Untersuchungen über die Grünsteine

von

Herrn Dr. **Theodor Petersen.**

I. Allgemeiner Theil.

Zur Einleitung.

Die krystallinischen Massengesteine lassen sich bekanntlich in zwei grosse Gruppen zerlegen, welche nach Bunsen als trachytische und basaltische (pyroxenische) oder kieselsäurereiche (bis beiläufig 76 Proc. Kieselsäure) und kieselsäurearme (bis beiläufig 50 Proc. Kieselsäure) bezeichnet werden. Beide Reihen gehen von den ältesten bis auf die neuesten geologischen Zeitabschnitte in den ungeschichteten Massengesteinen neben einander her, sind auch im Ganzen ziemlich scharf von einander getrennt, so dass daraus auf zwei gesonderte Eruptionsgebiete im Erdinnern zu schliessen Veranlassung gegeben ist. Dieselbe Rolle, welche in jüngerer Zeit der Basalt neben dem Trachyt gespielt hat und in den neuesten Laven noch spielt, denn dieselben zerfallen ja auch in basaltische und trachytische, spielten in den längst vergangenen geologischen Perioden die Grünsteine neben zahlreichen Porphyren, Graniten, Syeniten.

Obgleich in der letzten Zeit manche Arbeit über die basischen Massengesteine, namentlich diejenigen der Basaltfamilie, geliefert worden ist, so muss unsere Kenntniss derselben doch immer noch eine mangelhafte genannt werden. Die überwiegend dichte Beschaffenheit und reiche Mischung dieser Felsarten erschweren natürlich die Untersuchung, erhöhen aber auch das Interesse an dem Studium derselben.

Durch G. Rose's Untersuchungen »über die Gebirgsarten, welche mit dem Namen Grünsteinporphyr bezeichnet werden« *, wurde die Trennung der unter dem allgemeinen Namen Grünstein zusammengefassten Gesteine in amphibolische und pyroxenische zur allgemeinen Anerkennung gebracht. Man unterscheidet demnach die beiden Gruppen:

1) die Hornblendegrünsteine und

2) die augitischen Grünsteine.

Zur Hornblendegruppe gehört der Diorit mit seinen Abarten und Verwandten, deren wesentliche Bestandtheile Hornblende und ein trikliner Alkalifeldspath sind. Zuweilen gesellt sich auch Quarz hinzu, in welchem Falle das Gestein natürlich der trachytischen Reihe näher tritt, sogar in Syenit verlaufen kann, wenn Orthoklas sich einstellt.

Die eigentlichen basischen Massengesteine sind die augitischen Grünsteine. Ein plagioklastischer Alkali- oder Kalkfeldspath ist ihnen gemeinsam, Quarz scheint durchaus zu fehlen. Man kann diese augitischen Felsarten füglich in zwei Abtheilungen zerlegen, in die älteren und jüngeren.

Die ältere, besonders in der Übergangsformation entwickelte Abtheilung, umfasst die Gesteine der Diabasfamilie, zu welcher ich

a) den eigentlichen Diabas,

b) den Melaphyr ** und Augitporphyr, ächten Augit führend und einander ähnlich (der jüngere Melaphyr reicht bis in die mittleren geologischen Zeitabschnitte hinein); ferner jene älteren Felsarten, in denen der Augit durch ein nahe verwandtes Fossil ersetzt ist, nämlich

c) den Hypersthenit, mit eisenreichem, nach Descloizeaux's neueren Untersuchungen rhombisch krystallisirendem Hypersthen und

d) den Gabbro, mit hellerem, eisenärmerem Enstatit, Diallag oder Smaragdit rechne. Alle diese Felsarten wird man füglich „eigentliche Grünsteine“ nennen dürfen.

Zur jüngeren Abtheilung der Augitgesteine gehören diejenigen der Basaltfamilie, Basalt, Dolerit und basaltische Laven, für

* Poggend. Ann. XXXIV, 1.

** Nur die ächten Melaphyre gehören hierher, manche so genannte, Hornblende führende Gesteine aber zum Hornblendeporphyrit.

welche, wie Naumann vorgeschlagen, der Collectivname „Trapp“ erhalten bleiben mag.

Die basischen Massengesteine, und insbesondere die Augit führenden, zeigen im Grossen und Ganzen recht viel Ähnlichkeiten unter einander, ist ja auch ihre durchschnittliche procentische Zusammensetzung ungefähr dieselbe. Die Alkalisilicate sind in den Basaltiten mannichfaltiger entwickelt als in den Diabasiten, in denen der glasige Feldspath, der Nephelin u. a. ja fehlen, dahingegen ist in jenen die Augitsubstanz im Laufe der Zeiten mehr oder weniger verändert, chloritisirt worden. Titanhaltiges Magneteisen (in einzelnen Fällen auch Titaneisen) und in geringer Menge Apatit sind beiden gleich eigenthümlich.

Dass die Grünsteine, also die Diabasite, Melaphyrite und Basaltite eruptive Gebilde im eigentlichen Sinne genannt werden müssen, wird nur wohl von wenigen Geologen angezweifelt. Wer aber wirklich Zweifel hegt, der beaugenscheinige die Überreste von Glasfluss und deren mit ächter Lava übereinstimmende Eigenthümlichkeiten auch bei diesen Gesteinen unter dem Mikroskop, der möge unter Anderem die Weilburger Gegend begehen und sich überzeugen wie der Diabas den Mergel metamorphosirt, er möge die Melaphyrströme im südtirolischen Fassathal auf dem Wege von Moëna nach Predazzo in Augenschein nehmen, er möge zu der Basaltkuppe des Hohen Hagen bei Göttingen wandern, wo mein unvergesslicher Lehrer Hausmann seiner Zeit L. v. Buch zuerst vom Vorkommen des glasigen Feldspathes im Basalt überzeugte, eben welcher Basalt den angrenzenden Buntsandstein in ausgezeichnete Quarzfritte verwandelte, er möge in hiesiger Gegend bei Büdingen am Vogelsberg ähnliche Umwandlungen des Buntsandsteins durch den hervorgebrochenen Basalt oder andere geeignete Lokalitäten, deren es ja so viele gibt, in Augenschein nehmen (ich will hier nur noch der vielerorts von übergeflossenem Basalt in glänzende Pechkohle verwandelten Braunkohlen gedenken) — und er wird höchst wahrscheinlich Plutonist werden, wenigstens in so weit, als die neuere gemässigte Schule plutonistisch ist. Wenn andererseits bei den Basaltiten gerade so gut wie bei den Diabasiten Übergänge in wirklich sedimentäre Gesteine beobachtet werden, so kann uns das nicht irre machen, wenn wir verfolgen, wie nach und nach solche Gesteine (nament-

lich die Diabase in Nassau, am Harz, in Franken etc.) das Material für sedimentäre Schichten lieferten. Ich beginne damit, die neuere Feldspaththeorie einer kurzen Betrachtung zu unterziehen.

Zur Feldspaththeorie.

In Anbetracht, dass alle triklinen Feldspathe Krystallformen zeigen, welche denen des Albits und Anorthits ähnlich sind, vertritt bekanntlich Tschermak seit *1864* die im Wesentlichen schon *1853* von Sartorius v. Waltershausen ausgesprochene Ansicht, die beiden genannten, ähnlich krystallisirten Mineralien seien isomorph und die übrigen sog. Plagioklase Gemische derselben. Andere ausgezeichnete Mineralogen, namentlich Streng, Rammelsberg und v. Rath haben sich mit dieser Anschauungsweise mehr und mehr befreundet, so dass sich dieselbe bereits grosser Anerkennung zu erfreuen hat. Nach dieser Theorie sind nur

Albit $Na_2\ Al\ Si_6\ O_{16}\ \left(\begin{matrix}Na_2 & Al\\ Si_2 & \end{matrix}\right\}\ Si_4\ O_{16}\Big)^*$

Anorthit $Ca\ Al\ Si_2\ O_8\ \left(\begin{matrix}Ca & Al\\ Ca & Al\end{matrix}\right\}\ Si_4\ O_{16}\Big)$

plagioklastische Feldspathspecies, dahingegen Oligoklas, Labradorit und Andesin Mischungen dieser beiden.

Es muss nun sicherlich zugegeben werden, dass ausser den sehr ähnlichen Krystallformen der plagioklastischen Feldspathe (Oligoklas und Labradorit können z. B. nach dem blossen Ansehen nicht unterschieden werden) besonders die bei Natronfeldspathen häufig beobachtete Thatsache des Wachsens der Thonerde neben dem Kalk bei Abnahme der Kieselsäure (was als Isomorphismus von Si_2 und $CaAl$, letzteres gegen Na_2Al, aufgefasst worden ist), das bei Verdoppelung der Formel des Anorthites fast gleiche Spec. Volumen von Albit und Anorthit, so wie die merkwürdige Erscheinung des Nichtbeobachtetseins von natronfreiem Labrador oder kalkfreiem Oligoklas die Theorie wesentlich stützen. Folgendes habe ich indessen gegen dieselbe einzuwenden.

1) Der wohlausgebildete Oligoklas vom Vesuv steht in seinen Winkelverhältnissen dem Anorthit näher wie dem Albit, wenn nach v. Rath und v. Kokscharow sich verhalten bei

* R (Al, Fe . . . .) sechswerthig.

	die Axen	a : b : c =
Albit		0,6366 : 1 : 0,5582
Oligoklas vom Vesuv . .		0,6322 : 1 : 0,5525
Anorthit		0,6347 : 1 : 0,5501

und die, überhaupt gar nicht so wenig verschiedenen schiefen Axenwinkel betragen für

	α	β	γ
Albit	94° 15′	116° 47′	87° 52′
Oligoklas vom Vesuv . .	93 4	116 23	90 4
Anorthit	93 13	115 55	91 12.

2) Kann es uns Wunder nehmen, dass, so schwer ein ganz reiner Feldspath angetroffen wird, wenn wir berücksichtigen, dass die Feldspathsubstanz eine ziemlich angreifbare ist und in den meisten Fällen wohl mehr oder weniger verändert vorliegt. Finden wir doch auch selten einen reinen Orthoklas mit seiner theoretisch nothwendigen SiO_2-Menge ausgestattet. So wird manche Analyse, die auf irgend eine Mischung von Albit und Anorthit bezogen werden kann, doch auch anders gedeutet werden dürfen. Immerhin bleibt die häufige Thatsache des bestimmten proportionalen Wachsens von Ca Al bei Abnahme von Si_2 und die in vielen Fällen mit der Tschermak'schen Theorie übereinstimmende Rechnung sehr beachtenswerth. Manche sorgfältige Analysen von wohl ausgesuchtem Material stimmen jedoch nicht darauf, z. B. die noch neuerlich von v. Rath * ausgeführte Analyse des Plagioklases aus dem Melaphyr vom Monte Mulatto bei Predazzo.

3) Wenn sich nun Anorthit und Albit mischen, so sollte sich doch wohl Orthoklas und Albit noch eher vermischen. Nach Tschermak sind auch alle natronhaltigen Orthoklase und alle kalihaltigen Albite Mischkrystalle. Aber hiergegen lehnt sich entschieden die Beobachtung auf. Albit ist häufig auf dem Orthoklas auskrystallisirt, Albit findet sich nicht selten in kleinen Krystallen eingelagert und lamellar verwachsen mit Orthoklas und umgekehrt, aber die meisten klaren, natronreichen Orthoklase erscheinen bei der mikroskopischen Ansicht homogen und umgekehrt. So musste neuerdings vom Rath **, der sich mehr und mehr zu Tschermak's Theorie bekehrt hat, für den natronreichen Orthoklas

* Pogg. Ann. CXLIV, 242.

** Pogg. Ann. CXLIV, 377.

von Bolton zugestehen, das Natron möchte wohl zur Constitution dieses Feldspathes gehören.

4) Auch die den plagioklastischen Feldspathen eigenthümliche feine Zwillingsstreifung wird nicht überall bemerkt, wo man sie vermuthen sollte. So fand v. Rath * an dem orthoklastischen Feldspath des Syenits von Laurvig in Norwegen bei überwiegendem Natrongehalt keine trikline Zwillingsstreifung, während der Plagioklas aus dem Basalt des Hartenbergs im Siebengebirge bei sehr ansehnlichem Kaligehalte keine Spur von Orthoklaseinmengung, auch keine sog. Perthitstreifen erkennen liess. Der Oligoklas aus dem Basalt des Hartenbergs war übrigens offenbar unrein, da er fast 2 Proc. Eisenoxyd (wohl Eisenoxydul) und Magnesia enthielt, welche mit einem Theile des Kalkes einem beigemengten augitischen Fossil angehört zu haben scheinen. Dennoch stimmt die Rechnung auf Albit und Anorthit. Wenn ich daher auf jene Rechnung und diese Theorie nicht allzuviel halte, so darf mir solches wohl nicht übel genommen werden.

Ein weiteres einschlägiges Beispiel kann ich selbst anführen. Unter der schönen Suite älterer und jüngerer krystallinischer Gesteine, die Herr v. Fritsch von seiner Reise nach den westafrikanischen Inseln mitgebracht hat, befinden sich mehrere, der Diabasfamilie angehörige, die mich besonders interessirten. Eines derselben, gabbroähnlich und von mannichfaltiger Zusammensetzung, dessen genaue mikroskopische Untersuchung Herrn v. Fritsch noch beschäftigt, ist mit bis 1 Centim. langen, weissen, glänzenden, triklinen Feldspathkrystallen (Oligoklas) erfüllt. Dieselben zeigten bei der mikroskopischen Betrachtung des von Herrn v. Fritsch präparirten Dünnschliffs im polarisirten Licht nur stellen- und strichweise die charakteristische Zwillingsstreifung, viel weniger, als ihrem Natrongehalt entspricht (s. u.), dabei ist aber auch kein Orthoklas wahrnehmbar. Mag daher in vielen Fällen die trikline Streifung selbst für die mikroskopische Ansicht zu fein sein oder ganz fehlen, oder eine eigenthümliche Verwachsung stattgefunden haben, wodurch sie dem Auge entzogen wird,

* Pogg. Ann. CXLIV, 256, 378. Für den Orthoklas von Laurvig berechnet sich nach Tschermak's Theorie annähernd 1 Mol. Orthoklas, 3 Mol. Albit, 2 Mol. Anorthit. Demnach ist von Albit und Anorthit nichts zu sehen.

sie ist eben kein untrügliches Hülfsmittel beim Studium der Feldspathkrystalle.

5) Wie kommt es, frage ich weiter, dass Albit und Anorthit in einer grossen Menge, namentlich basischer Massengesteine, weit weniger beobachtet wurden, als Oligoklas und Labradorit? So findet man den Albit wohl hie und da, namentlich auf Klüften in den Grünsteinen, in der Hauptmasse derselben sucht man ihn gewöhnlich vergebens. Dieser Klinoklas ist dagegen oft von jüngerer Bildung, z. B. in metamorphischen Gesteinen, auch auf natronreichen Orthoklasen nicht selten. Mechanische Mischungen von Albit- und Anorthitsubstanz wurden bis jetzt nicht beobachtet. Dennoch fasst Tschermak die Kalknatronfeldspathe als Mischungen einfacher Gewichtstheile auf.

6) Ich will durchaus die Möglichkeit des Isomorphismus von Albit- und Anorthitsubstanz nicht bestreiten, aber ich habe meine besonderen Bedenken dabei. Ohne Anstand denke ich mir z. B. Wasserstoff H durch Silicononyl SiC_3H_{19}, nicht so leicht Si_2 durch CaAl oder Ca_2Al durch Na_2Si_2 ersetzbar.

Warum soll es für die Feldspathe besondere Isomorphiegesetze geben, wenn sie noch so hübsch sind, und selbst Mitscherlich nichts daran auszusetzen fände. Verweilen wir hierbei noch einen Augenblick, um unseren Standpunkt zu klären. Soll man einen wohlausgebildeten, klaren Kalkspathkrystall mit indessen beträchtlichem Magnesiumcarbonat nicht für Kalkspath, sondern für eine Mischung von Kalk- und Bitterspath erklären, wenn schon an demselben Fundorte weit und breit nur ebenso zusammengesetzter Kalkspath angetroffen wird? Wie steht es mit dem Granat, der in wohlausgebildeten, klaren Krystallen bald reicher an Eisenoxydul oder Manganoxydul, bald an Kalk oder Magnesia ist, wobei dann die Farbe die vorwaltenden Bestandtheile documentirt und bei vollständiger Homogenität die Ansicht von Mischkrystallen nicht wohl zulässt. Soll man, um auf den Feldspath zurückzukommen, den merkwürdigen monoklinen Hyalophan des Binnenthals, den ich in einem ausgezeichneten, vollkommen klaren Krystall von der Adularform mit demselben Resultate wie Uhrlaub und Stockar-Escher analysirte, auch für ein Gemische erklären? Ich glaube solches nicht, schreibe vielmehr Hyalophan $RO \cdot AlO_3 \cdot 4SiO_2$ ($R = {}^1/_2Ba + {}^1/_2K_2, Na_2$). Wir

sehen an diesem Beispiel auch, wie ein starker Kaligehalt den Feldspath monoklin macht.

Wir können im Laboratorium mit Leichtigkeit zahlreiche Salze mit mehreren isomorphen Bestandtheilen erhalten; so haben Vohl, Rammelsberg und Weltzien eine grosse Reihe derartiger Sulfate untersucht. Soll man nicht auch auf diese Verbindungen die neue Theorie anwenden und Mischkrystalle annehmen, selbst wenn die Krystalle überaus schön und klar sind und eine eigenthümliche Farbe zeigen? Hier dürfen wir eine solche Annahme indessen absolut nicht machen, da uns nach Weltzien's Versuchen z. B. genau bekannt ist, wie viel Kupfer im rhombischen Zinkvitriol $ZnSO_4 + 7H_2O$ oder im monoklinen Eisenvitriol $FeSO_4 + 7H_2O$ eingeführt werden kann, ohne die betreffende Krystallform und den Wassergehalt zu ändern. Würden hier Krystallgemische vorliegen, so müssten die Wassermengen solches documentiren *. Was ich aber in dem einen Fall nicht annehmen kann, davon sehe ich auch in einem anderen ähnlichen ab.

7) Einige einschlägige Beispiele erlaube ich mir selbst noch vorzubringen.

Oligoklas aus dem Diorit von Hof.

Im Bereich der oberfränkischen Übergangsgebilde kommen ebensowohl amphibolische, als pyroxenische Grünsteine vor, äusserlich einander oft recht ähnlich. Der schöne grobkörnige Diorit vom heiligen Grabe bei Hof ** von 2,723 spec. Gew. besteht

* Man berechne z. B. für 6 von Weltzien angegebene Versuche mit Kupfer- und Eisenvitriol (Ann. d. Chem. u. Pharm. XCI, 295), Schwefelsäure und Wasser, so wird man finden, dass ungefähr gleiche Äquivalente beider Vitriole mit 5 Wasser zusammen in der Form des Eisenvitriols krystallisirten.

** Die von Herrn Senfter ausgeführte Analyse desselben ergab:

Kieselsäure	51,02
Titansäure	Spur
Thonerde	17,43
Eisenoxyd	3,05
Eisenoxydul	5,36
Manganoxydul	Spur
Baryt	Spur
Kalk	5,56
	82,42

der Hauptmasse nach aus Aggregaten eines sehr deutlich gestreiften Feldspaths, der von ächtem Oligoklas nicht zu unterscheiden ist, daneben kommen, wie die direkte Betrachtung und ebenso der Dünnschliff zeigt, langsäulenförmige, dünne, ziemlich zersetzte Hornblendekrystalle und auch einzelne Blätter oder Aggregate von dunkelbraunem Glimmer vor. Apatit ist in sehr dünnen, oft 1,5 Centimeter langen Säulchen in dem Oligoklas eingewachsen, Magneteisen fehlt fast ganz. Auch durch reichlich vorhandenen, in den Dioriten sonst nur spärlich auftretenden Calcit, der sich schon beim Befeuchten mit Salzsäure zu erkennen gibt, ist das Gestein ausgezeichnet.

Der vorliegende Feldspath ist hell, weisslich, homogen und ziemlich frisch, übrigens an den Rändern oft noch etwas frischer und glänzender als in der Mitte. Auch nach langem Kochen mit conc. Salzsäure behält er seine triklinische Streifung. Wohl auserlesene klare, von milchweissen oder dunkleren Partien befreite Stückchen zeigten bei 17° 2,664 spec. Gew. Sie wurden in drei verschiedenen Proben analysirt; 1 von mir selbst, 2 von Herrn R. Senfter und 3 von Herrn L. Belli. Das Resultat war in allen drei Fällen ungefähr dasselbe, mit dem alleinigen Unterschiede, dass die Probe 1, welche mit verdünnter Salzsäure und Sodalösung * in gelinder Wärme behandelt war, am wenigsten Eisenoxydul, Kalk und Magnesia enthielt; vom zweiten Material war durch verdünnte Essigsäure Calcit und Apatit extrahirt worden; die dritte, weniger sorgfältig auserlesene Probe ergab wesentlich mehr Eisenoxydul, Kalk und Magnesia, so dass ich, zumal deren

Übertrag:	82,42
Magnesia	2,66
Natron	5,46
Kali	3,44
Wasser	3,24
Kohlensäure	2,17
Phosphorsäure	0,48
Schwefel	Spur
Chlor	Spur
	99,87.

* Feldspathe, die an und für sich von nicht zu starken Säuren und Alkalien nicht angegriffen werden, vor der Analyse wenigstens mit Essigsäure, besser der Reihe nach mit Salzsäure, Sodalösung und wiederum Salzsäure in gelinder Wärme zu extrahiren, halte ich für sehr nothwendig.

Menge in der ersten Analyse so gut wie Null ist, als bestimmt annehmen muss, die drei Basen gehörten Spuren von anhängender, reiner oder zersetzter Hornblendesubstanz an.

Gefunden wurde:

	1.	2.	Mittel.
Kieselsäure	63,88	63,09	63,49
Thonerde	23,15	23,27	23,21
Eisenoxydul	Spur	0,28	0,28
Magnesia	0,12	Spur	0,12
Kalk	0,06	0,15	0,10
Natron	8,12	8,28	8,20
Kali	3,32	3,45	3,39
Wasser	1,16	1,09	1,12
	99,81.	99,61.	99,91.

Ich habe mich überzeugt, dass durch die Behandlung mit verdünnter Salzsäure oder Essigsäure im Wesentlichen nichts Anderes als die erwähnten beiden, fein im ganzen Gestein versprengten Bestandtheile Calcit und Apatit ausgezogen wurden, ausserdem gingen bei 1 von 1,255 Gramm nur 0,018 Gramm Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxydul, sowie Spuren von Magnesia, Kalk und Alkalien in Lösung — auf alle Fälle liegt also hier kein Kalkfeldspath vor, und wenn der Alkalifeldspath Oligoklas ist, wofür er seinem physikalischen und chemischen Verhalten gemäss gehalten werden muss, so haben wir es eben mit einem kalkfreien Oligoklas zu thun, womit die Mischungstheorie einen bedeutenden Stoss erlitten hätte, da es nach derselben eben keinen kalkfreien Oligoklas geben kann.

Was die geringe Verunreinigung dieses Feldspaths betrifft, so sind offenbar Eisenoxydul, Magnesia und Kalk, wozu ich wohl 0,30 Kieselsäure und 0,10 Thonerde rechnen darf, für Spuren frischer und zersetzter Hornblendesubstanz in Abzug zu bringen. Rechnet man weiter das Wasser auf Kaolin von der Formel $Al_2O_3 . 2SiO_2 + 2H_2O$, wodurch der wahren Zusammensetzung des reinen Feldspaths ohne Zweifel näher gekommen wird, so erübrigt:

		Procentisch.	Sauerstoff.
Kieselsäure . .	59,46	65,38	34,80
Thonerde . . .	19,90	21,87	10,18
Natron	8,20	9,02	2,33
Kali	3,39	3,73	0,64
	90,95.	100,00.	

Das Sauerstoffverhältniss 1 : 3 : 10 erscheint daher für diesen Fall wohl am wahrscheinlichsten. Da aber die meisten Feldspathe uns mehr oder weniger kaolinisirt vorliegen, wovon man sich durch Behandlung mit conc. Schwefelsäure, ja schon mit Ätzkali überzeugen kann, indem dadurch Kaolinsubstanz aufgeschlossen wird, so muss Kieselsäure meistens zu niedrig, Thonerde zu hoch bestimmt werden. Orthoklas und Albit, deren Sauerstoffverhältniss 1 : 3 : 12 Niemand bezweifelt, enthalten gewöhnlich weniger als die erforderliche Menge Kieselsäure bei etwas erhöhter Thonerde. Ebenso ist es bei dem Oligoklas.

Oligoklas aus dem Gneiss von Aschaffenburg.

Wenn überhaupt ganz reine, frische Feldspathkrystalle schwierig zu erhalten sind, so ist diese Schwierigkeit für kalkarme Oligoklase ganz besonders gross. Im Gneiss des Richtplatzes bei Aschaffenburg kommt Oligoklas in tafelförmigen, sehr frischen, weissen, sogar zuweilen ganz klaren, mit deutlicher Zwillingsstreifung ausgestatteten Partien vor. Da derselbe sich auch als wenig kalkhaltig erwies, wurde zur Analyse geschritten. Hie und da waren mit den Feldspathstücken Quarzkörner verwachsen, welche ich sorgfältigst auslas; wenige anhängende Glimmerblättchen waren leicht zu entfernen.

Heisse, selbst conc. Salzsäure ist fast ohne Einwirkung auf diesen wasserfreien Feldspath und dessen Zwillingsstreifung (es wurden nur Spuren ausgezogen); auch conc. Schwefelsäure greift nur schwach an. Spec. Gew. 2,643 bei 17°. Die Analyse ergab:

			Sauerstoff-	Verhältniss.
Kieselsäure . .	65,58 *		34,97	10,36
Thonerde . . .	21,72		10,12	3,00
Kalk	0,77	0,22		
Natron	11,49	2,97	3,30	0,98
Kali	0,65	0,11		
	100,21.			

Das Sauerstoffverhältniss 1 : 3 : 10, dem der vorbesprochene Feldspath nahe kam, welches auch bereits Rammelsberg früher in Erwägung zog, z. B. für den klaren Oligoklas von Bodenmais **,

* Vielleicht eine Kleinigkeit zu hoch, wenn nämlich eine Spur Quarz anhängend geblieben sein sollte.

** Kommt, wie ich an einem schönen Handstück des Herrn F. Hes-

trifft für den vorliegenden Feldspath fast genau zu; es scheint mir überhaupt das richtige für den Oligoklas zu sein.

Oligoklas der Diabase.

Gestützt wird diese meine Ansicht weiter durch die folgende Betrachtung. Nach R. Senfter's Analysen (s. u.) ergeben sich für die von Salzsäure nicht aufschliessbaren klinotomen Alkalifeldspathe von 4 genau untersuchten Diabasiten (3 Nassauischen, 1 Fränkischen) folgende Annäherungswerthe:

	Odersbacherweg.	Lahntunnel.	Gräveneck.	Kupferberg.
Kieselsäure . .	64,04	64,07	62,17	61,47
Thonerde . . .	23,05	23,14	23,89	25,09
Natron	7,49	9,22	7,75	9,31
Kali	4,08	2,22	4,68	2,66
Wasser . . .	1,34	1,35	1,51	1,47.

Bezieht man hier ebenfalls Wasser auf Kaolinsubstanz und berechnet auf 100 Theile, so ergibt sich:

		Sauerstoff.		Sauerstoff.		Sauerstoff.		Sauerstoff.
Kieselsäure	65,92	35,16	65,98	35,19	64,11	34,19	63,26	33,74
Thonerde .	21,27	9,91	21,35	9,95	21,95	10,23	23,35	10,88
Natron . .	8,29	2,14	10,21	2,64	8,69	2,25	10,41	2,69
Kali . . .	4,52	0,77	2,46	0,42	5,52	0,90	2,98	0,51.

Die Sauerstoffmengen verhalten sich also wie:

10,62:3:0,90 10,61:3:0,93 10,03:3:0,93 9,30:3:0,90

im Mittel wie

10,14 : 3 : 0,92.

Zieht man nun in Erwägung, dass der wahrscheinliche Fehler dieser Verhältnisszahlen für das erste und zweite Glied positiv, für das dritte negativ ist (denn ein von Säure unaufgeschlossenes Silicat pflegt von einem aufgeschlossenen auch nach der Behandlung mit Alkali etwas Kieselsäure zurückzuhalten, ein wenig obiger Thonerde gehört ferner ohne Zweifel der durch Rechnung von jenen Feldspathen separirten Augitsubstanz an, die Alkalien werden aber im Gegentheil bei einer sonst regelrecht ausgeführten Silicatanalyse stets etwas zu niedrig gefunden wegen der vielen analytischen Operationen und unvermeidlichen, wenn auch

---

senberg zu sehen Gelegenheit hatte, mit Orthoklas verwachsen, aber scharf davon abgeschnitten vor.

geringen Verluste), so kann das Sauerstoffverhältniss für diesen Feldspathtypus kaum ein anderes sein als

10 : 3 : 1.

Ich wiederhole, die Tschermak'sche Idee mag eine gewisse Zulässigkeit haben, sie erscheint mir indessen von den vorgebrachten Gesichtspunkten aus als mindestens zweifelhaft. Wie ich nicht umhin kann, zahlreiche, wohlcharakterisirte, natronreiche Orthoklase oder kalireiche Albite von homogener Masse nicht für Gemenge, sondern für Einzelkörper zu halten, ebenso bleibt für mich der Oligoklas und bis auf weiteres auch der Labradorit als Species fortbestehen. Der Andesin hingegen scheint nur ein kalkreicher Oligoklas zu sein, was neuerdings v. Rath durch Krystallmessungen bestätigte *. Für die mehrerwähnten Feldspathe, deren wirkliches Molekulargewicht wir erst noch kennen lernen müssen, gelten mir daher folgende Formeln:

Orthoklas.	Oligoklas.	Albit.
$RAlSi_6O_{16}$	$RAlSi_5O_{14}$	$RAlSi_6O_{16}$
($R = K_2, Na_2$)	($R = Na_2, K_2, Ca$)	($R = Na_2, K_2$)
Hyalophan.	**Labradorit.**	**Anorthit.**
$RAlSi_4O_{12}$	$RAlSi_3O_{10}$	$RAlSi_2O_8$
($R = K_2, Ba$)	($R = Ca, Na_2$)	($R = Ca$).

Wie ich mich schon bei früherer Gelegenheit ** ausgesprochen und nach weiteren Erfahrungen nur bekräftigen kann, enthält kein ächter Feldspath schwere Metalle, also namentlich kein Eisen, weder Oxydul noch Oxyd. Auch Magnesia wird in reinen Feldspathen, selbst in Anorthit, dem typischen Kalkfeldspath, nur so spärlich angetroffen, dass man sie für unwesentlich erachten muss. Bei allen Feldspathanalysen bleibt daher wohl zu berücksichtigen, dass

1) das Wasser Kaolinbildung, also Fortführung von Alkalien anzeigt.
2) Eisenoxyde, Magnesia und sehr gewöhnlich auch Kalk, wenigstens ein Theil desselben, nicht als Bestandtheile des Feldspathes anzusehen sind, sondern mehr oder minder fein eingemengten anderen Silicaten, namentlich Augit und Horn-

* Pogg. Ann. CXLIV, 233.
** Verh. der k. k. geol. Reichsanstalt in Wien. *1871.* 89.

blendesubstanz und deren oft kaum gefärbten Zersetzungsproducten angehören.

Wichtigste Gemengtheile der basischen Massengesteine.

Feldspath.

Während in den Hornblendegesteinen so ziemlich alle bekannten Feldspathe, Albit oder Oligoklas indessen vorwiegend constatirt wurden, verursachte die Präcisirung der Feldspathe in den ächten Grünsteinen wegen deren vorzugsweise dichter Beschaffenheit bedeutende Schwierigkeiten.

Die regelmässige Anwesenheit eines klinotomen Alkalifeldspaths in den Diabasen ist lange bezweifelt worden. G. Rose und neuerdings Liebe traten bereits für Oligoklas in die Schranken; nach meinen und R. Senfter's Untersuchungen ist Oligoklas regelmässig und in recht ansehnlicher Menge in den Diabasen vorhanden, wogegen Kalkfeldspath bedeutend zurücktritt, häufig wohl auch gänzlich fehlt, während man ihn früher im Gegentheil für einen sehr wichtigen Bestandtheil der Diabasite ansah.

In den jüngeren Grünsteinen, also namentlich den Basaltiten, scheint der Oligoklas spärlicher als Labradorit vertreten, doch auch hier wohl meistens vorhanden zu sein. An Stelle des Oligoklas hat sich nunmehr Orthoklas, beziehungsweise Sanidin, auch wohl kalireicher Nephelin und Leucit eingestellt. Es gibt Basalte, in denen nur die letzteren vorhanden sind. Ächter Albit und Anorthit wurde in den Grünsteinen wenig beobachtet. Dass auch in den sehr basischen Massengesteinen neben den basischeren Silicaten von Kalk, Magnesia und Eisenoxydul beträchtlich saurere Feldspathe angetroffen werden, kann nicht auffallend erscheinen, wenn berücksichtigt wird, dass die starken Basen Kali und Natron auch eine grössere Menge von Kieselsäure zu sättigen im Stande sind.

Zu bemerken erübrigt noch, dass Zeolithe, in der Regel wohl von jüngerer Bildung in allen Grünsteinen, namentlich den Basaltiten verbreitet sind; die nähere Constatirung derselben bietet in den dichten Gesteinen indessen bedeutende Schwierigkeiten *.

* Es sei mir an dieser Stelle eine Bemerkung bezüglich des früher von mir untersuchten Basaltes von Rossdorf bei Darmstadt (N. Jahrb. f.

Augit und Hornblende.

Es kann nicht meine Absicht sein, an diesem Orte über diese hochinteressanten Mineralien und deren zahlreiche Verwandte, über welche wir überdiess zahlreichen Forschern, namentlich Rammelsberg und neuerdings Tschermak * ausgezeichnete Arbeiten verdanken, mich des Näheren auszulassen. Die Constitution dieser Körper ist immer noch nicht gehörig aufgeklärt (wozu die Schwierigkeit, selbige rein aus den Gesteinen auszulesen, nicht wenig beiträgt), namentlich nicht die Rolle, welche Thonerde und Eisenoxyd darin spielen. Die meisten Analysen harmoniren in beiden genügend mit der Bisilicatformel, so dass man dieselbe bis auf weiteres wohl beibehalten darf, um so mehr, wenn man berücksichtigt, dass gefundenes Eisenoxyd wohl oftmals auf anhängende Magneteisenpartikeln zu beziehen ist, wodurch ein etwaiger Basenüberschuss ebenfalls herabgemildert wird. Rammelsberg sieht RO_3 (Thonerde und Eisenoxyd) in Augiten und Hornblenden als isomorph mit $RSiO_3$ an. Obgleich nun diese Erklärungsweise, ähnlich derjenigen für das Titaneisen, manches für sich hat, erscheint sie mir aus den angeführten Gründen und weil der Isomorphismus von RSi und R als noch zu wenig feststehend erachtet werden muss, doch zum mindesten verfrüht. Was den ächten Augit anbelangt, der uns in diesen Blättern vornehmlich interessirt, so zeigt derselbe in den ältesten und jüngsten Grünsteinen durchweg ziemlich dieselbe Zusammensetzung; die Menge des Kalkes ist ganz allgemein ungefähr gleich derjenigen von Magnesia plus Eisenoxydul.

Augit und Hornblende treten zuweilen in Gemeinschaft auf, dann ist das Gestein aber doch in der Regel ein vorwaltend augitisches, wie der Hornblendeführende Basalt. Ob in manchen dichten Melaphyren auch Hornblende vorkommt, ist noch nicht entschieden.

Miner. *1869*, 32) gestattet. Bei Besprechung desselben sagt Roth in seinen Beiträgen zur Petrographie *1869*. 183, die von mir angeführten 46,36% Feldspathsubstanz hätten nicht die Zusammensetzung eines Feldspaths. Freilich nicht. Es wird aber ausdrücklich von mir hervorgehoben, dass Zeolithsubstanz darin inbegriffen sei; ich bezog nämlich jene 46,36% auf die Restbestandtheile des Gesteins nach Abzug der für Augit, Olivin, Titanmagneteisen, Apatit und Calcit ermittelten Annäherungswerthe.

* Mineralog. Mittheil. *1871*. 17.

Chlorit.

Über die Mineralien der Chloritfamilie herrscht noch grosses Dunkel, welches auch so leicht nicht gehoben werden wird, da wir es hier namentlich mit Umwandlungsproducten augitischer Fossilien zu thun haben, welche in ihrer Bildung bald mehr, bald weniger vorangeschritten und dazu gewöhnlich schwer rein zu bekommen sind. Der Delessit, Grengesit, Epichlorit, Metachlorit, Aphrosiderit, Pikrolith, auch der Kämmererit und Pennin mit ihren Varietäten sind wohl nur mehr oder weniger reine Repräsentanten einer und derselben Substanz, was auch im Wesentlichen Kenngott's Ansicht ist. Der nach v. Kokscharow monokline Klinochlor scheint übrigens von dem hexagonalen Chlorit verschieden zu sein. Die Rammelsberg'sche Formel $2\dot{R}_3\ddot{S}i + \ddot{A}l\ddot{S}i + 4\dot{H} = \overset{II}{R}_6\overset{VI}{R}Si_3O_{15} + 4H_2O$ drückt die mittlere Zusammensetzung der Chlorite am besten aus. In den Diabasen ist eisenreicher Chlorit ein fast regelmässiger Gemengtheil, nicht selten der Augit ganz in solchen übergeführt. Fein vertheiltes Magneteisen hängt demselben hier gewöhnlich in reichlicher Menge an.

Magnet- und Titaneisen.

Magneteisen ist ein regelmässiger Gemengtheil der basischen Massengesteine älterer und neuerer Zeiten, namentlich der augitischen Gesteine, während es in den Hornblende-führenden sparsamer vorzukommen pflegt. In sehr vielen Fällen ist es offenbar Zersetzungsprodukt der eisenreichen Pyroxenfossilien, überhaupt sehr häufig jüngerer Bildung. So kommt Magnetit nicht nur auf das Innigste mit Chlorit verwachsen und dem Augit eingestreut, sondern auch nicht selten in feinen Rissen und Sprüngen im Feldspath vor.

In der Regel enthält der Magnetit Titansäure. In den Doleriten ist nett ausgebildetes Titaneisen ganz gewöhnlich *, aber auch in älteren Grünsteinen wird man es bei fleissigem Beob-

* Nach Sandberger unterscheidet sich der Dolerit (und Anamesit) dadurch von den Feldspathbasalten, dass nur in jenem sehr schwach magnetisches rhomboëdrisches Titaneisen bei völlig zurücktretendem oder selbst fehlendem Magnetit regelmässig vorhanden ist. Jahrb. *1870*, 205.

achten gewiss häufiger finden. Im Diabas des Lahntunnels bei Weilburg kann es recht gut beobachtet werden.

Die Titaneisen zeigen bekanntlich sehr verschiedene Zusammensetzung, der reine Typus wird sogar ziemlich selten gefunden. Wenn man aber berücksichtigt, dass Eisenglanz damit isomorph, überdiess $FeTiO_3$ und Fe_2O_3 gleichwerthig sind, so wird die schon von Mosander aufgestellte, später auch von Rammelsberg adoptirte Annahme, das Titaneisen sei $FeTiO_3 + xFe_2O_3$ wohl plausibel *. Die Titansäure kommt in den basischen Massengesteinen also wohl in erster Linie als Titaneisen vor, hie und da vielleicht auch isolirt, wie in der That Kosmann** neuerdings sie als Brookit in einem Hyperit beobachtet haben will. Ein geringer Titansäure-Gehalt ist manchen Augiten eigenthümlich, die Feldspathe sind, wie ich mich häufig überzeugte, frei davon. Titanit, ein verhältnissmässig saures Mineral, dürfte in den basischen Massengesteinen, in denen die Titansäure am liebsten mit dem reichlich vorhandenen Eisenoxydul zusammentritt, zu grossen Seltenheiten gehören. Die Titansäure ist verbreiteter als man glauben möchte. Ich fand sie in erheblicher Menge auch in vielen metamorphischen Schiefern und zwar gerade in solchen, welche zu gewissen Grünsteinen in nächster Beziehung stehen. Da sie in den Graniten, Porphyren u. s. f. viel weniger vorkommt, so gibt ihre bemerkbare Anwesenheit auch für ihre Abstammung einen Fingerzeig. Die grünen Schiefer der Alpen sind sehr ge-

* Ich untersuchte kürzlich das Titaneisen des Dolerits von Heubach bei Brückenau, welches in bis zollgrossen, aber sehr dünnen, daher beim Zerschlagen der Handstücke leicht zerspringenden Tafeln jenem Gestein angehört, hie und da durch einen gelblichen, titansäurehaltigen Überzug zeigt. Die Analyse solcher ausgelesenen Krystalle von 4,70 spec. Gew., welche ein braunschwarzes Pulver lieferten, ergab ungefähr die Zusammensetzung des sogenannten Ilmenits $6FeTiO_3 + Fe_2O_3$. Herr Professor Sandberger, der gegenwärtig die Rhönbasaltite näher studirt, wird darauf zurückkommen. Titaneisen wird bekanntlich von Salzsäure sehr schwer angegriffen. Bei Zusatz von etwas wässeriger Flusssäure löst es sich mit grösster Leichtigkeit; das Eisenoxyd kann dann sofort titrirt werden. Fällt man nach Vertreibung der Flusssäure und Oxydation des Eisenoxyduls mit Ammoniak, filtrirt, glüht und wägt, so resultirt auch aus der Gewichtszunahme nach Ermittelung der in ammoniakalische Lösung gegangenen Stoffe, namentlich der Magnesia, die Menge des Eisenoxyduls.

** Jahrb. *1871*, 501.

wöhnlich in Verbindung mit Titansäure-führenden Hornblendeschiefern gelagert.

Apatit.

Seitdem ich darauf aufmerksam machte *, dass die Phosphorsäure in Form von Apatit ein viel häufigerer Bestandtheil gewisser Massengesteine sei, als seither bekannt war, habe ich diesem Gegenstand noch mehr Aufmerksamkeit geschenkt und darf nunmehr getrost den Satz vertheidigen, dass Apatit, oftmals bis zu mehreren Procenten, ein regelmässiger, nur selten fehlender Gemengtheil der basischen Massengesteine, aber auch in anderen plutonischen Gesteinen, namentlich Trachyten und Laven recht verbreitet ist.

In Dünnschliffen stellt sich der Apatit unter dem Mikroskop ebensowohl in kürzeren sechsseitigen Säulen oder Tafeln, als in langen, feinen Nadeln dar, welche andere Gesteinsbestandtheile, namentlich Augit, selbst Feldspath häufig spiessen, ein Beweis, dass Apatit vorzugsweise zu den älteren und ursprünglichen Gesteinsbestandtheilen gerechnet werden muss. Besonders schön nehmen sich die immer sehr hellen, weissen, sechsseitigen Apatitdurchschnitte in den dunklen Augiten aus.

Serpentinbildung.

Die Grünsteine sind nicht selten serpentinisirt. Der deutlich geschichtete, oder wenigstens plattenförmige Absonderungen zeigende Serpentin wird vielerorts im Bereiche der krystallinischen Gesteine angetroffen, so in Gesellschaft von Gneiss, Granit, Granulit, Olivinfels, Diorit, Gabbro, Diabas, auch von Glimmer-, Talk- und Chloritschiefer, überall aber bei einem ansehnlichen Magnesiagehalte seiner nächsten Genossen. Es muss daher der Kieselsäure und der Magnesia eine ganz besondere Neigung zugesprochen werden, sich zu einer serpentinischen Masse zu vereinigen. Gerade so wie innige Verknüpfungen von Diorit und Granulit mit Serpentin mehrfach zu registriren sind, ebenso wurde der Serpentin ganz besonders in der Nachbarschaft und in engster Verknüpfung mit Diabas, Hypersthenit und Gabbro nachgewiesen. In den Diabas-reichen Bezirken des rechtsrheinischen Schichten-

* Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanstalt. *1868*, 344.

systems wird der Serpentin ebenfalls nicht selten gefunden, namentlich am Westerwald. Bei Nanzenbach, im Weilburger Tunnel und bei Merkenbach unweit Herborn ist der Diabas bei directer Berührung mit Cypridinenschiefer nach Sandberger* in Serpentin umgewandelt.

Die Grünsteine als Muttergesteine vieler nutzbaren Mineralien und Erze.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, an diesem Orte über die Natur, das Vorkommen und die Verbreitung von bauwürdigen Erzablagerungen in den verschiedenen Grünsteinen zu reden und die, namentlich in der Übergangsformation mit denselben auftretenden wichtigen Eisen-, Kupfer- und andere Erze zu besprechen. Dahingegen habe ich noch einen Augenblick zu verweilen bei den metallischen Stoffen und dem Apatit dieser Gesteine und deren Beziehung zu zahlreichen Erzablagerungen auf secundärer Lagerstätte, welche Verhältnisse mich vorzugsweise dem Studium der Grünsteine zugeführt haben.

Bei der Untersuchung der Erzlager auf den barytischen Gängen von Wittichen in Baden waren Sandberger und ich zu dem Resultat gekommen**, dass dieselben ihr Dasein vornehmlich den, dieselben metallischen Stoffe, als Nickel, Kobalt, Arsen, Wismuth, Silber führenden, in der Gegend sehr verbreiteten Hornblendeschiefern zu verdanken haben. Auch von anderen Orten, z. B. von Annaberg, ist es bekannt, dass Erzgänge sich nach der Richtung von Hornblendeschiefern richten. Es hat diesem Gegenstande namentlich Breithaupt in seiner Paragenesis der Mineralien gebührende Aufmerksamkeit gewidmet.

Besonderes Interesse bieten in dieser Beziehung die nassauischen Diabase, welche ich vor einiger Zeit als das Muttergestein vielfacher Erzablagerungen ***, namentlich auch des Phosphorits, ansprach, nachdem bereits früher F. Sandberger † und C. Koch ††

---

* Rheinisches Schichtensystem. S. 524.

** S. hierüber versch. Mitth. im N. Jahrb. f. Min. u. in Pogg. Ann. *1868* u. *1869*.

*** Verh. der k. k. geol. Reichsanstalt. *1869*, 236.

† Jahrb. des Ver. f. Naturk. im Herzogth. Nassau. 8. Heft, *1852*. S. auch Rhein. Schichtensystem.

†† Ebendaselbst, 13. Heft. *1858*.

auf deren hohe Bedeutung für die nassauischen Rotheisensteine und Kupfererze aufmerksam gemacht hatten. Meine damals entwickelte Ansicht kann ich heute nur weiter bestätigen, nachdem ich mich von der grossen Verbreitung der betreffenden Stoffe noch mehr überzeugt habe. Kommen die Erzmittel auch gewöhnlich in jenen Gesteinen nur in geringer Menge vor, so müssen doch ansehnliche Massen in Circulation gekommen sein, wenn man aus der grossen Anhäufung diabasischer Trümmergesteine auf die Thätigkeit eines vielbewegten warmen Meeres in jenen, an Gesteinsausbrüchen reichen Zeiten einen Schluss ziehen darf. Der Erzreichthum des gesegneten Nassauer Ländchens muss eben vorzugsweise in den Diabasausbrüchen gesucht werden.

Von besonderer Wichtigkeit sind in Nassau neuerdings die Phosphoritvorkommnisse geworden. Dass die Phosphorsäure derselben auf den Diabas zurückzuführen, welcher überall reich an Apatit ist, lässt sich an manchen Schalsteinablagerungen mit Phosphorsäureanreicherungen recht schön verfolgen. In dem verwitterten grobkörnigen Diabas vom Schiesshaus bei Weilburg fand ich dagegen nur mehr Spuren von Phosphorsäure.

Die Hypersthenite und Melaphyre führen ebenfalls regelmässig Phosphorsäure, beziehungsweise Apatit; in nicht minder erheblicher Menge wie bei den Diabasiten ist solches weiter bei den Basaltiten der Fall. So leite ich auch den sogenannten Osteolith der Wetterau auf die dorten Phosphorsäure-reichen Basaltgesteine zurück. In den diabasischen und basaltischen Gesteinen finden sich überhaupt Phosphate in Adern, Nestern und Lagern verhältnissmässig häufig.

Aus der gründlichen Zersetzung mächtiger Diabasmassen erklären sich nach meinem Dafürhalten auch am besten die häufig Manganerze führenden dolomitischen Stringocephalenkalke, sowie die mächtigen Rotheisensteinlager und Kupfererzgänge der Schalsteindistricte in der Lahn- und Dillgegend. Interessant ist die an jenen Rotheisensteinen von Sandberger mehrfach beobachtete Umwandlung in Magneteisen. Ich untersuchte kürzlich das, ein ansehnliches Lager im Schalstein bildende Magneteisen von der Grube Stilling bei Nanzenbach und fand durch dessen Ana-

lyse * die Abstammung aus einem kieselichen Rotheisenstein bestätigt; dazu erschien der deutliche Nachweis von Zink besonders bemerkenswerth. Die Kupfererzgänge im Dillenburgischen sind in der Nähe des Diabases am reichsten, und eben solche Erze den Diabasmandelsteinen und Schalsteinen eigenthümlich. Die ebendort brechenden Speiskobalt und Kupfernickel entstammen offenbar dem Diabase, und die erzreichen Kupferschiefer Oberhessens sind wohl ebenfalls Diabasabkömmlinge. Auch die wichtigen Eisensteinlager der Übergangsformation am Harz und an anderen Orten sind an auftretende Diabasite geknüpft. Die kleinen, insbesondere die metallischen Gemengtheile der krystallinischen Massengesteine verdienen unsere hohe Beachtung weit mehr, als sie seither gefunden haben.

Es wird nun in Nassau an verschiedenen Orten, mehrfach dem Schalstein eingelagert, neben Diabasen und Phosphorit, mit denselben sogar in Contact, ein ausgezeichneter, wie jene Diabasite der paläozoischen Periode angehöriger, jedoch noch etwas älterer Felsitporphyr** von dichter, weisslich-grauer, bis nelken-

---

* Dieser dichte, derbe, bräunlich-schwarze Magnetit enthält:

Eisenoxyd	64,56
Chromoxyd . . .	geringe Spur
Eisenoxydul . . .	21,98
Manganoxydul . .	0,50
Nickeloxydul . . .	
Kobaltoxydul . . .	
Zinkoxyd	
Magnesia	0,71
Kieselsäure . . .	6,30
Titansäure . . .	Spur
Wasser	5,35
	99,40.

Das bräunlich-grauschwarze Pulver zeigt in diesem wie in ähnlichen Fällen das Vorhandensein von Brauneisenstein an.

** Der Felsitporphyr von Altendiez von nelkenbrauner Farbe und dichter felsitischer Grundmasse, aus Orthoklas, welcher auch in Zwillingen eingewachsen vorkommt, etwas triklinem Feldspath, wenigen grünen Hornblendekrystallen und ziemlich vielem titanhaltigem Magneteisen bestehend, hie und da mit eingesprengtem, theilweise zu Malachit umgewandeltem Kupferkies versehen, mit Säure nicht aufbrausend, von 2,789 spec. Gew. bei 16° ergab bei der Analyse durch R. Senfter:

brauner, feldsteinartiger Grundmasse, in welcher Feldspathkrystalle leistenförmig, oder in grossen, weissen Individuen eingewachsen liegen, in ansehnlicher Verbreitung angetroffen. Ich fand in diesen Gesteinen von verschiedenen Localitäten bei wiederholter Untersuchung nur sehr wenig oder gar keine Phosphorsäure, und von schweren Metallen war, vom Eisen und wenig Mangan abgesehen, nur hie und da Kupfer bemerkenswerth. Also dürfen jene Porphyre wohl nicht als wesentliche Quellen nassauischer Erzablagerungen angesehen werden.

Methode der chemischen Untersuchung.

Der bei Gesteinanalysen einzuschlagende Gang der chemischen Untersuchung wird zweckmässig in den folgenden Theilen vorgenommen, nachdem Gesteinstücke von möglichst gleichmässiger Beschaffenheit zwischen glattem Papier oder Leinwand so weit als möglich zerkleinert, wobei der Stahlmörser, wenn irgend thunlich, ganz zu vermeiden ist, in einer innen vollständig glatten Achatreibschale zu einem unfühlbar feinen Pulver verrieben und bei 100° bis zum constanten Gewicht ausgetrocknet worden sind.

1) Aufschliessung mit Soda zur Bestimmung der Kieselsäure und aller Metalle mit Ausnahme der Alkalien. Die gewogene Kieselsäure wird mit reiner Flusssäure abgeraucht und der etwaige

---

Kieselsäure	68,54
Titansäure	1,36
Thonerde	9,49
Eisenoxyd	8,60
Eisenoxydul	3,23
Manganoxydul	Spur
Kupfer	Spur
Kalk	0,54
Magnesia	0,42
Natron	3,14
Kali	5,11
Wasser	0,30
Phosphorsäure	Spur
Chlor	Spur
	100,73.

Den Phosphorsäuregehalt bestimmte ich früher zu 0,026 Proc.

Rückstand in Anrechnung gebracht. Aus diesem Rückstande, der gewöhnlich im Wesentlichen aus eisenhaltiger Titansäure besteht, bringt man nach Abscheidung der Titansäure das Eisen und etwaige Thonerde in Lösung und hierauf zu dem Übrigen. Eisenoxyd und Thonerde werden, wenn nur Spuren von Mangan anwesend, mit kohlensäurefreiem Ammoniak, sonst mit Baryumcarbonat oder Ammoniumacetat * gefällt, und ersteres durch Titration mit Chamäleonlösung bestimmt, der Niederschlag von Eisenoxyd und Thonerde immer noch einmal gelöst und mit Ammoniumacetat wieder gefällt, um etwa mitgefällte Magnesia und Kalk zu entfernen, auch auf Phosphorsäure, Titansäure und etwa vorhandene Kieselsäure untersucht, von welcher sich bekanntlich geringe Mengen der ersten Abscheidung zu entziehen pflegen. Der Kalk wird als Calciumoxalat heiss gefällt, nach mehrstündigem Stehen filtrirt und als Calciumsulfat, die Magnesia wie gewöhnlich als Magnesiumpyrophosphat gewogen. Beim Fällen des Mangans (Kobalts, Nickels und Zinks) bediene man sich des ammoniakfreien Einfach-Schwefelammoniums und vermeide den zur völligen Fällung nicht dienlichen Überschuss von Salmiak und Ammoniak in der zu fällenden Lösung **. Über die Trennung und Bestimmung der genannten vier Metalle habe ich mich an anderem Orte näher ausgesprochen ***. Bei nur sehr geringem Niederschlage röste man ab, glühe mehrmals mit etwas Ammoniumcarbonat, wäge und untersuche weiter vor dem Löthrohre.

2) Aufschliessung mit wässeriger rauchender Flusssäure bei Gegenwart von Schwefelsäure zur Bestimmung der Alkalien, wobei die Titansäure und die übrigen Metalloxyde zur Controle noch einmal bestimmt werden mögen. Die hierzu verwandte Flusssäure muss durch Rectification käuflicher Säure in einer Platinretorte erhalten werden, da die für rein ausgegebene käufliche, in Gutta-Percha-Flaschen versendete Flusssäure stets unrein, na-

---

* Die schwach salzsaure Lösung wird bis zur beginnenden Ausfällung ammoniakalisch gemacht, mit einer genügenden Menge Essigsäure versetzt, mit Ammoniak wiederum abgestumpft und mit Essigsäure oben angesäuert, längere Zeit gekocht und lauwarm filtrirt; das Filtrat ist weiter einzukochen und ein allenfallsiger kleiner Niederschlag besonders abzufiltriren.

** Classen. Zeitschrift f. analyt. Chem. *1869*, S. 370.

*** Pogg. Ann. CXXXVII, 385.

mentlich eisenhaltig ist. Die Alkalien führt man zweckmässig nach Abscheidung der Magnesia durch Barythydrat und Entfernung des Barytüberschusses mit Ammoniumcarbonat, wobei mehrmals zu verdampfen ist, in Chloralkalien über und trennt vermittelst Platinchlorid. Nach dem Aufschliessen des Gesteinspulvers mit Flusssäure wird die Masse schwach geglüht, dadurch die Titansäure unlöslich gemacht, mit heisser Salzsäure wiederholt ausgezogen und die rückständige Titansäure schliesslich noch durch Verschmelzen mit Kaliumdisulfat gereinigt. Wenn die Titansäure noch etwas eisenhaltig sein sollte, mag sie vor der letzten Behandlung mit Salzsäure im Schwefelwasserstoffstrom schwach geglüht werden. Zur vollständigen Abscheidung desselben aus der Kaliumdisulfatschmelze habe ich nicht nur starkes und wiederholtes Einkochen, sondern auch Zusatz von einigen Tropfen Salpetersäure vor dem neuen Wasserzusatz zweckmässig gefunden. Man prüfe die Titansäure auch noch spectroskopisch, und wird darin oftmals namentlich eine Spur Baryt entdecken.

3) Aufschliessung mit conc. Flusssäure und Schwefelsäure zum Zwecke der Eisenoxydulbestimmung. Die Substanz wird nach einer früher von mir* angegebenen Methode in einem Kolben von eisenfreiem Glase mit conc. Schwefelsäure und rauchender wässeriger Flusssäure erwärmt, nachdem durch ein Stückchen Marmor und wenig Schwefelsäure die im Kolben befindliche Luft durch Kohlensäure verdrängt worden. In kürzester Zeit ist das Silicat zerlegt, worauf mit kaltem Wasser verdünnt und das Eisenoxydul mit Chamäleonlösung titrirt wird. Die auf diese Weise gewonnenen Resultate zeigen gute Übereinstimmung.

4) Wasser und Kohlensäure. Die Bestimmung des Wassers darf nicht durch Glühen des Gesteinspulvers geschehen, da der Gehalt an Kohlensäure und das Vorhandensein von Eisenoxydulverbindungen die Resultate unrichtig machen würden. Man setze vielmehr eine nicht zu geringe Menge des getrockneten Gesteinspulvers in einem Verbrennungsrohre heftiger Glühhitze aus und fange das Wasser in einem gewogenen Chlorcalciumrohre auf, während man die Kohlensäure durch Barytwasser oder bei grösserer Menge im Liebig'schen Kugelapparate durch Kalilauge ab-

* Jahrb. *1869*, 32.

sorbiren lässt. Im ersteren Falle wird das gebildete Baryumcarbonat nach dem Aufkochen der Flüssigkeit schnell auf's Filter gebracht, in Sulfat verwandelt, als solches gewogen und die dem gefundenen Baryumsulfat äquivalente Menge Kohlensäure durch Rechnung gefunden. Das geglühte Gesteinspulver bedarf nach beendeter Operation einer Prüfung mit Säure auf noch etwa rückständige Kohlensäure; im Falle eines Aufbrausens muss die Kohlensäure in einer neuen Portion, eventuell durch Austreiben mit Schwefelsäure im Will-Fresenius'schen Apparate bestimmt werden.

5) Bestimmung und Analyse des in conc. Salzsäure unlöslichen Theiles. Man behandele auf dem Wasserbade ein bis zwei Tage hindurch, bis keine bemerkbare Veränderung mehr eintritt, mit conc. Salzsäure, verdampfe zur Trockne, nehme in verdünnter Salzsäure auf, filtrire ab, extrahire mit Kalilauge, darauf mit Salzsäure und analysire den gehörig ausgesüssten, bei 110 bis 120° getrockneten Rückstand. Demselben beigemengte, dem aufgeschlossenen Theil zugehörige Titansäure wird in Abzug gebracht.

6) Phosphorsäure, Chlor, Schwefel, Arsen, Quarz und kleine metallische Beimengungen. Mehrere Gramm Gesteinspulver werden mit rauchender Salpetersäure behandelt, um die Kiese zu oxydiren, darauf mit Wasser verdünnt, im Wasserbade allmälich ausgetrocknet, in verdünnter Salpetersäure wieder aufgenommen und das Unlösliche abfiltrirt. In der Lösung fällt man die Schwefelsäure durch Chlorbaryum. Nach Beseitigung des überschüssigen Baryts mit Schwefelsäure wird längere Zeit und unter mehrmaligem gelinden Erwärmen mit Schwefelwasserstoff behandelt, um dadurch in saurer Lösung fällbare, etwa vorhandene schwere Metalle und Arsen niederzuschlagen. Nach Abscheidung des Schwefels kann nun die Phosphorsäure durch Ammonium-Molybdat gefällt und als Magnesiumpyrophosphat gewogen werden.

Ist Chlor in mehr wie Spuren vorhanden, so kann solches, wenn, wie gewöhnlich leicht ausziehbar, in einem mit verdünnter Schwefel- oder Essigsäure (worin Apatit löslich) bereiteten Auszuge durch Silberlösung ermittelt werden. Sollte es in grösserer Menge oder fester gebunden anwesend sein, kann auch, wie es Carius für organische Körper einführte, im zugeschmol-

zenen Glasrohr mit Salpetersäure erhitzt, das Rohr in etwas Natriumsulfit enthaltenden Wasser geöffnet und wie gewöhnlich weiter bestimmt werden. Um geringe Mengen von Fluor aufzufinden, behandle man eine ansehnliche Quantität Gesteinspulver mit conc. Schwefelsäure.

Zur Nachweisung von Schwefelsäure in dem Gestein kocht man mit Wasser aus, dem einige Tropfen Essigsäure zugesetzt sind und versetzt die filtrirte Lösung mit Chlorbaryum. Um vorhandenen Quarz zu ermitteln, habe ich die von Müller * angegebene Methode des Erhitzens mit Phosphorsäurehydrat, wovon der Quarz unter 300° kaum angegriffen, alle andern Silicate aber allmälich aufgeschlossen werden, mehrfach als befriedigend befunden.

Bezüglich der Kiese mag an dieser Stelle bemerkt sein, dass von mässig concentrirter heisser Salzsäure der Magnetkies leicht unter Schwefelwasserstoffentwickelung gelöst wird, Eisenkies und Kupferkies aber der Einwirkung genannter Säure lange widerstehen, so dass nach diesem Princip bei nicht zu kleinen Mengen eine Trennung namentlich von Eisen- und Magnetkies ermöglicht wird.

Betreffs der Nachweisung von nur in Spuren vorhandenen Metallen endlich noch Folgendes. Kobalt und Nickel lassen sich vor dem Löthrohre in den betreffenden Schwefelammoniumfällungen nachweisen. Die Nachweisung von sehr wenig Chrom geschieht, wie ich früher angab **, leicht, indem man eine dasselbe enthaltende Eisenoxyd- und Thonerdefällung mit Ätzkali und Chamäleonlösung bis zur deutlich grünen Färbung versetzt und nach dem gelinden Erwärmen filtrirt. Nach dem Ansäuern des Filtrats mit Essigsäure und Versetzen mit Bleiacetat lässt die geringste gelbe Färbung, Trübung oder solcher Niederschlag Bleichromat erkennen, vor dem Löthrohre auf Chrom reagirend, bei grösseren Mengen daraus zu bestimmen.

---

* Journ. f. pr. Chem. 98, 14.

** Jahrb. *1869*, 32.

Nach diesen allgemeinen Entwickelungen wird zuerst Herr R. Senfter die von mir schon vor längerer Zeit begonnenen, von ihm fortgesetzten Arbeiten über den Diabas vortragen. Mein verehrter Freund, Professor Sandberger, hat dazu eine Reihe von mikroskopischen Schliffbeobachtungen gütigst zur Verfügung gestellt. In der Folge gedenke ich mich sodann mit den dem Diabas nahestehenden Grünsteinen, namentlich dem Melaphyr, dem Hypersthenit und Gabbro zu beschäftigen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1872

Band/Volume: 1872

Autor(en)/Author(s): Petersen Theodor

Artikel/Article: Untersuchungen über die Grünsteine 573-599