

Die Feldspathpseudomorphosen der Wilhelmsleite bei Ilmenau.

Von

Karl Dalmer, Dr. phil.

Die Feldspathpseudomorphosen der Wilhelmsleite bei Ilmenau haben schon mehrfach die Aufmerksamkeit von Mineralogen und Geologen erregt, einmal durch ihre meist schön ausgebildeten, flächenreichen Krystallgestalten, hauptsächlich aber durch die eigenthümliche Art von Feldspathzersetzung, welche sie documentiren. Während nämlich gewöhnlich, bei dem Kaolinisirungsprocess das Thonerdesilicat des Feldspaths unangegriffen zurückbleibt und fast die gesammte Thonerdemenge des Mutterminerals noch in den Zersetzungsproducten sich vorfindet, ist bei jenen Pseudomorphosen die Fortführung eines meist sehr beträchtlichen Theils der Thonerde mit Sicherheit zu constatiren. In der Hoffnung, dass sich hier vielleicht einige Anhaltepunkte auffinden lassen möchten, für die in chemisch-geologischer Hinsicht nicht unwichtige Frage, auf welchem Wege und mittelst welcher Agentien die Tagewässer auch die sonst so widerstandsfähigen Thonerdesilicate zu zersetzen, resp. aufzulösen vermögen, habe ich eine eingehendere, detaillirte Untersuchung der erwähnten Pseudomorphosen unternommen, deren Resultate ich in dem Vorliegenden mittheile. Obwohl nämlich dieselben schon mehrfach untersucht und beschrieben worden sind¹, so wurde doch bisher fast nur

¹ POGGEND. *Annalen* Bd. XLIX, Seite 381; BLUM, die Pseudomorphosen des Mineralreichs. III. Nachtrag. S. 201; G. BISCHOF, *Lehrb. d. chemischen Geologie*. 2. Aufl. Bd. II. S. 428; DR. LAUFER, *Z. d. D. geol. Ges.* 1876. S. 22.

das makroskopisch Beobachtbare berücksichtigt, — nur CRASSO gab eine Analyse an, — es fehlt jedoch eine die geognostischen, chemischen, mikroskopischen und makroskopischen Verhältnisse gleichmässig umfassende Bearbeitung, und doch ist nur auf solcher Basis eine einigermaßen exacte Erforschung der bei der Zersetzung thätig gewesenen Processe möglich.

Das Material zu den Untersuchungen verschaffte ich mir theils selber bei Gelegenheit eines Ausflugs nach Ilmenau, theils verdanke ich mehrere Stücke der Güte des Herrn Hofrath SCHMID, welche derselbe in früheren Jahren an Ort und Stelle gesammelt hatte; die chemischen Analysen, sowie die mikroskopischen Untersuchungen führte ich beide im mineralogischen Institut der Universität Jena aus, unter specieller Leitung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Hofrath SCHMID. Ich fühle mich gedrungen, demselben für die mehrfache Unterstützung, die er mir bei Anfertigung dieser Arbeit zu Theil werden liess, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Geognostisches Vorkommen.

Der Fundort der Pseudomorphosen liegt an dem Südabhange der Wilhelmsleite bei Ilmenau, eine von den Höhen, welche die linke Seite des Ilmthals, zwischen Manebach und Stützerbach, bilden. Am bequemsten gelangt man zu dem Fundort von der, etwa eine halbe Stunde unterhalb Stützerbach, im Ilmthal gelegenen „Restauration zu Meiersgrund“, indem man den Meiersgrund, der die Wilhelmsleite von dem südlicher gelegenen Zigeunerkopf trennt, und welcher der Restauration gegenüber in das Ilmthal einmündet, aufwärts geht, bis zu dem zweiten, kleinen Seitenthälchen, welches, rechter Hand, an dem Südabhang der Wilhelmsleite sich herunterzieht. In demselben steigt man, dem ausgefahrenen Holzweg folgend, empor, zuerst über Granit, auf welchen sodann, etwa 150 Fuss unterhalb des Plateaus der Wilhelmsleite, Quarzporphyr folgt. Im Bereiche des letzteren, nicht weit von der Granitgrenze, bemerkt man neben dem kleinen, das Thal durchströmenden Bach mehrere Gruben, die noch Spuren menschlicher Arbeit erkennen lassen. In diesen wurden die jetzt in fast allen Sammlungen verbreiteten Afterkrystalle gewonnen.

Jetzt sind die Gruben zwar zum grössten Theil verschüttet, doch lässt sich aus den umherliegenden Gesteinsbrocken noch manches hübsche Exemplar heraus schlagen.

Das Muttergestein der Pseudomorphosen ist Quarzporphyr. Derselbe gehört einem Gang an, welcher auf der vorderen, dem Ilmthal zu gelegenen Kuppe der Wilhelmsleite beginnt und sich, anfangs sehr schmal, in der Nähe des Südabhanges zwischen schwarzem Porphyrit und Granit in westlicher Richtung hinzieht. Nicht weit von der Fundstelle der Afterkrystalle verbreitert er sich plötzlich und nimmt nun auch den Nordabhang des Berges ein, der die eine Thalwand des sogenannten Hirschgrunds bildet. An diesem Abhang zieht er sich entlang bis zu der Chaussee Elgersburg-Schmücke, die auf dem hinter der Wilhelmsleite sich ausdehnenden Gebirgsplateau hinführt. Jenseits der Chaussee ist der Gang noch beinahe bis Gehlberg von Herrn v. FRITSCH verfolgt worden.

Das Gestein dieses Ganges ist von ausserordentlich wechselnder Beschaffenheit, sowohl rücksichtlich der Zahl und der Grösse der Einsprenglinge, sowie auch in Bezug auf die Farbe. Bald treten Quarz- sowie Orthoklaskrystalle in enormer Anzahl und bedeutender Grösse auf, bald kommt nur hie und da ein Quarzkörnchen und einzelne grössere Feldspathe vor, bald fehlen die Einsprenglinge vollständig. Dabei findet man diese verschiedenen Varietäten immer so nahe beisammen und mit einander vergesellschaftet, dass man sie kaum als Producte verschiedener Eruptionen auffassen kann. Ebenso wechselnd ist die Farbe; es kommen schneeweisse oder hellgraue Varietäten vor, häufiger jedoch lichtviolette oder kirschrothe. Die Farben der letzteren scheinen indessen erst secundär entstanden zu sein, sei es durch Zuführung von Eisenverbindungen oder, was wahrscheinlicher ist, durch Oxydation von früher im Gestein vorhandenen Eisenoxydul. Wenigstens spricht hierfür der Umstand, dass sich nicht selten Stücke finden, die aussen roth gefärbt erscheinen, im Innern aber noch einen weissen Kern besitzen.

Obwohl grosse Orthoklaskrystalle an verschiedenen Stellen des Ganges vorkommen und zwar immer in einem Zustand mehr oder weniger hochgradiger Zersetzung, so finden sich doch die Afterkrystalle von Kalkspath nach Orthoklas nur an dem einen,

beschriebenen Fundort; vielleicht hängt dies damit zusammen, dass nicht weit davon sich die Granitgrenze befindet. Sehr wahrscheinlich nämlich stammen die beträchtlichen Mengen von kohlensaurem Kalk, welche die Afterkrystalle in sich bergen, nicht aus dem Porphyr selbst, sondern aus zersetzten Kalknatronfeldspathen des Granits.

Was speziell die Beschaffenheit des Porphyrs am Fundort der Afterkrystalle anlangt, so lassen sich unter den umherliegenden Gesteinsbrocken zwei Typen unterscheiden. Die eine Varietät besitzt eine hell-lilla gefärbte Grundmasse, die durch kleine dunkelbraune Blättchen punktirt erscheint. Quarze kommen in sehr grosser Anzahl vor und zwar meist von verhältnissmässig bedeutender Grösse (bis zu 7 Mm.), oft als Dihexaëder entwickelt. Auch Feldspathe, sowohl 2 bis 3 Cm. lange, als auch kleine Individuen finden sich sehr zahlreich vor, alle mehr oder weniger zersetzt und pseudomorphosirt. Die andere Varietät stellt in ihrer typischen Entwicklung einen kirschrothen, rauh anzufühlenden, mit dem Messer ritzbaren Porphyr dar, in dem nur hin und wieder Quarzkörnchen oder grössere Feldspathe auftreten. Indessen mehren sich in anderen Stücken die Einsprenglinge, und es finden dadurch Übergänge zu der ersteren Varietät statt.

Herr Dr. LAUFER theilt folgende Analyse dieses Gesteins in seiner Arbeit „über Quarzporphyre von Ilmenau“² mit:

SiO ² =	72,77
Al ² O ³ =	13,18
Fe ² O ³ =	3,04
CaO =	2,30
MgO =	Spur
Alkali =	4,77 a. d. V.
Glühv. =	3,56
CO ² =	0,38
	<hr/>
	100,00.

Nester von Kaolin, die also auf eine mechanische Fortführung von Thonerdesilicat aus den Afterkrystallen hindeuten würden, konnte ich trotz eifrigen Suchens in keinem der zahlreichen, mir

² Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Ges. 1876. Seite 38.

durch die Hände gegangenen Gesteinsstücke auffinden. Dagegen liessen sich in einigen angeschliffenen Stücken deutlich feine, sich vielfach verästelnde Spältchen wahrnehmen, die mit Kieselsäure erfüllt waren. Die mikroskopische Untersuchung hatte folgendes Ergebniss.

Die Grundmasse ist weiss und trüb durchscheinend. Doch wird diese Beschaffenheit fast immer durch sehr zahlreich eingestreute, rothbraune Ferritkörnchen mehr oder weniger verdeckt. Näher studirt konnte die Grundmasse werden in Schlifften von lichterem Varietäten. Sie verhält sich durchweg zw. d. N. felsitisch, d. h. es gelang weder, selbst bei Anwendung der schärfsten Systeme, sie in Mineralindividuen aufzulösen, noch auch war es möglich optisch isotrope Stellen nachzuweisen. Die Quarze zeigen theils Krystallumrisse, theils sind es unregelmässig begrenzte Körner. Sie sind durchweg reich an den schon oft beschriebenen Einschlüssen, als da sind: farblose, nadelförmige Mikrolithen, Glastropfen, öfter von dihexaëdrischer Gestalt und den Krystallumrissen des Wirths angepasst, zahllose, unregelmässig gezackte Poren, einige mit lebhaft beweglicher, andere mit feststehender Libelle u. s. w.

Die Feldspathe zeigen sich durchweg stark zersetzt; in Verbindung hiermit treten in dem Gestein häufig zarte Gänge und Adern von chalcedonartig ausgeschiedener Kieselsäure auf, die sich als solche durch ihre lebhaften bunten Farben im polarisirten Licht und ihre Unlöslichkeit in Säuren zu erkennen gibt. Nur in einem dieser Gänge fand ich ein hell graugrünes Körnchen, das eine gewisse Ähnlichkeit mit später zu beschreibenden Zersetzungsproducten der Feldspathe hatte, und von dem man vielleicht annehmen könnte, dass es mechanisch mit der Kieselsäure aus einem Feldspathe entfernt worden sei. Sonst vermochte ich, in den vierzehn untersuchten Präparaten, nichts wahrzunehmen, was auf einen derartigen Vorgang hindeuten würde.

Makroskopische Beschreibung der Afterkrystalle.

Dass das Muttermineral der Afterkrystalle von Meiersgrund Orthoklas gewesen ist, geht aus der Betrachtung der oft schön ausgebildeten, durch Flächenreichthum ausgezeichneten Krystallformen mit Evidenz hervor.

Es kommen die zwei gewöhnlichen Typen von Orthoklas-krystallen vor: die einen sind tafelförmig, indem sie nach der orthodiagonalen Axe wenig, bedeutend dagegen in der Richtung der Hauptaxe und der Klinodiagonale entwickelt sind. Die anderen, und zwar die Minderzahl erscheinen rectangulär säulenförmig, indem sie vorzugsweise nach der Klinodiagonale gestreckt sind und sich nach der Hauptaxe ungefähr ebenso wenig ausdehnen, wie nach der Orthodiagonale.

An den ersteren kommen fast immer folgende Flächen vor: M, P, T und l, y, z und O; seltener x und n.

Beim zweiten Typus sind M, P, T, l, z, y an allen Individuen, O und n nur an einigen vorhanden.

Der Winkel zwischen P und M beträgt 90° .

Die Krystalle des tafelförmigen Typus sind fast alles Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz; bei den Krystallen des zweiten Typus dagegen sind Zwillingsverwachsungen sehr selten, und unter dem bedeutenden Material der mineralogischen Sammlung zu Jena waren keine zu finden.

BLUM beschreibt indessen solche (Jahrb. 1863, S. 343) und zwar Zwillinge nach dem am Feldspath überhaupt seltenen Gesetz: „Zwillingsebene ist die basische Endfläche und das eine Individuum ist gegen das andere um 180° gedreht. Die Flächen des positiven Orthodomas bilden an dem einen Ende einspringende, an dem andern ausspringende Winkel. Die basische Spaltung der beiden Individuen läuft parallel“.

BLUM hielt dieses Zwillingsgesetz für ein neues und nannte es das Manebacher Gesetz. Dem gegenüber machten jedoch ZEPHAROVICH³ und BREITHAUP⁴ geltend, dass dasselbe schon von DES CLOIZEAUX an Orthoklasen von Elba beobachtet worden und überhaupt schon mehrfach an Adularen bekannt gewesen sei.

Häufig sind Verwachsungen zweier oder mehrerer Krystalle; und zwar sind dieselben vielfach regellos, ohne dass die Verwachsungsflächen eine krystallographische Bedeutung hätten. Diese Verwachsungen kommen nicht nur zwischen Individuen eines und desselben Typus vor, sondern es finden sich auch Exem-

³ N. Jahrb. f. Min. 1863, Seite 559.

⁴ N. Jahrb. f. Min. 1863, Seite 814.

plare, wo ein säulenförmiger Krystall einen tafelförmigen durchsetzt.

Öfters entsprechen aber auch die Flächen, mit denen zwei Krystalle zusammengewachsen sind, krystallographischen Flächen. So ist z. B. M sehr häufig die Verwachsungsfläche. Die beiden verwachsenen Krystalle erscheinen meist von ungleicher Grösse, und der kleinere ist in den grösseren gleichsam hineingeschoben oder hineingedrückt, so dass er nur noch wenig über letzteren hinausragt.

Die klinodiagonalen Axen der beiden Krystalle schneiden sich nicht, wie bei den Karlsbader Zwillingen, unter einem bestimmten Winkel, sondern unter ganz beliebigen oder, was auch nicht selten vorkommt, sie laufen einander parallel.

Zerschlägt man einen der Afterkrystalle, so nimmt man leicht wahr, dass die Masse derselben nicht homogen ist, sondern aus verschiedenartigen Substanzen zusammengesetzt ist. Es lassen sich folgende bei makroskopischer Betrachtung schon unterscheiden:

1. graue, schimmernde Blättchen, die sich beim Behandeln mit Säuren als kohlensaurer Kalk erweisen;
2. gelbbrauner Eisenocker;
3. eine weisse Masse, jedenfalls Silicatrete, ohne Spaltbarkeit und Glanz;
4. eine hellgrünliche, mit dem Fingernagel ritzbare Substanz.

Behandelt man einen Afterkrystall mit Salzsäure, so dass kohlensaurer Kalk und Eisenocker aufgelöst werden, so bleibt entweder noch ein löcheriges, zerfressen aussehendes Gerüst von Silicatmasse zurück oder, wenn das Exemplar sich in einem höheren Stadium der Zersetzung befand, nur ein lockerer Grus. Deutlich konnte ich in mehreren Fällen wahrnehmen, dass mitunter Silicattheile von Kalkspath und Eisenocker vollständig eingehüllt werden, gleichsam in denselben schwimmen; zum sichern Beweis, dass diese fremdartigen Substanzen nicht etwa nach vollendeter Zersetzung des Feldspaths, sondern während derselben eingeführt worden sind.

Ausser diesen festen, innerlich zusammenhängenden, die Form des Orthoklas noch sehr wohl bewahrenden Pseudomorphosen kommen auch noch solche vor, die aus einer lockeren, gelbbraunen Masse — scheinbar nur Eisenocker — bestehen, und bei denen der kohlensaure Kalk fehlt. Es ist dies mehrfach als das höchste Zersetzungsstadium bezeichnet worden; indessen wird später gezeigt werden, dass diese ockrigen Pseudomorphosen mitunter noch mehr Silicatreste in sich schliessen, als in manchem noch wohl erhaltenen, kohlensauren Kalk führenden Afterkrystall enthalten ist, und dass sie sich von letzteren nur dadurch unterscheiden, dass aus ihnen der kohlensaure Kalk nachträglich wieder entfernt worden ist.

Mikroskopische Beschreibung.

Die mikroskopischen Verhältnisse der Afterkrystalle von Meiersgrund studirte ich an drei Präparaten. Bei dem einen war das Exemplar senkrecht zu der krystallographischen Hauptaxe, bei den anderen beiden parallel dem klinodiagonalen Hauptschnitt geschliffen worden. An den beiden letzteren lässt sich Folgendes beobachten.

Zunächst fällt in dem mikroskopischen Bild der durch seine gelbbraune Farbe sich scharf hervorhebende Eisenocker in's Auge, der in groben, unregelmässig begrenzten, bald schmäleren, bald zu breiten Lappen sich ausdehnenden Strängen oft netzartig den Schliff durchzieht.

Die Maschen in diesem Netzwerk nimmt zumeist kohlensaurer Kalk ein und zwar Kalkspath, wie es die scharf hervortretenden, unter spitzem Winkel sich schneidenden Spaltungsrichtungen sofort erkennen lassen. Derselbe ist selten frei von Einschlüssen, vielmehr wird er fast immer von Körnchen einer Eisenverbindung durchschwärmt, die sich durch ihre dunklere Farbe von dem Ocker unterscheidet. Diese Eisenverbindung ist also sehr wahrscheinlich gleichzeitig mit dem Kalkspath eingeführt worden. Das gleiche lässt sich von einem Theil des Ockers nicht sagen, sondern es machen folgende Verhältnisse es wahrscheinlicher, dass er zum Theil später, nach Absatz des kohlensauren Kalks, in den Afterkrystall hineingelangt sei.

Die äussere Umgrenzung der Eisenockerparthien ist oft derartig, dass dieselben aus lauter Rhomboëdern zusammengesetzt erscheinen. An den Berührungsstellen mit Kalkspath kann man oft wahrnehmen, wie der Eisenocker mit spitzen oder stumpfen Winkeln, deren Schenkel den Spaltungsrichtungen des Kalkspaths parallel laufen, in denselben hineindringt und endlich bemerkt man mitunter Durchschnitte von Kalkspathrhomboëdern bei denen Eisenoxydhydrat vom Rand her faserartig eingedrungen ist, so dass manchmal nur noch ein innerer Kern aus reinem, klaren Kalkspath besteht. Diese Verhältnisse legen den Schluss nahe, dass in den geschilderten Fällen der Ocker als Pseudomorphose nach Kalkspath auftritt und somit später als dieser eingeführt worden sein muss. Denkt man sich diesen Verdrängungsprocess so weit vorgeschritten, dass aller Kalkspath durch Eisenoxydhydrat ersetzt worden ist, dann resultiren jene lockeren scheinbar nur aus Ocker bestehenden Pseudomorphosen.

Ausser diesen fremdartigen, von aussen her eingeführten Verbindungen, lassen sich auch noch Zersetzungsproducte des Feldspaths selbst sehr deutlich erkennen und unterscheiden. Dieselben sind:

1. farblose, porös zerfressene Kieselsäure, die zw. d. N. bunte und intensive Farben zeigt,
2. eine hellgrüne, wolkig getrübe, schwach durchscheinende Substanz,
3. kleine grüne Kryställchen von cubischer oder oktaëdrischer Form.

Was zunächst die ausgeschiedene Kieselsäure anlangt, so tritt dieselbe namentlich in Gesellschaft mit dem gelbbraunen Eisenocker auf. In dem Netzwerk des letztern sind die Stränge von ihr durchwachsen und durchtränkt, und es kommt auch vor, dass sie den Ocker auf eine kurze Strecke, in einem Strang vollständig ersetzt. Fast nie erscheint sie rein und frei von Einschlüssen, sondern immer sind zahlreiche Körnchen von dunklem Ferrit eingestreut.

Sodann tritt die Kieselsäure im Verein mit der unter No. 2 aufgeführten Substanz in grösseren, zusammenhängenderen Parthien⁵ auf.

⁵ Die grösste dieser Silicatparthien mass 2,7 Mm. in der Länge und 1,5 Mm. in der Breite.

Diese letztere Substanz besitzt, wie schon angeführt, eine hellgrüne, mitunter in's Gelbliche spielende Farbe, die indessen öfters durch die erwähnten braunen Ferritkörnchen verdunkelt wird. Sie ist nur schwach durchscheinend, zeigt zw. d. N. betrachtet keine Interferenzfarben und verändert die Lichtintensität nicht, wenn die Nicols aus der parallelen in die gekreuzte Stellung gebracht werden, oder wenn bei gekreuzten Nicols das Präparat in der Horizontalebene gedreht wird.

Diese Substanz kommt also fast immer mehr oder minder innig mit Kieselsäure vergesellschaftet vor. Sie tritt häufig inmitten der letzteren, ganz von dieser umhüllt in Form von kleinen, unregelmässig eckig begrenzten Körnchen auf, oder sie bildet grössere, rundlich umgrenzte, schlauch- oder flaschenförmig gestaltete Parthien, die ausser mit Kieselsäure auch mit kohlensaurem Kalk und Eisenoxyd in Berührung stehen. Diese grösseren Parthien umschliessen wiederum nicht selten Körnchen von Kieselsäure. Einmal beobachtete ich ein stabartig verlängertes Stück des grünen Minerals, das in der Mitte auf eine kurze Strecke in Kieselsäure überging. Es liesse sich hierin vielleicht eine Andeutung dafür erblicken, dass die grüne Substanz stellenweise einer Zersetzung unterlegen sei und zwar in der Art, dass die Basen fortgeführt wurden und die Kieselsäure zurückblieb.

Alle die geschilderten Verhältnisse werden etwas verdunkelt von den vielfach eingestreuten Ferritkörnchen, die sich überhaupt als treue Begleiter sowohl der Kieselsäure als auch des grünen Minerals erweisen. Auch der Eisenoxyd umschliesst oder durchdringt häufig das letztere, in welchem Fall gewöhnlich dessen grüne Farbe einen gelben Ton erhält. Als drittes, der aus der Zersetzung des Feldspaths stammenden Producte wurden aufgeführt kleine grüne Kryställchen⁶. Ich fand dieselben fast nur in dem amorphen grünen Silicat eingebettet. Sie zeigen oft scharfe Umrisse und lassen quadratische, oblonge, rhombische oder sechseckige Durchschnitte erkennen. In einzelnen Fällen konnte ich deutlich eine oktaidische Form beobachten. Die Farbe ist meist ein trübes Grüngrau und nur selten kommen einigermassen durchsichtige Individuen vor. Zwischen den Nicols

⁶ Die Grösse schwankt zwischen $\frac{1}{100}$ und $\frac{2}{100}$ Mm.

zeigen sie keine Interferenzfarben. Im Übrigen war der optische Charakter der Kryställchen nicht näher zu bestimmen, da dieselben so klein sind, dass sie im Schliff immer von der amorphen grünen Substanz entweder überdeckt oder unterlagert werden, und also nie ein Individuum zugleich von der untern und der obern Schliifffläche getroffen wird.

Nicht selten sind Zersetzungserscheinungen, und man kann dann die Umwandlung in eine opake dunkle Substanz Schritt für Schritt verfolgen.

Mit diesen Krystallen in Gesellschaft pflegen fast immer nadelförmige, wasserklare Mikrolithen aufzutreten, die sich öfters durch Querlinien in hintereinanderliegende Abschnitte gegliedert zeigen.

Von diesen beiden im Vorhergehenden ausführlicher beschriebenen Präparaten, die von stärker umgewandelten Feldspathen herrühren, unterscheidet sich das dritte, von einem weniger zersetzten Exemplar gefertigte, in folgenden Punkten. Der Kalkspath tritt hier mehr zurück und kommt nur in einzelnen, im Schliff isolirt erscheinenden Parthien vor. Etwas häufiger ist der gelbbraune Eisenocker; er tritt entweder im Verein mit dem Kalkspath auf, in welchem Fall sich die oben beschriebenen Verdrängungserscheinungen zeigen, oder er kommt in flockenartigen Parthien in den kieselsauren Zersetzungsproducten des Feldspaths vor. Diese letzteren sind es, die hier noch der Hauptsache nach den Afterkrystall zusammensetzen, während Kalkspath und Eisenverbindungen mehr als Einschlüsse in demselben erscheinen. Diese Zersetzungsproducte bestehen nun zum Theil ebenfalls aus den im Vorhergehenden charakterisirten drei Substanzen, es kommt jedoch noch eine vierte hinzu und zwar übertrifft dieselbe die anderen in Bezug auf räumliche Verbreitung. Es ist eine helle weisse Masse, welche mit einem äusserst feinen, hellgrauen Staub erfüllt erscheint; im polarisirten Licht schimmern an verschiedenen Stellen intensiv farbige Punkte hervor, die wohl jedenfalls als ausgeschiedene Kieselsäure aufzufassen sind; das übrige indessen zeigt keine Interferenzfarben und bleibt, wenn die Nicols sich in gekreuzter Einstellung befinden, beim Drehen des Prä-

parates immer gleichmässig hell. In der Nähe von Eisenockerflocken und um diese herum erhält die Substanz häufig eine griesige, gekörnelt Structur und nimmt eine weingelbe Farbe an. — Das grüne erdige Silicat tritt hier entweder in isolirten rundlichen Parthien in der weissen Silicatmasse auf, sodann aber namentlich in Gesellschaft des Eisenockers, mit dem es oft eng verwachsen ist. Auch hier bekommt dann in diesem Fall die grüne Farbe einen Stich in's Gelbe.

Die kleinen cubischen und oktaëdrischen Kryställchen fand ich hier auch — ausser in dem grünen Mineral — in der weissen Silicatmasse und zwar umlagerten sie an einer Stelle, gemeinsam mit wasserhellen Mikrolithen, kranzförmig eine Flocke Eisenocker.

Chemische Untersuchung.

Bei der chemischen Untersuchung richtete ich mein Augenmerk vor allem auf zweierlei:

1. Die Zusammensetzung der aus der Zersetzung des Feldspaths hervorgegangenen Silicate zu erfahren.
2. Zu bestimmen, wie viel von den Bestandtheilen der ursprünglichen Feldspaths Substanz bei verschiedenen Individuen fortgeführt worden sei.

Eine qualitative Voruntersuchung hatte folgende Ergebnisse:

Die bei der Behandlung eines Afterkrystals mit Salzsäure erhaltene Lösung enthielt, wie vorausszusehen, meist Eisenoxyd und Kalkerde, daneben jedoch auch geringere Mengen von Thonerde, Magnesia und Kali.

Die naheliegende Vermuthung, dass die drei letzteren Stoffe zum grossen Theil wenigstens an Kieselsäure gebunden gewesen seien, wurde insofern bestätigt, als durch Auskochen des unlöslichen Rückstandes mit kohlensaurem Natron u. s. w. das Vorhandensein von löslicher freier Kieselsäure nachgewiesen wurde. In dem von kohlensaurem Natron nicht angegriffenen Rückstand befand sich, wie sich beim Kochen mit Schwefelsäure ergab, ein von dieser Säure zersetzbares Thonerde-Alkalisilicat.

Gemäss diesen Erfahrungen wurde nun folgender Weg der quantitativen Untersuchung eingeschlagen.

Mehrere, ungefähr in gleichem Zersetzungsstadium befindliche Afterkrystalle wurden — feingepulvert und durcheinander gemengt — mit Essigsäure behandelt, um die Carbonate auszuziehen, ohne das Silicat anzugreifen. Der von Essigsäure nicht angegriffene Theil

wurde auf dem Wasserbad getrocknet, gewogen und sodann in drei Portionen getheilt. Die eine wurde mit Salzsäure gekocht und die erhaltene Lösung zur Trockne eingedampft. Nachdem die in verdünnter Salzsäure löslichen Stoffe abfiltrirt, und der unlösliche Rückstand durch vorsichtiges Kochen mit kohlensaurem Natron von löslicher freier Kieselsäure befreit war, wurde die zurückbleibende, nicht davon aufgenommene Substanz, nach sorgfältigem Auswaschen getrocknet und gewogen, und sodann mit Fluorwasserstoffsäure aufgeschlossen.

Eine zweite Portion wurde mit Schwefelsäure in einer zugeschmolzenen Glasröhre drei Stunden einer Temperatur von etwa 160° ausgesetzt. Von der erhaltenen, auf 100 c. c. verdünnten Lösung benutzte ich 5 c. c. zur Bestimmung des Eisenoxydulgehalts durch Titriren mit Chamäleonlösung. In dem von der Lösung abfiltrirten Rückstand wurde ebenfalls die lösliche freie Kieselsäure durch Kochen mit kohlensaurem Natron ausgezogen, und der unlösliche Rest sodann durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron aufgeschlossen. Endlich wurde eine dritte Portion, nach Bestimmung des Glühverlustes, im Ganzen einer Aufschliessung durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron unterworfen.

Die Ergebnisse der drei Analysen von dem in Essigsäure unlöslichen Theil sind folgende:

1. Aufschliessung mit Salzsäure:

von Salzsäure und	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Fe}^2\text{O}^3 = 1,10 \\ \text{Al}^2\text{O}^3 = 8,54 \\ \text{KO} = 2,19 \\ \text{MgO} = \text{Spur} \\ \text{SiO}^2 = 48,74 \text{ a. d. V.} \end{array} \right.$	
kohlensaurem Na-		
tron nicht gelöst =		60,47
SiO ² (von kohlens.		
Natron gelöst) =		4,93
Fe ² O ³ =		23,10
Al ² O ³ =		2,23
Mn ² O ³ =		1,75
MgO =		0,34
KO =		1,23
Glühverl. =		6,54
		<hr/> 99,59.

2. Aufschliessung mit Schwefelsäure:

		$\left. \begin{array}{l} \text{SiO}^2 = 39,72 \\ \text{Al}^2\text{O}^3 \\ \text{Fe}^2\text{O}^3 \end{array} \right\} = 0,68$
unlös. Rest = 40,95		Alkalien u.
SiO^2 (von kohlen-		Verlust = 0,55
Natron aufgenommen)		<u>40,95</u>
	= 12,36	
Fe^2O^3 = 23,92		
Al^2O^3 = 10,82		
Mn^2O^3 = 1,52		
MgO = 0,31		
KO = 3,06		
Glühverl. = 6,54		
	<u>99,18.</u>	

3. Gesamtaufschliessung durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron:

SiO^2 = 54,02 ⁷
Fe^2O^3 = 22,02
Al^2O^3 = 10,67
Mn^2O^3 = 1,37
MgO = 0,23
Glühv. = 6,54
Alkalien u. Verl. = <u>4,25</u>
<u>100,00.</u>

Diese Zahlen geben also an die procentische Zusammensetzung des in Essigsäure unlöslichen Theils der pseudomorphosen Substanzen. Derselbe beträgt nun vom Ganzen:

	53,28 Proc.
der lösliche Theil	45,72 Proc. Co^3Ca
	<u>0,54 Proc. Fe^2O^3</u>
	<u>99,54.</u>

Berechnet man also die Gesamttzusammensetzung der Afterkrystalle, so ergibt sich:

Co^3Ca = 45,72
Fe^2O^3 = 12,79
SiO^2 = 28,95
Al^2O^3 = 5,72
Mn^2O^3 = 0,86
MgO = 0,12
KO = 1,83
OH = <u>3,55</u>
<u>99,54.</u>

⁷ Die Kieselsäure erwies sich bei der Prüfung auf Reinheit als etwas eisenhaltig.

Eisenoxydul konnte, durch Titiren mit Chamäleonlösung, nur in so geringen Spuren nachgewiesen werden, dass dieselben nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

Aus den vorstehenden Analysen geht hervor, dass der kiesel-säurehaltige Theil der pseudomorphen Materie aus folgenden Verbindungen zusammengesetzt ist:

1. Ein von Salzsäure zersetzbares Alkali-Thonerdesilicat, welches enthält:

	Sauerstoffgehalt
$\text{Si O}^2 = 4,93 = 2,60$	
$\text{Al}^2\text{O}^3 = 2,23 = 0,98$	
$\text{K O} = 1,21 = 0,20$	
	<hr/> 8,37.

Ob und wie viel dasselbe Eisenoxyd enthielt, konnte natürlich nicht bestimmt werden, da es kein Mittel gibt, freies Eisenoxyd von einem durch Salzsäure zersetzbaren Silicat zu scheiden, ohne das letztere anzugreifen.

2. Ein von Salzsäure nicht, aber von Schwefelsäure zersetzbares Silicat von der Zusammensetzung:

	Sauerstoffgehalt
$\text{Si O}^2 = 7,43 = 3,96$	
$\text{Fe}^2\text{O}^3 = 1,00 = 0,3$	
$\text{Al}^2\text{O}^3 = 8,59 = 3,86$	
$\text{K O} = 1,83 = 0,31$	
	<hr/> 18,85.

Die Zahlen für Kieselsäure, Thonerde und Kali erhält man, indem man die der Salzsäureaufschliessung von dieser Säure sowie von kohlensaurem Natron gelösten Mengen, von den bei der Schwefelsäureaufschliessung durch Schwefelsäure und kohlensaures Natron gelösten Theilen abzieht. Dass das Silicat soviel Eisenoxyd enthalten haben muss, wie angegeben, ergibt sich bei Vergleichung des unlöslichen Restes von Analyse 1 mit dem von Analyse 2.

Sehr wahrscheinlich war das Silicat ein wasserhaltiges.

3. Circa 40 Proc. freie Kieselsäure, die durch geringe Mengen von Eisenoxyd und Thonerde verunreinigt ist.

Es besteht also der in Essigsäure unlösliche Rückstand aus:

ca. 24—25 Proc. Eisenoocker

8—9 Proc. durch Salzsäure zersetzbares Silicat

19—20 Proc. durch Schwefelsäure zersetzbares Silicat

40 Proc. freie Kieselsäure.

Genaue Zahlen lassen sich nicht anführen, da es ungewiss ist, in welcher Weise sich der Wassergehalt auf die ersten drei Substanzen vertheilt.

Die Gesamtmasse der pseudomorphen Materie ist also folgendermassen zusammengesetzt:

ca. 46	Proc.	kohlensaurer Kalk
» 13	»	Eisenocker
4,5	»	von Salzsäure zersetz. Silicat
» 10	»	von Schwefels. zersetz. Silicat
» 21	»	freie Kieselsäure.

Wie stimmen nun diese auf chemischem Wege gewonnenen Resultate mit den durch die mikroskopische Untersuchung erhaltenen überein!

Das Vorhandensein von Kalkspath, Eisenocker und freier Kieselsäure wurde bereits mikroskopisch mit Sicherheit nachgewiesen, und zwar fand ich diese Substanzen in den beiden von stärker umgewandelten Exemplaren angefertigten Schliffen auch in ungefähr demselben Mengenverhältniss, wie die letztangeführten Zahlen angeben.

Was die Silicate anlangt, so steht zunächst wohl fest, dass der nur von Schwefelsäure zersetzbare Theil, ganz oder doch zum grossen Theil auf das unter dem Mikroskop beobachtete, grüne, amorphe Mineral zu beziehen sei; möglich vielleicht, dass derselbe etwas, von erst noch in Zersetzung begriffenem Feldspath in sich fasst, indessen kann dies gewiss nur wenig sein, da, wie wir sehen, der von Schwefelsäure zersetzbare Theil eine ziemlich basische Zusammensetzung hat.

Mit welchem bekannten Mineral die grüne Substanz zu identificiren sei, wage ich nicht zu entscheiden. Jedenfalls ist es nicht der von KNOP entdeckte Pinitoid,⁸ mit dem dieselbe äusserlich einige Ähnlichkeit hat. Denn bei diesem Mineral ist erstens das Verhältniss der Thonerde zur Kieselsäure ein anderes (es ist mehr Säure vorhanden), und ausserdem enthält dasselbe immer Eisenoxydul (bis zu 8 Proc.).

⁸ Neues Jahrb. für Min. 1859, Seite 583.

Auch lässt sich die Substanz nicht gut als Kaolin bezeichnen, der, abgesehen von den morphologischen Verschiedenheiten, ebenfalls einen höheren Kieselsäuregehalt aufweist. Die oben erhaltenen Zahlen führen für das grüne Mineral auf die Formel 3SiO_2 , $2\text{Al}_2\text{O}_3$, während die des typischen Kaolins ist $= 2\text{SiO}_2$, Al_2O_3 .

Unsicher ist, was man als das von Salzsäure zersetzbare Silicat anzusehen habe. Die grünen Kryställchen sind zu klein und in zu geringer Anzahl vorhanden, als dass sie dafür gelten könnten und ausserdem konnte ich bei der Behandlung eines Schliffs mit Salzsäure keine Zersetzung derselben wahrnehmen. Vielleicht sind die in ClH löslichen Mengen von Kali und Thonerde nur Producte einer unvollständigen Zersetzung des grünen von Schwefelsäure vollständig aufschliessbaren Silicats.

Eine zweite, ganz in derselben Weise ausgeführte chemische Untersuchung wurde mit den scheinbar nur aus Eisenerde bestehenden Pseudomorphosen vorgenommen, die man öfters als das letzte und höchste Zersetzungsstadium bezeichnet hat.

Beim Behandeln mit Essigsäure war kein Brausen oder Aufsteigen von Kohlensäurebläschen bemerkbar, und in der abfiltrirten Flüssigkeit war nicht eine Spur von Kalkerde nachzuweisen.

1. Salzsäureaufschliessung:

in Säure und in Na-		$\left\{ \begin{array}{l} \text{Al}^2\text{O}^3 = 12,80 \\ \text{Fe}^2\text{O}^3 = 0,42 \\ \text{MgO} = 0,31 \\ \text{KO} = 2,62 \\ \text{SiO}^2 = 31,15 \text{ a. d. V.} \\ \hline 47,30 \end{array} \right.$
triumcarbonat un-		
löslich	= 47,30	
SiO ²	= 4,22	
Fe ² O ³	= 32,68	
Al ² O ³	= 2,26	
Mn ² O ³	= 2,88	
MgO	= 0,23	
KO	= 1,12	
Glühverl.	= 7,82	
	<u>98,51.</u>	

2. Schwefelsäureaufschliessung:

in Schwefelsäure und kohlensaurem Na- tron unlöslich	= 19,63	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Si O}^2 = 18,53 \\ \text{Fe}^2 \text{O}^3 = 0,70 \\ \text{Al}^2 \text{O}^3 = \text{Spur} \\ \text{Mg O} = 0,16 \\ \text{Verlust} \\ \text{u. Kali} = 0,24 \\ \hline 19,63 \end{array} \right.$
Si O ²	= 16,78	
Fe ² O ³	= 32,20	
Al ² O ³	= 15,87	
Mn ² O ³	= 2,68	
Mg O	= 0,25	
K O	= 3,4	
O H	= 7,82	
	<u>98,63.</u>	

3. Aufschliessung durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron:

Si O ²	= 36,46
Fe ² O ³	= 32,54
Al ² O ³	= 15,94
Mn ² O ³	= 2,74
Mg O	= 0,54
K O	= 3,92 a. d. V. b.
Glühverl.	= 7,82
	<u>100,00.</u>

Eisenoxydul konnte auch hier nur in sehr geringen Spuren nachgewiesen werden.

Das von Salzsäure zersetzbare Silicat hat, abgesehen von dem nicht zu bestimmenden Eisenoxyd und dem Wasser, folgende Zusammensetzung:

Si O ²	= 4,22
Al ² O ³	= 2,26
K O	= 1,12
	<u>7,60.</u>

Das von Schwefelsäure zersetzbare Silicat besteht aus:

Si O ²	= 12,56
Al ² O ³	= 13,61
K O	= 2,38
Mg O	= Spur
	<u>28,55.</u>

Die Menge der freien Kieselsäure beträgt 19 Proc.

Die Ergebnisse der Analysen sind also folgende:

Die pseudomorphe Masse besteht nicht, wie es den Anschein hatte, nur aus Eisenerker, sondern zu zwei Drittel aus Silicaten

und freier Kieselsäure, während bei den früher untersuchten Pseudomorphosen die kieselsauren Zersetzungsproducte nur etwa zwei Fünftel vom Ganzen betrug. Wenn man nun auch nicht die Zusammensetzung beider Arten von Pseudomorphosen direct mit einander vergleichen und etwa behaupten kann, die kalkspathführenden befänden sich in einem höheren Zersetzungsstadium — denn es ist zu berücksichtigen, dass die letzteren den Krystallraum ihres Mutterminerals vollständig, die ockrigen Pseudomorphosen nur sehr lose und unvollkommen ausfüllen — so lässt sich doch andererseits auch nicht behaupten, dass die nur Ocker und keinen kohlen sauren Kalk enthaltenden Pseudomorphosen mehr Feldspathsubstanz verloren hätten als die kalkspathführenden, dass sie das höchste Zersetzungsstadium repräsentirten.

Der Silicatrest besteht, wie wir sahen, im Wesentlichen aus denselben Verbindungen, wie derjenige der kalkspathenthaltenden Afterkrystalle, nur dass das Mengenverhältniss, in dem die einzelnen Verbindungen zu einander stehen, etwas verschieden ist. Bei den ersteren ist das Verhältniss der Menge des Thonerdesilicats zu derjenigen der freien Kieselsäure 3 : 2, bei den letzteren 1 : 2; doch kann dies kaum als ein wesentlicher Unterschied aufgefasst werden.

Dasselbe gilt auch von dem Fehlen des kohlen sauren Kalk; dieser ist sehr wahrscheinlich ursprünglich vorhanden gewesen und erst nachträglich wieder aufgelöst, respect. durch Eisenoxydhydrat verdrängt worden, wie bei der mikroskopischen Beschreibung bereits angedeutet wurde.

Nächst der Zusammensetzung des Silicatrückstandes, schien es von Wichtigkeit zu erfahren, in welchem Verhältniss und wie viel von den Bestandtheilen des ursprünglichen Feldspaths bei verschiedengradig pseudomorphosirten Individuen fortgeführt worden sei. Da bei der hier in Frage stehenden Zersetzung keiner von den drei Bestandtheilen des Mutterminerals verschont blieb, sondern alle drei mehr oder weniger angegriffen wurden, so ist klar, dass diese Verluste hier nicht einfach aus der Zusammen-

setzung der Zersetzungsrückstände und aus der Normalzusammensetzung des Mutterminerals berechnet werden können, dass vielmehr noch eine dritte „gegebene Grösse“ nöthig ist. Diese könnte nun hier sein: der Voluminhalt des von der pseudomorphen Substanz ausgefüllten Krystallraums. Kennt man nämlich diesen, so lässt sich, da weder das specifische Gewicht des Orthoklas, noch dessen chemische Zusammensetzung bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, leicht das absolute Gewicht des ursprünglichen Orthoklaskrystalls und seiner einzelnen Bestandtheile berechnen. Durch Vergleichung mit dem absoluten Gewicht der Mengen, welche von jenen Bestandtheilen noch in der Pseudomorphose vorhanden sind, erhält man annähernd genaue Zahlenwerthe für die Verluste, welche im Laufe der Zersetzung die Bestandtheile der ursprünglichen Orthoklassubstanz erlitten haben.

Jene nothwendige Bestimmung des Volumens war nun hier bei den Afterkrystallen von Meiersgrund leicht auszuführen, da dieselben die Form des Mutterminerals meist ausgezeichnet bewahrt haben und auch im Innern meist keine Hohlräume zeigen. Man braucht also nur das specifische und das absolute Gewicht zu bestimmen, um daraus das Volumen des Afterkrystalls und also auch des ursprünglichen Orthoklaskrystalls zu erfahren. Es wurde nun an drei Exemplaren das specifische Gewicht bestimmt zu 2,53, 2,55, 2,52. Es stimmt zufällig also ziemlich genau überein mit dem des reinen Orthoklas. Wir können also annehmen, dass die Krystalle, als sie noch frischer Orthoklas waren, ungefähr eben so viel gewogen haben mögen, als sie in zersetztem Zustand wiegen (natürlich mit Einschluss des kohlensauren Kalks und des Eisenoockers), und wir sind daher berechtigt, wenn wir das Mengenverhältniss der aus den einzelnen Individuen weggeführten Orthoklasbestandtheile wissen wollen, einfach die in der Pseudomorphose noch enthaltenen procentischen Mengen derselben, wie sie die Analyse ergeben hat, von der procentischen Normalzusammensetzung des Orthoklas abzuziehen.

Es ist klar, dass in dieser Weise nicht auch bei den kalkspathfreien Pseudomorphosen verfahren werden darf: denn da diese den Raum der ehemaligen Orthoklaskrystalle nur unvollständig und locker ausfüllen, und die letzteren also beträchtlich mehr

gewogen haben müssen als ihre Pseudomorphosen, so würde man bei jenem Verfahren bei weitem zu geringe Zahlen für die Menge der fortgeführten Substanz erhalten.

Die Afterkrystalle der ersten Untersuchungsreihe bestanden zusammen, wie wir sahen, aus:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{CO}^3\text{Ca} & = & 45,72 \\
 \text{Fe}^2\text{O}^3 & = & 12,79 \\
 \text{SiO}^2 & = & 28,95 \\
 \text{Al}^2\text{O}^3 & = & 5,72 \\
 \text{Mn}^2\text{O}^3 & = & 0,86 \\
 \text{MgO} & = & 0,12 \\
 \text{KO} & = & 1,83 \\
 \text{OH} & = & 3,55 \\
 & & \hline
 & & 99,54.
 \end{array}$$

Nimmt man als Normalzusammensetzung des Orthoklas an: 65,2 SiO², 18,1 Al²O³ und 16,7 KO, so sind hier ca. 36 Proc. SiO², 12 Proc. Al²O³ und 14 Proc. KO fortgeführt worden:

Das von CRASSO analysirte Exemplar hatte die Zusammensetzung:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{CO}^3\text{Ca} & = & 49,46 \\
 \text{Fe}^2\text{O}^3 & = & 12,53 \\
 \text{SiO}^2 & = & 23,17 \\
 \text{Al}^2\text{O}^3 & = & 7,30 \\
 \text{Mn}^2\text{O}^3 & = & 0,17 \\
 \text{MgO} & = & 0,61 \\
 \text{KO} & = & 2,12 \\
 \text{Glühverl.} & = & 4,43 \\
 & & \hline
 & & 100,00.
 \end{array}$$

Hier beträgt der Verlust:

42 Proc. SiO², 11 Proc. Al²O³, 14 Proc. KO.

Sodann fertigte ich von je einem stärker und einem weniger umgewandelten Individuum eine Gesamtanalyse an, nachdem zuvor das specifische Gewicht bestimmt worden war:

Sp. Gew. = 2,53	Sp. Gew. = 2,55
$\text{CO}^3\text{Ca} = 11,86$	$\text{CO}^3\text{Ca} = 64,12$
$\text{Fe}^2\text{O}^3 = 2,78$	$\text{Fe}^2\text{O}^3 = 4,96$
$\text{SiO}^2 = 55,96$	$\text{SiO}^2 = 21,37$
$\text{Al}^2\text{O}^3 = 11,39$	$\text{Al}^2\text{O}^3 = 5,91$
$\text{Mn}^2\text{O}^3 = 0,22$	$\text{KO} = 1,62$
$\text{KO} = 5,01$ (a. d. V.)	$\text{Glühverl.} = 1,92$
$\text{Glühverl.} = 2,78$	<hr/>
<hr/> 100,00	100,00.

Es sind weggeführt worden:

aus 10 Proc. SiO^2 , 7 Proc. Al^2O^3 , 11 Proc. KO,
 aus 44 Proc. SiO^2 , 12 Proc. Al^2O^3 , 15 Proc. KO.

Wie gross der Verlust an Bestandtheilen bei den untersuchten, kalkspathfreien Pseudomorphosen ist, lässt sich nicht genau angeben. Die Differenz mit der Normalzusammensetzung des Orthoklas beträgt:

30 Proc. SiO^2 2 Proc. Al^2O^3 , 12 Proc. KO.

Indessen ist der Verlust an Bestandtheilen jedenfalls, wie schon oben ausgeführt wurde, bei weitem grösser gewesen, als diese Zahlen angeben.

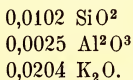
Ursache der eigenthümlichen Feldspathzersetzung.

Das Bemerkenswerthe und Eigenthümliche der Afterkrystalle von Meiersgrund besteht weniger darin, dass in denselben kohlen-saurer Kalk und Eisenoxyd die Stelle von Feldspath einnehmen, als vielmehr in der ungewöhnlichen Zersetzung des Mutterminerals, von der sie Kunde geben. Bei der Kaolinisirung, der gewöhnlichsten Zersetzungsart des Orthoklas, bei der Umwandlung in Glimmer, Pinitoid u. s. w. werden nur Kieselsäure und mehr oder weniger Kali abgeschieden, während fast die ganze Menge der Thonerde an einen Theil der Kieselsäure gebunden zurückbleibt. Auch haben Versuche, die von BEYER⁹, HAUSHOFER¹⁰ und

⁹ Versuchstationen, Bd. XIV, S. 314.

¹⁰ Journal für pract. Chemie 1868, S. 121.

DAUBRÉE¹¹ angestellt worden sind, ergeben, dass reines Wasser und kohlenensäurehaltiges Wasser, welches letztere Agens wohl hauptsächlich als Ursache der Kaolinisirung anzusehen ist, dem Feldspath zwar nicht unbedeutende Menge an Kali und Kieselsäure, aber stets nur geringe Spuren von Thonerde zu entziehen vermögen. RICHARD MÜLLER fand neuerdings, nachdem er auf 10,07 Gr. feingepulverten Adular eine geraume Zeit lang kohlenensäurehaltiges Wasser hatte einwirken lassen, in der Lösung:



Wenn man bedenkt, wie schwierig die genaue Trennung geringer Mengen Thonerde von Kieselerde ist, und dass leicht, namentlich wenn, wie gewöhnlich es geschieht, man die Kieselsäure nur durch Erwärmen über dem Wasserbad unlöslich zu machen sucht, beim nachherigen Behandeln mit saurem Wasser etwas Kieselsäure wieder in Lösung gehen kann, so wird man auch die geringe angegebene Thonerdemenge eher als zu hoch als zu niedrig bestimmt erachten müssen.

Dagegen nun fanden wir bei den Afterkrystallen von Meiersgrund nie mehr den vollen Thonerdegehalt des ursprünglichen Orthoklas, sondern immer bedeutend weniger; in zweien der untersuchten Fälle betrug der Verlust 12 Proc., in anderen 11 und 7 Proc.

Wie ist nun diese abweichende Erscheinung zu erklären?

Man könnte vielleicht zunächst an eine mechanische Fortführung von Thonerdesilicat aus den Pseudomorphosen denken. Allein dann müsste sich doch in den zahlreichen kleinen Äderchen, die das Gestein durchziehen, eine Spur davon wiederfinden lassen. Allein die feinen Spalten sind, wie die mikroskopische Untersuchung ergab, nur mit Kieselsäure erfüllt.

Ferner liesse sich vielleicht jene Erscheinung darauf zurückführen, dass Feldspathsubstanz als solche von den Gewässern aufgelöst und entfernt worden sei. Es ist die Möglichkeit dieses Vorgangs mehrfach behauptet worden; KNOP erklärt z. B. hiermit die von ihm im Porphyrg Gebiet von Chemnitz beobachtete

¹¹ Jahresber. für Agriculturchemie 1867, S. 8.

Erscheinung, dass im Gestein Höhlungen vorkommen, die von früher vorhandenen Feldspathkrystallen herrühren, deren Substanz vollständig entfernt worden ist. Ferner nimmt er an, dass die Orthoklase im Sandstein von Oberwiesa einst als solche in Wasser gelöst waren und sich aus dieser Lösung abgeschieden haben. In Bezug auf letztere lässt es sich jedoch auch denken, dass sie durch Zusammentreffen von irgend welchen Kaliumsilicat- und Kaliumaluminat- oder Thonerdesilicatlösungen entstanden sein können.

Indessen, auch die Möglichkeit jenes Vorgangs zugegeben, verbieten doch verschiedene Umstände, hiermit den Thonerdeverlust der Feldspathe von Meiersgrund zu erklären. Zunächst stehen die weggeführten Mengen der Kieselsäure zu denen der Thonerde keineswegs in dem Verhältniss $65:18$, oder $65 + x:18$, vielmehr ist meist bedeutend weniger Kieselsäure entfernt worden, als ersteres Verhältniss verlangt. Ferner deutet der Zustand der zurückgebliebenen Silicatmasse, sowie die zahlreichen, in dem Gestein verzweigten schmalen Gänge von Kieselsäure darauf hin, dass eine Zersetzung und keine Auflösung von Feldspathsubstanz als solcher stattgefunden habe.

Dass nun die Zersetzung einen von der Kaolinisirung abweichenden Gang eingeschlagen hat, lässt sich wohl nur auf die Beschaffenheit der die Zersetzung bewirkt habenden Gewässer zurückführen, auf deren Gehalt an Substanzen, die irgendwie die Zersetzung beeinflussten.

Welche Stoffe nun in den Gewässern, die auf die Feldspathe von Meiersgrund einwirkten, zugegen waren, hierüber geben zum Theil jene fremdartigen Substanzen, die in den Afterkrystallen den Raum der ehemaligen Feldspathsubstanz einnehmen, einigen Aufschluss. Es sind dies kohlensaurer Kalk und Eisenoxyd resp. Hydrat. Dieselben sind, wie nachgewiesen wurde, zum grössern Theil während, gleichzeitig mit der Zersetzung eingeführt worden. Es liegt wohl nahe, anzunehmen, dass diese Substanzen vielleicht in irgend einer Beziehung zu der eigenthümlichen Zersetzung der Feldspathe stehen, und es wird meine Aufgabe sein, hauptsächlich diese Annahme einer eingehenderen Prüfung zu unterziehen. Erweist sich dieselbe als unwahrscheinlich oder unmöglich, so wird die Frage nach der Ursache des Thonerdeverlustes

überhaupt nicht exact zu lösen sein, da sich keine Anhaltepunkte bieten, woraus die Anwesenheit irgend welcher anderer Stoffe bei dem Vorgang der Zersetzung zu erschliessen wäre.

Um nun jene Annahme zu prüfen, dürfte es sich zunächst empfehlen zu fragen, ob auch anderwärts in verwitterten Feldspathen Thonerdeverlust beobachtbar ist in Verbindung mit dem Auftreten von kohlensaurem Kalk und Eisenoxyd oder -oxydul in jenen. Ist dies der Fall, so sind causale Beziehungen zwischen beiden Erscheinungen schon sehr wahrscheinlich.

In dem Folgenden stelle ich die, mir theils aus der Literatur bekannten, theils von mir selber untersuchten Fälle zusammen, wo die genannten Substanzen in verwitterten Feldspathen beobachtet worden sind.

Anderweitige Fälle von Vorkommen des Kalkspaths, Eisenoxyds oder -oxyduls in zersetztem Orthoklas.

LASAULX beschreibt ¹² ein stark verwittertes Gestein von der Raste bei Recoaro, welches gangartig Kalksteinschichten durchsetzt. „In einer matten, fettig glänzenden Grundmasse liegen „dicht gedrängt gelbe Körner, meist noch Krystallumrisse zeigend, „die einem sehr zersetzten Feldspath angehören, einzelne graue „Quarzkörner und schwarze Biotitblättchen; unter dem Mikroskop „sind sogleich unregelmässig begrenzte Parthien von Kalkspath „unterscheidbar; die gelben Körner und Krystallumrisse gehören „Feldspathen an; die grüne Farbe der Grundmasse ist durch Einlagerung unregelmässig grüner Parthien talkiger Natur bedingt.“

Eine Analyse ergab:

SiO ²	=	42,25
Al ² O ³	=	4,52
Fe ² O ³	=	8,76
CaO	=	18,27
MgO	=	0,48
KO	=	6,38
MnO	=	0,99
CO ²	=	15,85
HO	=	1,43
		<hr/>
		98,93.

¹² Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellsch. 1873, 330.

Das Gestein bestand sehr wahrscheinlich — eben so wie ganz in der Nähe auftretende Gesteine — ursprünglich nur aus Feldspathmasse.

Man sieht aus der Analyse sofort, dass Fortführung von Thonerde stattgefunden haben muss.

Die Menge derselben im zersetzten Gestein ist sogar um 3 Proc. geringer als die der Alkalien. Dagegen ist der sehr beträchtliche Gehalt an Eisenoxyd nach LASAULX nicht ursprünglich im Gestein gewesen, sondern später zugeführt worden.

STRENG gibt in seiner Arbeit über die grauen Porphyre des Harzes (Jahrb. f. Min. 1860, S. 269) eine Analyse von einem Feldspath des Porphyrs von Elbingerode.

SiO^2	=	51,83
Al^2O^3	=	16,92
FeO	=	0,77
CaO	=	10,09
MgO	=	0,41
KO	=	5,70
NaO	=	3,65
Glühverl.	=	8,91 (besteht aus Kohlensäure)
		<hr/> 98,30.

Es treten hier als fremdartige Substanzen ca. 18 Proc. kohlen-saurer Kalk und eine sehr geringe Menge Eisenoxydul auf. Der Thonerdegehalt scheint von dem des ursprünglichen Orthoklas nur wenig verschieden zu sein.

R. v. FRITSCH erwähnt im Jahrbuch für Min. etc. 1865, S. 269, dass er ähnliche Pseudomorphosen, wie die von Meiersgrund auf einer der Canarischen Inseln — Fuerte Ventura — gefunden habe, und BLUM¹³ beschreibt Feldspathkrystalle vom Teufelsgrund im Münsterthal, die äusserlich frisch, im Innern dagegen angegriffen sind und einen bedeutenden Gehalt an kohlen-saurem Kalk bekunden. Analysen werden von beiden Forschern nicht angegeben.

Im Eingang dieser Arbeit erwähnte ich, dass die typischen Afterkrystalle von Meiersgrund nur an einer bestimmten Stelle

¹³ Pseudomorphosen, 3. Nachtrag, S. 201.

des Quarzporphyrgangs, in der Nähe der Granitgrenze vorkämen, dass jedoch auch an mehreren anderen Punkten grössere Feldspathkrystalle auftreten, die sich als mehr oder weniger verwittert und zerstört erweisen. So z. B. finden sich dergleichen an dem Nordabhang der Wilhelmsleite, welcher die eine Thallwand des Hirschgrunds bildet, in der Nähe der von Mönchshof nach der Schmücke führenden Chaussee.

Die Feldspathe von dieser Stelle erscheinen von aussen sowohl in Bezug auf Form als auch Substanz meist noch fast unversehrt und frisch, während im Innern zahlreiche Hohlräume sich befinden, die durch schmale Lamellen von einander getrennt werden. Merkwürdig ist, dass diese Lamellen mitunter, selbst wenn sie nur ein Minimum von Dicke besitzen, deutliche Spuren von Glanz noch zeigen und überhaupt den Eindruck machen, als ob ihre Substanz noch wenig angegriffen sei. Derartiges konnte ich an den typischen, Kalkspath enthaltenden Afterkrystallen von Meiersgrund niemals wahrnehmen.

In keinem dieser Orthoklase, so viel ich deren untersuchte, konnte ich kohlensauen Kalk nachweisen, immer war, von fremden Substanzen, nur etwas Eisenoocker zugegen; der Grund davon, dass hier kohlensaurer Kalk fehlt, liegt wahrscheinlich darin, dass der Fundort etwas weiter von der Granitgrenze abliegt. Denn wie früher bemerkt wurde, stammen ja die beträchtlichen Mengen von kohlensaurem Kalk in den Afterkrystallen aus dem, dem Fundort derselben, sehr benachbarten Granit.

Eine qualitativ-chemische Untersuchung eines Exemplars ergab:

1. Das Vorhandensein von in Salzsäure löslichen Eisenoxydverbindungen, sowie von einem durch diese Säure zersetzbaren Thonerde-Alkalisilicat.

2. Das Vorhandensein von einem durch Salzsäure nicht, jedoch durch Schwefelsäure zersetzbaren Thonerdesilicat.

Die quantitative Gesamtanalyse von einem andern Exemplar lieferte folgende Zahlen:

SiO^2	=	63,44
Al^2O^3	=	20,84
Fe^2O^3	=	2,27
MgO	=	Spur
KO	=	10,55 a. d. V. b.
Glühverl.	=	2,9
		<hr/> 100.

Auch hier muss ein Verlust an Thonerde stattgefunden haben. Denn wenn wir annehmen, dieselbe sei vollständig zurückgeblieben, dann würde der unzersetzte Feldspath aus ca. 75 Theilen SiO_2 , 21 Theilen Al_2O_3 und 16 Theilen K_2O bestanden haben, und es wären also nur 12 Theile SiO_2 und 6 Theile Alkali aus ihm während des Zersetzungsprocesses fortgeführt worden. Damit stimmt nun aber der Zustand des untersuchten Exemplars nicht im mindesten überein. Denn die im Innern desselben befindlichen Hohlräume nahmen, wie ich mich sicher überzeigte, über die Hälfte des gesammten Krystallraumes ein, so dass sicher beträchtlich mehr aus dem Feldspath entfernt worden ist. Daraus folgt aber mit Nothwendigkeit, dass die Menge der Thonerde während des Zersetzungsprocesses nicht unverändert geblieben, dass vielmehr eine nicht unbeträchtliche Verminderung eingetreten ist.

Etwas andere Verwitterungserscheinungen zeigen wieder Feldspathe einer ziemlich weichen, violett gefärbten Varietät des Quarzporphyrs, welche ebenfalls am Nordabhang der Wilhelmsleite ansteht.¹⁴ Sie sind alle total zersetzt und es ist die ehemalige Anwesenheit von Orthoklas nur aus der Form der im Gestein zurückgebliebenen Hohlräume zu erschliessen. Die letzteren werden meist nur sehr unvollständig von einer dunkelbraunen Masse erfüllt. Ich kratzte dieselbe aus einem Krystallraum vollständig heraus und unterwarf sie einer Analyse, deren Resultat Folgendes ist:

SiO_2	=	80,14
Fe^2O_3	=	4,02
Al_2O_3	=	8,51
Mn^2O_3	=	3,57
Glühverl.	=	2,36
Alkali	=	1,40 a. d. V.
		<hr/> 100.

Das Kali ist hier fast ganz, die Thonerde zum grossen Theil entfernt worden. Dagegen ist nicht wenig von der Kieselsäure zurückgeblieben. An fremden Substanzen sind Eisenoxyd und Manganoxyd eingeführt worden; kohlensaurer Kalk konnte nicht nachgewiesen werden.

BISCHOFF analysirte einen verwitterten Feldspath vom Leimbühl bei Elgersburg:

¹⁴ Man gelangt zu der Stelle, wo dieser Porphyr ansteht, indem man vom Fundort der Afterkrystalle aus den Berg hinan-, und an dem entgegengesetzten Abhang etwas hinabsteigt.

$\text{SiO}^2 = 63,73$	
$\text{Al}^2\text{O}^3 = 15,98$	davon war in Salzsäure löslich:
$\text{Fe}^2\text{O}^3 = 4,84$	$\text{Al}^2\text{O}^3 = 3,27$
$\text{CaO} = 0,65$	$\text{Fe}^2\text{O}^3 = 4,84$
$\text{MgO} = 0,18$	$\text{CaO} = 0,65$
$\left. \begin{array}{l} \text{KO} \\ \text{NaO} \\ \text{OH} \end{array} \right\} = 14,62$	$\text{MgO} = 0,06$
<hr/>	
100.	

Der Thonerdegehalt ist, wie schon aus der procentischen Zusammensetzung des Zersetzungsrückstandes hervorgeht, nicht mehr ganz derjenige des ursprünglichen unzersetzten Feldspaths, und es sind 3,27 Proc. von demselben in Salzsäure löslich. Ob die letzteren an Kieselsäure gebunden waren, ist nicht angegeben.

Derartige Zersetzungserscheinungen der Feldspathe, wie sie eben geschildert wurden, sind sehr verbreitet in den Porphyren des Thüringer Waldes. (Siehe v. FRITSCH, Umgegend von Ilmenau. Z. d. Deutsch. geol. Gesellsch. 1860, S. 113.)

Auch im Odenwald scheint Ähnliches vorzukommen. COHEN sagt Seite 31 seiner Schrift über die Porphyre des Odenwaldes: „Interessante Pseudomorphosen finden sich in einem älteren Porphyr aus dem Rothliegenden des Leichtersberges. Nach dem bräunlichrothen Strich zu urtheilen, bestehen dieselben aus einem Gemenge von Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat in Form des Feldspaths; man muss annehmen, dass an Stelle der allmählich fortgeführten Feldspathssubstanz kohlensaures Eisenoxydul abgesetzt wurde, welches sich unter Wasseraufnahme oxydirte. Der Wassergehalt ging dann grösstentheils wieder verloren. An Ausfüllung eines vorhanden gewesenen Hohlraumes ist deshalb nicht zu denken, weil in der Pseudomorphose noch Feldspathsreste erhalten sind.“

Ferner bemerkt der genannte Autor von den Feldspathen des Daumbergs: „Der Feldspath wird entweder matt, erdig und fleischroth oder äusserst porös und bräunlichgelb durch Auskleidung der Poren mit Eisenoxydhydrat. Im letzteren Fall zeigen einige Stellen des Krystalls noch Spaltbarkeit und schwachen Glanz.“ Analysen dieser verwitterten Feldspathe sind leider nicht angegeben.

Mir selbst gelang es mehrfach im Porphyrgebiet von Botzen löcherige Feldspathe zu beobachten, deren Höhlungen mit Eisenoocker erfüllt waren. Endlich scheinen auch die erwähnten Feldspathhöhlräume im Porphyr von Chemnitz hierher zu gehören. KNOP erwähnt wenigstens, dass sie mit Eisenoocker ausgekleidet seien.

Eine sehr verbreitete Umwandlung des Orthoklas ist die in Pinitoid. Dieselbe hat zuerst A. KNOP in seiner Abhandlung: „Beiträge zur Kenntniss der Steinkohlenformation und des Rothliegenden im Erzgebirgischen Bassin“ Jahrb. für Min. 1859, S. 532, näher beschrieben. Der Zersetzungsprocess ist im Wesentlichen so verlaufen, dass etwa die Hälfte der Kieselsäure des Orthoklas abgeschieden, ein Theil des Kalis weggeführt und durch Eisenoxydul und Wasser ersetzt worden ist. Das Product der Umwandlung, der Pinitoid, unterscheidet sich vom Kaolin durch seinen etwas höhern Kieselsäure-, dagegen geringern Wassergehalt und durch Gehalt an Kali und Eisenoxydul. Ein Fortgang von Thonerde hat nach KNOP's Berechnungen nicht stattgefunden. Diese Pseudomorphosen des Pinitoid nach Orthoklas sind, ausser im Porphyrgebiet von Chemnitz in den letzten beiden Jahrzehnten noch an vielen anderen Orten nachgewiesen worden. KNOP gibt, Neues Jahrb. f. Min. 1861, S. 145, eine ganze Reihe von weiteren Fundorten an, COHEN fand sie im Porphyr vom Raubschlösschen im Odenwald, STRENG in den Porphyren des Harzes und auch im Bozener Porphyrgebiet ist sie, wie ich Gelegenheit hatte zu beobachten, ziemlich häufig.

Im Fassathal zwischen Moëna und Predazzo, nicht weit von ersterem Ort, durchsetzen auf dem linken Ufer des Aviso schmale Gänge von einem rothen Orthoklasporphyr die Triassschichten. Dieses Gestein enthält stellenweise massenhaft grosse pseudomorphosirte Feldspathkrystalle. Diese bestehen aus einer grünen, fettig anzufühlenden Substanz, in der nur hin und wieder einige rothe Körner oder Leisten von weniger angegriffenem Orthoklas eingebettet erscheinen. Bei den Mineralienhändlern von Campidello cursiren sie als Pseudomorphosen von Serpentin nach Feld-

spath. Eine von mir ausgeführte Analyse hatte folgendes Ergebniss:

In verdünnter kalter Salzsäure löslich:

$$\begin{array}{r} 17,56 \text{ CaCO}^3 \\ 6,77 \text{ FeCO}^3 \\ \text{unlöslich } 74,91 \\ \hline 99,24. \end{array}$$

Der unlösliche Rückstand wurde mit Schwefelsäure, der von dieser Säure nicht angreifbare Theil durch Schmelzen mit kohlen-saurem Natron aufgeschlossen.

In Schwefelsäure	}	SiO ² = 36,93
unlöslich = 52,63	}	Al ² O ³ = 9,01
Al ² O ³ = 8,90	}	Alkali = 6,69
FeO = 4,99	}	a. d. V. b. = 52,63
Fe ² O ³ = 0,85		
KO = 2,10		
CaO = 0,53		
MgO = Spur		
OH, etwas CO ² u. Verl. = 5,01		
		<hr/> 74,91.

Die durch Behandlung mit Schwefelsäure in Freiheit gesetzte Kieselsäure wurde nicht für sich bestimmt.

Man sieht sogleich, dass von einer Umwandlung in Serpentin nicht die Rede sein kann, da nur Spuren von Magnesia vorhanden sind; vielmehr dürfte das Zersetzungsproduct dem Pinitoid ähneln. Das spec. Gew. des untersuchten Afterkrystalls¹⁵ betrug = 2,64; nimmt man das des reinen Orthoklas = 2,55 an, so nehmen 100 Gewichtstheile der pseudomorphen Materie denselben Raum ein wie 96,6 Gewichtstheile Orthoklas. In letzteren sind enthalten 63 Proc. SiO², 17,5 Proc. Al²O³, 16,1 Proc. KO¹⁶; in 100 Theilen der Pseudomorphose sind enthalten = 36,93 Proc. SiO², 17,91 Al²O³, 8,8 KO. Es sind also ca. 24 Proc. SiO²

¹⁵ Dieselben zeigten im Innern durchweg continuirliche Raumerfüllung.

¹⁶ Berechnet nach der idealen Zusammensetzung des Orthoklas: 65,5 SiO², 18,1 Al²O³, 16,4 KO,

und 7 Proc. Kali aus dem Feldspath geführt worden, während der Thonerdegehalt unverändert geblieben ist. Von fremdartigen Substanzen ist kohlensaurer Kalk und Eisenoxydul (theils als Carbonat, theils als Silicat) in dem zersetzten Feldspath vorhanden.

Versuche über Einwirkung von Kalkerde- und Eisenverbindungen auf Thonerdesilicate.

Es ergibt sich also aus dem Vorstehenden:

1. dass ein Thonerdeverlust nachweisbar war, wenn kohlensaurer Kalk und Eisenoxyd oder wenn letzteres allein in dem Feldspath auftraten;

2. dass ein Thonerdeverlust nicht nachzuweisen war, wenn sich kohlensaurer Kalk, Eisenoxydul oder beide zusammen in dem Feldspath vorfanden.

Es deuten also diese Thatsachen darauf hin, dass hauptsächlich das Eisenoxyd in einer kausalen Beziehung zu dem Thonerdeverlust steht.

Diesen Schluss bestätigen in gewisser Beziehung die bei der mikroskopischen Untersuchung gewonnenen Resultate. Denn es ergab sich, dass die kieselsauren Zersetzungsproducte immer sehr eng mit Eisenoxyd sich vergesellschaftet zeigen, dass sie von diesem durchwachsen und umhüllt werden, indessen kohlensaurer Kalk mehr in grösseren, abgeschlossenen Parthien vorkommt.

Zu demselben Resultate in Betreff der Rolle, die Eisenoxyd und kohlensaurer Kalk bei der Zersetzung der Feldspathe von Meiersgrund gespielt haben, werden wir gelangen, wenn wir uns die Frage vorlegen und zu beantworten suchen: Lässt sich vom Standpunkt unserer jetzigen chemischen Erfahrung irgend eine causale Beziehung des kohlensauren Kalks oder des Eisenoxyds zu dem Thonerdeverlust der Feldspathe denken?

In Bezug auf den kohlensauren Kalk muss diese Frage verneint werden.

Derselbe kann an und für sich zwar in starke Hitze auf Silicate zersetzend einwirken, dass er dies aber auch bei gewöhnlicher Temperatur vermag, hierfür bietet weder ein Experiment, noch irgend eine Erfahrung irgend welche Anhaltspunkte. Auch Lösungen von Kalksalzen vermögen zwar auf Alkalisilicat aber nicht auf Thonerdesilicat einzuwirken. LEMBERG hat mehrfach künstliche Thonerde-

Alkalisilicate (hergestellt durch Behandeln eines natürlichen Thonerde-Kalksilicats mit alkalischen Lösungen) durch Einwirkung von Chlorcalcium wieder in Thonerde-Kalksilicate zurückverwandelt¹⁷. Bei letzterem Process hat nach den angeführten Analysen kein Thonerdefortgang stattgefunden. Auch ich fand, als ich Analcimpulver mit Chlorcalcium behandelte, im Filtrat wohl Natron aber keine Thonerde. Noch viel weniger als von Chlorcalcium ist von dem doppelt-kohlensauren Kalk, in welcher Form wohl jedenfalls der kohlensaure Kalk in die Feldspathe hineingelangt ist, anzunehmen, dass er zersetzend auf Thonerdesilicat einwirken könne, da ja die Kohlensäure nicht, wie das Chlor des Chlorcalciums, eine lösliche Verbindung mit Thonerde einzugehen vermag.

Es wird der doppeltkohlensaure Kalk wohl nur in der Weise, wie es BISCHOF angibt, bei dem Zersetzungsprocess thätig gewesen sein. Derselbe hat auf das Alkalisilicat eingewirkt, indem der eine Theil seiner Kohlensäure sich mit dem Alkali verband, indess sich der einfach kohlensaure Kalk als unlösliche Verbindung niederschlug, und so Schritt für Schritt die durch Wegführung von Substanz erzeugten Hohlräume ausfüllte. Nach BISCHOF¹⁸ wird dem doppelt-kohlensauren Kalk durch ein lösliches, künstlich dargestelltes Alkalisilicat sofort unter Niederschlag von einfach kohlensaurem Kalk, die Hälfte der Kohlensäure entzogen.

Schwieriger lässt es sich entscheiden, ob Eisenoxydul im Allgemeinen Thonerdesilicat zu zersetzen fähig ist. BISCHOF brachte Eisenoxydulbicarbonat und künstlich dargestelltes Thonerdesilicat zusammen und fand, dass hier eine kleine Menge von durch Salzsäure schwer zersetzbarem Eisenoxydsilicat sich bilde; indessen wird dies wohl durch Einwirkung von Eisenoxydhydrat, hervorgegangen durch Oxydation aus dem Eisenoxydulbicarbonat, entstanden sein. Mir war es bis jetzt nur möglich, einen diese Frage betreffenden Versuch anzustellen, und zwar liess ich auf eisenfreien, feingepulverten Natrolith acht Tage lang Eisenoxydulsulfat bei Zimmertemperatur einwirken. Der Pulver nahm nach Verlauf von einigen Tagen eine bläulichgrüne Farbe an, die intensiver war als die der überstehenden Flüssigkeit.

Die Analysen ergaben:

	Natrolith	mit SO^4Fe behandelt
$\text{SiO}^2 =$	47,55	47,02
$\text{Al}^2\text{O}^3 =$	26,60	26,61
$\text{FeO} =$	—	2,10
$\text{Na}^2\text{O} =$	16,36	14,99
$\text{OH}^2 =$	9,29	9,01
	<u>99,80</u>	<u>99,73.</u>

¹⁷ Ztschr. d. D. geol. Gesellsch. 1876. „Silicatumwandlungen.“

¹⁸ Chemische Geol. I. Seite 50.

Eine kleine Menge Natron ist durch Eisenoxydul ersetzt worden; das Verhältniss von Thonerde und Kieselsäure ist unverändert geblieben; auch konnte ich im Filtrat keine Thonerde nachweisen.

Wenn nun auch die Frage, ob Eisenoxydul im Allgemeinen Thonerdesilicat zu zersetzen vermöge, noch nicht spruchreif ist, so weist doch die Zersetzung des Feldspaths zu Pinitoid unwiderleglich darauf hin, dass das Thonerdesilicat des Feldspaths der Einwirkung des Eisenoxyduls widerstehen kann, und ich muss daher BISCHOF widersprechen, wenn derselbe bei Besprechung der Pseudomorphosen von Meiersgrund, unter Hinweis auf den oben erwähnten Versuch, dessen zweifelhaften Werth er selbst anerkennt, die Ansicht äussert, dass Eisenoxydulbicarbonat hauptsächlich die Ursache des Thonerdeverlustes sei.¹⁹

Es bleibt nun also noch das Eisenoxyd übrig und von diesem lässt es sich experimentell nachweisen, dass es auf Thonerdesilicat zersetzend einzuwirken vermag. BISCHOF führt im Lehrbuch der chemischen Geologie Bd. I, S. 84 einen hierauf bezüglichen Versuch an. Ich wiederholte denselben in folgender modificirten Form.

Ich stellte mir durch Vermischen einer Lösung von Natronsilicat mit Alaunlösung ein Thonerde-Natronsilicat dar, rührte dasselbe mit frisch gefälltem, sorgfältig ausgewaschenem Eisenoxydhydrat zusammen, brachte das Gemenge auf's Filter und liess es auf demselben eintrocknen. Als ich es nach Verlauf von einigen Tagen mit lauwarmem Wasser übergoss, lief dieses mit schwach gelber Farbe durch, nach längerem Auswaschen jedoch wieder farblos. — Als ich aber nach abermaligem Verlauf von einigen Tagen das Übergiessen mit lauwarmem Wasser wiederholte, besass die durchfiltrirte Flüssigkeit eine stark gelbrothe Farbe. Bei fortgesetztem Auswaschen verschwand die Erscheinung auch diesmal wieder, und es lief zuletzt wieder klares Wasser durch. Ähnlich war das Verhalten an den folgenden Tagen, nur dass die gelbe Farbe des Filtrats immer etwas intensiver wurde.

Beim Eindampfen von 100 c. c. der durchfiltrirten Lösung schieden sich dünne hautähnliche, rothbraune Läppchen aus, die mit Salzsäure behandelt, unter gelindem Schäumen zersetzt wurden. Es waren in der Lösung enthalten:

$$\begin{aligned}\text{SiO}^2 &= 0,003 \text{ Gr.} \\ \text{Fe}^2\text{O}^3 &= 0,007 \text{ Gr.} \\ \text{Al}^2\text{O}^3 &= 0,008 \text{ Gr.} \\ \text{NaO} &= 0,002 \text{ Gr.}\end{aligned}$$

Die Zusammensetzung des angewandten künstlichen Thonerdesilicats ist Folgende:

¹⁹ Chemische Geologie, II. 430.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Si O}^2 & = & 51,8 \\
 \text{Al}^2\text{O}^3 & = & 27,1 \\
 \text{Na O} & = & 20,2 \\
 \hline
 & & 99,1
 \end{array}$$

Die Kieselsäure und die Thonerde stehen, wie man sieht, in dem gelösten Theil in einem andern Verhältniss zu einander, als in dem angewandten Silicat, das letztere ist säurereicher. Es muss also in Folge der Einwirkung des Eisenoxydhydrats eine Zerlegung desselben, die Abspaltung eines basischeren Thonerdesilicats stattgefunden haben, welches etwas in Wasser löslich ist. Zugleich mit demselben ist auch Eisenoxydhydrat mit in das Filtrat übergegangen. Ob letzteres als mit Kieselsäure in chemischer Verbindung stehend, das Ganze also als ein lösliches Thonerde-Eisenoxydsilicat aufzufassen ist, lässt sich erst auf Grund einer grösseren Anzahl von Analysen entscheiden, die auszuführen mir bisher noch nicht möglich war.

BISCHOF beobachtete auch bei Behandeln von Eisenoxydhydrat mit Natronsilicat²⁰ ein Übergehen des ersteren in das Filtrat.

Das Eisenoxydhydrat ist zwar unter gewöhnlichen Umständen in reinem Wasser vollständig unlöslich, indessen kann bekanntlich eine wässrige Lösung erhalten werden, durch Dialyse eine Lösung von Eisenoxydhydrat in Eisenchlorid. Es kann also doch, bei einer bestimmten molecularen Constitution, im Wasser gelöst existiren. Es wäre möglich, dass die Gegenwart von jenem Thonerdesilicat oder von Natronsilicat eine derartige Constitution hervorzurufen vermag.

Dass lösliche Thonerde-Eisenoxydsilicate auch natürlich vorkommen, dafür führt Bischof einige Belege an.

Der Absatz einer kalten Quelle auf der Insel Flores²¹ enthielt nach diesem Autor:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Si O}^2 & = & 67,6 \\
 \text{Fe}^2\text{O}^3 & = & 21,0 \\
 \text{Al}^2\text{O}^3 & = & 10,2 \\
 \text{Ca O} & = & 1,0 \\
 \hline
 & & 99,8.
 \end{array}$$

Ferner verdankt, nach Bischof, vielleicht der Allophan, dessen Vorkommen in Form von Stalactiten es unzweifelhaft macht, dass er sich aus Lösungen abgeschieden hat, seine Entstehung löslichen Thonerde-Eisenoxydsilicaten; wenigstens deutet darauf das fast stets ihn begleitende Eisenoxyd hin. Im »Blauen Stollen« von Querberg in Schlesien gibt Bischof an (Chem. Geologie II. S. 348) fand man

²⁰ Chemische Geol. I. Seite 80.

²¹ Bischof, Lehrb. der chem. Geol. I. S. 533.

sowohl Decke als Boden mit Allophan überkrustet. Das Gestein des Stollens war theils Quarzschiefer, theils Glimmerschiefer, welcher letztere von zahlreichen Eisenockeradern und Nestern durchsetzt war. BISCHOF bringt letztere Erscheinung mit dem Auftreten von Allophan in dem Stollen in Verbindung, indem er annimmt, dass letzterer als Thonerde-Eisenoxyd- oder -Eisenoxydulsilicat in Lösung gegangen sei.

Einen weitem Versuch stellte ich in der Weise an, dass ich feingepulverten Scolezit mit einer Lösung von Eisenchlorid übergoss und das Gemenge in einem Kochfläschchen einige Tage einer Temperatur von ca. 80° C. aussetzte. Eine Einwirkung war bald wahrzunehmen. Es setzte sich ein zäher rothbrauner Schlamm auf dem Boden des Gefäßes fest, und die Farbe der überstehenden Lösung wurde bedeutend heller. In derselben fand ich, nachdem sie filtrirt war, beträchtliche Mengen von Thonerde und Kalk. Der sorgfältig ausgewaschene rothbraune Rückstand hatte folgende Zusammensetzung:

$$\begin{array}{r} \text{SiO}^2 = 50,91 \\ \text{Fe}^2\text{O}^3 = 48,03 \\ \hline 98,94. \end{array}$$

Thonerde und Kalkerde waren nur in geringen Spuren nachweisbar. Ähnliche, wenn auch nicht so vollständige Umsetzungen erhielt ich, als ich anstatt des Scolezits Natrolith und Analcim anwandte.

Es zeigt also der Versuch, dass dreiwerthiges Eisen, hier in Verbindung mit Chlor, im Stande ist, Thonerde aus ihrer Verbindung mit Kieselsäure zu scheiden und an Stelle derselben in äquivalenten Mengen einzutreten. Eine derartige Verdrängung der Thonerde durch Eisenoxyd ist auch mehrfach in der Natur nachgewiesen worden. BERGMANN²² hat einen dunkelgrünen Mesotyp von Brevig untersucht und fand darin eine beträchtliche Menge Thonerde durch 7,5 Proc. Fe^2O^3 und etwas Natron durch 2,4 Proc. FeO ersetzt.

Die von GERHARD VOM RATH analysirten, zersetzten Scapolithe von Arendal besitzen folgende Zusammensetzung:

	1	2	3
$\text{SiO}^2 =$	59,74	29,52	49,5
$\text{Al}^2\text{O}^3 =$	16,20	15,77	27,5
$\text{Fe}^2\text{O}^3 =$	7,90	19,14	—
$\text{CaO} =$	2,15	9,02	15,0
$\text{MgO} =$	4,02	8,50	—
$\text{KO} =$	4,42	0,37	—
$\text{NaO} =$	4,41	0,58	8,0
$\text{OH} =$	1,83	10,89	—
$\text{CO}^3\text{Ca} =$	—	4,62	—
	<u>100,57</u>	<u>98,41</u>	<u>100.</u>

²² Pogg. Ann. 84, 491.

Analyse 3 gibt die Zusammensetzung eines nicht zersetzten Scapoliths. In No. 1 ist die Menge des vorhandenen Eisenoxyds geringer als die der fortgeführten Thonerde äquivalente Menge.

Wahrscheinliche Art und Weise der Einwirkung von Eisenoxyd bei den Feldspathen von Meiersgrund.

Aus den angeführten Versuchen geht also hervor, dass sehr wohl eine causale Beziehung des Eisenoxyds zur Entfernung von Thonerde aus Thonerdesilicat denkbar ist. Es liegt mir nun noch ob, etwas näher die Art und Weise des Einflusses zu bestimmen, welchen das Eisenoxyd speciell bei den Feldspathen von Meiersgrund bezüglich des Thonerdeverlustes ausgeübt haben mag. Hier ist zunächst nöthig zu wissen, wie der Eisenerker in die Feldspathe hineingekommen ist.

Sehr wahrscheinlich war das in den Gewässern so verbreitete Eisenoxydulbicarbonat die Mutterverbindung, aus dem durch Kohlensäureverlust und Sauerstoffaufnahme Eisenoxydhydrat entstand. Eine andere Möglichkeit wäre, dass es sich aus Eisenoxydulsulfat (entstanden durch Zersetzung von Schwefelkies) gebildet hätte; indessen wäre dann das Zusammenvorkommen mit kohlensaurem Kalk nicht zu erklären, da letzterer sich mit Eisenoxydulsulfat sofort zu Gyps umsetzt.²³

Es lässt sich nun denken, dass das Eisenoxydhydrat einfach im mechanischen Contact seine Einwirkungen auf das Thonerdesilicat geäussert habe; die Möglichkeit dieses Vorgangs zeigt das mit künstlichem Thonerdesilicat angestellte Experiment; ferner liesse sich hierfür die bei der mikroskopischen Untersuchung beobachtete Erscheinung anführen, dass die Silicatrete in Berührung mit Eisenerkerflocken eine gelbe Farbe annehmen. Man kann sich die Sache jedoch auch anders denken. Es ist nämlich auch möglich, dass zuerst nur Eisenoxydulbicarbonat auf die Feldspathe eingewirkt habe, indem Eisenoxydul Alkali verdrängte, und eine dem

²³ Chemische Geol. I. Seite 51.

Pinitoid ähnliche Substanz entstand, und dass bei der später erfolgten Oxydation des im Silicat befindlichen Eisenoxyduls das Eisenoxyd in statu nascendi seine Einwirkung auf das Thonerdesilicat begann.

Es machen namentlich die kleinen dunklen, mikroskopisch wahrgenommenen Ferritkörnchen, welche die Silicattheile in grosser Menge durchschwärmen, eher den Eindruck einer Entstehung aus Eisenoxydulsilicat als aus Eisenoxydulbicarbonat. Dass der Pinitoid leicht einer Zersetzung durch Oxydation des Eisenoxyduls unterliegt, konnte ich mehrfach im Porphyrgebiet von Botzen beobachten, wo ich öfters die grüne Masse von rothbraunen Flecken oder Adern durchsetzt fand. Auch KNOP erwähnt ähnliches von dem Chemnitzer Pinitoid.

Die Einwirkung des Eisenoxyds kann nicht darin bestanden haben, dass dasselbe die Thonerde gleichsam verdrängte und an Stelle derselben in Verbindung mit der Kieselsäure trat. Denn falls dieser Process stattgefunden hätte, müsste sich in den Afterkrystallen eine der fortgeführten Thonerdemenge ungefähr äquivalente Menge Eisenoxyd mit Kieselsäure sich in Verbindung finden. Das ist aber keineswegs der Fall. Bei der chemischen Untersuchung konnten nur sehr geringe Mengen von Eisenoxydsilicat nachgewiesen werden, ja es fand sich, dass mehrfach die Menge der fortgeführten Thonerde die ganze, im Afterkrystall enthaltene Menge Eisenoxyd (das Eisenoxydhydrat mit eingerechnet) beträchtlich übersteigt. So z. B. enthält ein Exemplar $2,78 \text{ Fe}^2\text{O}^3$, während ca. 7 Proc. Al^2O^3 fortgeführt worden ist in einem andern sind 4,96 Proc. Fe^2O^3 , während der Thonerdeverlust 12 Proc. beträgt.

Wahrscheinlich findet auch jener Verdrängungsprocess nur dann statt, wenn das Eisenoxyd als Salz einer Säure, die zugleich auch mit Thonerde eine in Wasser lösliche Verbindung zu bilden vermag, auf das Thonerdesilicat einwirkt.

Ich neige mich daher eher zu der Ansicht, dass das Eisenoxyd insofern die Ursache des Thonerdeverlustes ist, als es ähnlich

wie bei dem Versuch mit künstlichem Thonerdesilicat die Bildung löslicher basischer Thonerde- oder Thonerde-Eisenoxydsilicate veranlasst hat. Sichere Beweise für diese Ansicht zu erbringen, vermag ich indessen bis jetzt noch nicht. Es fehlt noch zu sehr an thatsächlichen Anhaltspunkten, aus denen die specielleren Vorgänge der Zersetzung erschlossen werden könnten. Es kommt in Bezug hierauf höchstens Folgendes in Betracht.

1. Es schienen einige mikroskopische Beobachtungen bezüglich der Art und Weise des Zusammenvorkommens der Kieselsäure mit dem grünen Thonerdesilicat darauf hinzudeuten, dass das Thonerdesilicat einer Zersetzung derart unterlegen sei, dass Kieselsäure zurückblieb. Es liesse sich dies, abgesehen davon, ob jene Schlussfolgerung richtig ist oder nicht, mit obiger Ansicht ganz gut vereinbaren, indem man annimmt, dass das grüne Silicat durch das Eisenoxyd in freie Kieselsäure und ein sehr basisches Silicat zerlegt worden sei.

2. Bei allen untersuchten Pseudomorphosen von Meiersgrund, sowie auch in verschiedenen anderen eisenoxydhaltigen, verwitterten Feldspathen, liessen sich von Salzsäure zersetzbare Thonerde-Alkalisilicate nachweisen, die vielleicht auch Eisenoxyd enthielten. Vielleicht steht diese Erscheinung mit der Beobachtung in Zusammenhang, dass das grüne Silicat in der Nähe von Eisenockerflocken eine oft intensiv gelbe Farbe annimmt. Es wäre möglich, dass diese gelbgefärbten Parthien im feingepulverten Zustand von Salzsäure angreifbar wären, und dass von ihnen die in der Salzsäurelösung sich findenden Thonerde- und Alkalimengen stammen. Sie wären alsdann gewissermassen als ein Durchgangsstadium des Processes zu betrachten, dessen Endresultat die Bildung löslicher Thonerde-Eisenoxydsilicate ist, als ein Stadium, in dem schon der Zusammenhang zwischen den Bestandtheilen des grünen Silicats gelockert erscheint. Freilich steht damit nicht recht der etwas hohe Kieselsäuregehalt im Einklang, der für das von Salzsäure zersetzbare Silicat gefunden wurde. Indessen ist zu berücksichtigen, dass dieser insofern fehlerhaft bestimmt worden sein kann, als das kohlensaure Natron, mit dem der in Salzsäure unlösliche Rückstand behufs Bestimmung der in Freiheit gesetzten Kieselsäure ausgekocht wurde, auch dem von

Schwefelsäure zersetzbaren Silicat leicht etwas Kieselsäure entzogen haben kann.

Sicherere Angaben über die näheren Details des Zersetzungsprocesses lassen sich wohl erst dann machen, wenn es gelingen sollte, in Spaltenräumen des Muttergesteins der Pseudomorphosen Absatzproducte der circulirenden Gewässer in genügender Menge aufzufinden.

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: 1878

Band/Volume: [1878](#)

Autor(en)/Author(s): Dalmer Karl

Artikel/Article: [Die Feldspathpseudomorphosen der Wilhelmsleite bei Ilmenau. 224-264](#)