 | 0,57 |
| CaO | 0,33 | 0,65 | 0,66 | 0,38 | 0,76 | 0,79 |
| Na ₂ O | 3,50 | 2,60 | 3,24 | 3,70 | 2,75 | 3,48 |
| K ₂ O | 4,06 | 5,51 | 5,19 | 2,83 | 3,84 | 3,68 |
| P ₂ O ₅ | 0,20 | — | — | 0,09 | — | — |
| H ₂ O | 0,43 | 0,86 | 0,85 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| | 99,32 | 99,91 | 99,25 | | | |
| Spez. Gew. | 2,647 | | | | | |

C. Gruppenwerte nach OSANN, C. v. JOHN und F. E. SUESS.

| | S | A | C | F | T | a | c | f | n | m | k |
|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| I. | 82,33 | 6,53 | 0,38 | 2,17 | 1,68 | 14,38 | 0,84 | 4,78 | 5,67 | 8,51 | 1,95 |
| | | | | | | 15,26 | 0,71 | 4,03 | | | 1,58 |
| II. | 82,36 | 6,59 | 0,76 | 1,78 | 1,16 | 14,44 | 1,66 | 3,90 | 4,17 | 7,01 | 1,92 |
| | | | | | | 15,06 | 1,48 | 3,46 | | | 1,65 |
| III. | 80,32 | 7,16 | 0,79 | 2,12 | 1,66 | 14,22 | 1,57 | 4,21 | 4,86 | 7,28 | 1,72 |
| | | | | | | 15,04 | 1,35 | 3,61 | | | 1,42 |

D. Gesteinsformeln nach OSANN.

| | S | a | c | f | T |
|------|------|------|-----|-----|------|
| I. | 82,3 | 14,5 | 1 | 4,5 | 1,68 |
| | | 15,5 | 0,5 | 4 | |
| II. | 82,4 | 14,5 | 1,5 | 4 | 1,16 |
| | | 15 | 1,5 | 3,5 | |
| III. | 80,3 | 14,5 | 1,5 | 4 | 1,66 |
| | | 15 | 1,5 | 3,5 | |

Muscovitgneises nur nahe käme. Selbst die Analysen der Grauwacken Nr. 120—126 und 175—183 bei LINCK zeigen einen viel kleineren Wert von a , so daß also auch der angeblich zu hohe Wert von a als Beweis gegen die eruptive und für die sedimentäre Natur des Muscovitgneises wegfällt.

Die Berechnung der Gruppenwerte nach OSANN bedarf bei Analysen mit größerem Tonerdeüberschuß einer Ergänzung, die nach dem Vorgang von M. STARK¹, von C. v. JOHN und F. E. SUESS², von GRUBENMANN³ und LINCK (a. a. O.) und sonst schon vielfach angewendet worden ist. Nach dieser Ergänzung werden solche Analysen mit hohem Tonerdeüberschuß doppelt berechnet, einmal mit Vernachlässigung des Tonerdeüberschusses, zweitens indem dieser zu den Alkalien geschlagen wird. Dieser zweiten Berechnung liegt der Gedanke zugrunde, daß der Tonerdeüberschuß durch eine Lösung und Fortführung eines Teiles der Alkalien, infolgedessen eine verhältnismäßige Anreicherung der Tonerde verursacht worden ist, ein Vorgang, der bei der Umwandlung der Feldspäte, besonders des Orthoklases in Kaolin oder in Muscovit tatsächlich eintritt. Diese zweite Berechnung sucht also gewissermaßen die ehemalige chemische Zusammensetzung des Gesteines, bei der alle Tonerde gebunden war, wiederherzustellen. Es ist eine bekannte Tatsache, daß der Orthoklas der saueren Eruptivgesteine ganz besonders häufig teilweise oder ganz kaolinisiert ist. Ein Tonerdeüberschuß ist deshalb bei diesen Gesteinen außerordentlich weit verbreitet, wie die oben angegebenen Zahlen für die sächsischen Granite und Gneise zeigen.

In der Zusammenstellung auf p. 163 sind der Analyse unseres Muscovitgneises zwei Analysen sächsischer Granite gegenübergestellt, die große Übereinstimmung mit jenem zeigen und darin, daß der Muscovitgneis der ecuatorianischen Ostkordillere chemisch durchaus ein Eruptivstein, ein saurer Granit ist. Dagegen ist mir nicht gelungen, Analysen von Sandsteinen, Arkosen, Grauwacken zu finden, welche die gleiche Rolle wie die sächsischen Granite, aber zugunsten einer sedimentären Entstehung zu spielen vermöchten. Wohl könnte eine Arkose, eine Grauwacke zufällig eine recht ähnliche bis gleiche chemische Zusammensetzung haben wie unser Muscovitgneis. Das würde aber immer noch kein ausreichender Beweis für die sedimentäre Entstehung unseres Gesteines sein.

Die Hauptsache in unserem Falle ist der Nachweis: Der Chemismus unseres Muscovitgneises widerspricht nicht nur nicht dem von Eruptivgesteinen, er entspricht ihm vielmehr durchaus.

¹ M. STARK, Die Gesteine Usticas nsw. Min.-petr. Mitt. **23**, 1904, 532.

² C. v. JOHN und F. E. SUESS, Die Gauverwandtschaft der Gesteine der Brünner Intrusivmasse. Jahrb. k. k. geol. R.-A. **58**, 1908, 250.

³ F. GRUBENMANN, Die kristallinen Schiefer. 1907. 2. Bd. — 2. Aufl. 1910.

2. Der Chlorit-Glimmer-Albitgneis der ecuatorianischen Ostkordillere.

v. WOLFF (a. a. O. p. 215) sagt zu der einzigen Analyse, die auch für dieses Gestein vorliegt: „Hoher Gehalt an SiO_2 und Al_2O_3 zeichnen das Gestein aus, während die Menge der Alkalien nicht besonders groß ist. Die Magnesia überwiegt beträchtlich den Kalk, $\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Alkalien} + \text{CaO} + \text{MgO}$. Es sind das Verhältnisse, die bei Eruptivgesteinen nicht zu finden sind. . . . Es liegt dem obigen Gestein also ein Sandstein vorwiegend mit tonigem Bindemittel und dolomitisch-mergeligen und kalk-mergeligen Beimengungen zugrunde.“

- I. Chlorit-Glimmer-Albitgneis. Chorrera de Agoyan, linke Seite des Rio Pastaza, südliches Fußgebirge der Llanganates, 1476 m. A. LINDNER bei F. v. WOLFF, a. a. O. p. 214.
- II. Hornblendegranit von Syene. Ägypten; SCHEERER. Festschrift 1866, 176, XVII.
- III. Quarzglimmerdiorit. Klausen, Tirol. TELLER und v. JOHN. Jahrb. k. k. geol. R.-A. Wien 1882.
- IV. Granitit, Bobritzsch bei Freiberg in Sachsen. RUBE bei SCHEERER. Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. 14. 1862. 46, XVI.
- V. Lausitzer Granitit. Wiesa bei Kamenz. Sachsen. Bl. 36. SCHEERER, Festschr. 1866, 176, IX.

B. Molekularhundertteile.

| | I. | II. | III. | IV. | V. |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SiO_2 | 76,87 | 77,05 | 76,57 | 77,13 | 76,54 |
| TiO_2 | 0,33 | 0,39 | — | 0,76 | 0,33 |
| Al_2O_3 | 10,01 | 7,80 | 7,12 | 7,18 | 9,54 |
| Fe_2O_3 | — | — | — | — | — |
| FeO | 3,62 | 4,28 | 4,17 | 3,81 | 4,31 |
| MgO | 3,65 | 1,18 | 2,01 | 1,73 | 2,26 |
| CaO | 0,85 | 2,07 | 3,90 | 3,49 | 1,94 |
| Na_2O | 3,28 | 4,77 | 3,98 | 3,02 | 2,17 |
| K_2O | 1,39 | 2,46 | 2,25 | 2,44 | 2,91 |
| MnO | — | — | — | 0,44 | — |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Um Platz und Kosten zu sparen, sind die Gewichtshundertteile der Analysen weggelassen worden.

C. Gruppenwerte.

| | S | A | C | F | T | a | c | f | n | m | k | |
|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------------------------------|
| I. | 77,20 | 4,67 | 0,85 | 7,27 | 4,49 | 7,30 | 1,33 | 11,37 | 7,02 | 8,95 | 2,09 | Albitgneis. |
| | | | | | | | | | | | | 10,60 0,98 8,42 1,21 Ecuador. |
| II. | 77,44 | 7,23 | 0,57 | 6,96 | — | 9,80 | 0,77 | 9,43 | 6,60 | 7,25 | 1,50 | Granit, Syene. |
| III. | 76,57 | 6,23 | 0,89 | 9,19 | — | 7,64 | 1,09 | 11,27 | 6,39 | 6,13 | 1,58 | Diorit, Klausen. |
| IV. | 77,89 | 5,46 | 1,72 | 7,75 | — | 7,31 | 2,30 | 10,37 | 5,53 | 6,32 | 1,76 | Granit, Bobritzsch. |
| V. | 76,87 | 5,08 | 1,94 | 6,57 | 2,52 | 7,48 | 2,85 | 9,67 | 4,27 | 7,72 | 1,88 | Granit, Wiesa. |
| | | | | | | | | | | | | 9,43 2,41 8,16 1,37 |

D. Gesteinsformeln.

| | S | a | c | f | T | |
|------|------|-----|-----|------|------|------------------------------|
| I. | 77,2 | 7 | 1,5 | 11,5 | 4,49 | Chlorit-Glimmer-Albitgneis, |
| | | | | | | Ecuador. |
| II. | 77,4 | 10 | 0,5 | 9,5 | — | Hornblendegranit, Syene. |
| III. | 76,6 | 7,5 | 1 | 11,5 | — | Quarzglimmerdiorit, Klausen. |
| IV. | 77,9 | 7,5 | 2 | 10,5 | — | Granitit, Bobritzsch. |
| V. | 76,9 | 7,5 | 3 | 9,5 | 2,52 | Lausitzer Granitit, Wiesa. |
| | | | | | | 9,5 2,5 8 |

Der Chemismus auch dieses ecuatorianischen Gneises fügt sich ohne jede Schwierigkeit in die Reihe der granit-dioritischen Eruptivgesteine ein. Wenn wir für seine Gesteinsformel in dem OSANN-schen System der Tiefengesteine (a. a. O. p. 464) den Platz suchen, finden wir dort beim Granit in der ersten Vertikalreihe eine vorhergesehene Lücke, deren Stellung aus der folgenden Übersicht erkennbar ist:

| | S | a | c | f | | |
|----|------|------|-----|-----|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| | 77,2 | 10,5 | 1 | 8,5 | Chlorit-Glimmer-Albitgneis. Ecuador, 2. Berechnung | |
| 10 | 77,5 | 10 | 1 | 9 | OSANN, Typus Syene. | |
| | 9 | — | — | — | | |
| | 8 | — | — | — | | |
| | 7 | 77,2 | 7 | 1,5 | 11,5 | Chlorit-Glimmer-Albitgneis, Ecuador, 1. Berechnung |
| | 6 | 68 | 6,5 | 1 | 12,5 | OSANN. Typus Kammgranit. |

Außerdem zeigen die obigen Zusammenstellungen, daß dieser vermeintliche Sedimentgneis, nach v. WOLFF ein metamorpher Sandstein, magmatisch dem Lausitzer Granitit sehr nahesteht, der chemisch schon zum Diorit hinneigt. Auch der Granitit von Bobritzsch gehört chemisch zum Lausitzer, nicht zum sauereren Erzgebirgischen Granittypus. Aus der großen Zahl der vom Lausitzer Granitit vorhandenen Analysen könnten noch mehrere angeführt werden, die diese nahe chemische Verwandtschaft veranschaulichen.

Also die chemische Zusammensetzung auch des Chlorit-Glimmer-Albitgneises der ecuatorianischen Ostkordillere spricht nicht gegen, sondern für ein Eruptivgestein.

3. Der Epidot-Albitgneis der ecuatorianischen Ostkordillere.

v. WOLFF sagt (a. a. O. p. 211) über diesen dritten Gneis: „Der große Wechsel in der Verteilung der Bestandteile und das Auftreten von Karbonatlinsen im Gesteinsgefüge sprechen deutlich für die Paragneisnatur dieser Epidotgneise. ROSENTHAL (Elemente, 1901, p. 497) leitet derartige Epidotgneise von mergeligen Gesteinen her. Diese Deutung mag für die vorliegenden Epidotgneise zutreffen.“

Eine chemische Analyse fehlt bei v. WOLFF für diese Gneisart, weshalb die Erörterungen, die an die beiden ersten Gneise geknüpft wurden, hier unmöglich sind. Aber es möge darauf hingewiesen werden, daß LAITAKARI¹ einige Albitepidotgesteine von Südfinnland, von ihm Helsinkit genannt, chemisch mit einem mittelkörnigen Natronsyenit von Oulainen im westlichen Finnland vergleicht. Daß dieser Helsinkit richtungslos körnige Struktur besitzt, ändert nichts an der Beurteilung. Ein und dasselbe Gestein kann hier massig, dort schiefrig ausgebildet sein.

Wie der III. Geologisch-topographische Teil bei v. WOLFF (a. a. O. p. 288—298) zeigt, finden sich in den von diesem behandelten Gebieten Ecuadors Eruptivgesteine (Granite, Diorite, Gabbros, Diabase, Keratophyre, Porphyrite), Eruptivgneise (Biotitgneis), Sedimentgneise (die drei oben behandelten Arten nach v. WOLFF), Gneisglimmerschiefer, Glimmerschiefer, Phyllite, Tonschiefer räumlich nebeneinander. Über die genauere geologische Lagerung dieser zahlreichen Gebirgsglieder zueinander wissen wir nichts. Aber es ist geologisch und petrographisch offenbar ein Gebiet, wie wir es an zahlreichen Stellen der Erde und auch in Deutschland vielfach in gleicher Ausbildung haben. Erfahrungsgemäß bereiten gerade derartige Verhältnisse der Wissenschaft auch jetzt noch und selbst in geologisch sehr genau bekannten Gebieten ungewöhnliche Schwierigkeiten hinsichtlich der genetischen Deutung der einzelnen Glieder. Die letzten Jahrzehnte haben aber gelehrt, welch ein äußerst wertvolles Hilfsmittel bei dieser Deutung die chemische Zusammensetzung der Gesteine ist.

In meiner Chemischen Petrographie Sachsens werde ich zeigen, daß die zahlreichen Granite, Gneise und der Granulit Sachsens chemisch zwei Gruppen angehören, einer saureren, alkalienreicherem, eisen- und magnesiaärmeren — ich nenne sie den Erzgebirgischen Granittypus — und einer weniger saueren, alkalienärmeren, eisen- und magnesiareicherem Gruppe — ich nenne sie den Lausitzer Granittypus, der sich schon dem Diorit nähert. Dem erzgebirgischen Granittypus gehören mit Ausnahme zweier Vorkommen alle erzgebirgischen Granite, ferner der Muscovitgneis des Erzgebirges, der Granulit und der Mittweidaer Granitit des sächsischen Mittelgebirges an. Der Lausitzer Granittypus enthält den Lausitzer Granitit, den Biotitgneis des Erzgebirges und von den erzgebirgischen Graniten den von Fleyh und den von Naundorf-Bobritzsch. Diese Feststellung liefert zugleich einen wertvollen Beweis für die eruptive Natur des Granulits, des Biotit- und Muscovitgneises Sachsens, um deren Entstehung ein Jahrhundert lang gestritten worden ist.

¹ A. LAITAKARI, Einige Albitepidotgesteine von Südfinnland. Bull. Com. Geol. Nr. 51. Helsingfors 1918. — Bericht darüber in Geol. Zentralbl. 25. 1920. 5. Heft. p. 193. Nr. 682.

Es ist nun merkwürdig, daß von den beiden, durch chemische Analysen belegten Gneisen Ecuadors der eine, der Muscovitgneis, gleich dem erzgebirgischen Muscovitgneis, dem Erzgebirgischen Granittypus, der andere, der Chlorit-Glimmer-Albitgneis, dem Lanzitzer Granittypus entspricht.

Eine zweite wichtige Frage, die sich auch an diese Gneise knüpft, ist: Liegen sie im ursprünglichen Erstarrungszustand vor, oder sind sie so, wie wir sie jetzt sehen, Erzeugnisse einer Metamorphose. Für die Beantwortung dieser Frage hat die Wissenschaft bis jetzt noch kein Mittel gefunden. Die meisten derartigen Entscheidungen sind unbewiesene oder ungenügend bewiesene Annahmen.

Nach v. WOLFF sind die den drei oben behandelten Gneisen zugrunde liegenden Sedimente, Sandsteine verschiedener Art, durch die Dynamometamorphose in kristalline Gesteine, in Gneise umgewandelt worden. Die Zeit, in der v. WOLFF dies schrieb, 1904, stand noch ganz unter dem Bann der von ROSENBLUTH mit allgemeinem Erfolg vertretenen Dynamometamorphose. Hente würde man an deren Stelle für diesen Fall die allgemeine, Regional- oder Tiefenmetamorphose setzen. Die Theorie dieser gegenwärtig herrschenden Metamorphose hat zwar mit Erfolg und überzeugend dargetan, daß derartige Gesteinsumwandlungen unter den physikalischen Bedingungen (Hitze und Druck) einer bestimmten Erdrindentiefe möglich und wahrscheinlich ist. Sie hat aber niemals, weder allgemein noch für die einzelnen Fälle, glaubhaft zu machen versucht, wie denn eigentlich die ehemaligen Sedimente in diese, doch recht beträchtlichen Tiefen hingunter-, und wie sie nach der Umwandlung wieder an die Oberfläche hinangetrieben sind, wo wir sie jetzt in angeblich metamorphosiertem Zustand beobachten. Wenn man für die einzelnen Vorkommen solcher Gesteine derartige Erwägungen anstellt, stößt man doch auf arge Schwierigkeiten, Unwahrscheinlichkeiten, ja Unmöglichkeiten, womit denn für den betreffenden Fall diese Metamorphose fallen gelassen werden muß.

Mir scheint, der Wissenschaft wäre mehr gedient, wenn man nicht so schnell das Register irgend einer Metamorphose zöge zur Erklärung derartiger Gesteine. Die allernächstliegenden Dentungsmöglichkeiten ohne Metamorphose kommen dabei immer noch schlecht weg, bleiben ununtersucht, unausgebaut.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [1921](#)

Autor(en)/Author(s): Bergt Walther

Artikel/Article: [Natur und Entstehung der Gneise der ecuatorianischen Ostkordillere. 161-168](#)