

Die regelmässigen Verwachsungen von Mineralen verschiedener Art.

Von

O. Mügge in Königsberg i. Pr.

Mit 82 Figuren.

Die regelmässigen Verwachsungen von Mineralen verschiedener Art haben seit dem Aufsätze SADEBECK's in POGG. Ann. Ergänzungsbd. 8. 659. 1878 keine Zusammenstellung, und eine eingehendere Discussion überhaupt noch nicht erfahren. SADEBECK's Übersicht war nur eine gelegentliche, auch keine vollständige¹, ausserdem sind seit jener Zeit eine erhebliche Anzahl neuer regelmässiger Verwachsungen bekannt geworden, sowohl von natürlichen wie künstlichen Krystallen. Die Leichtigkeit, mit der manche der letzteren erhalten werden können, berechtigt zu der Meinung, dass solche Verwachsungen keineswegs gewissermaassen nur ausnahmsweise entstehen, dass sie demnach eine grössere Aufmerksamkeit verdienen, als ihnen bisher zu Theil geworden ist.

In der folgenden Zusammenstellung habe ich mich auf die Verwachsungen von Mineralen miteinander und mit einigen wenigen künstlichen Krystallen beschränkt, solche künstlicher Krystalle unter sich nicht berücksichtigt, letzteres nicht etwa deshalb, weil ich diese für weniger wichtig halte — ich glaube vielmehr, dass sie für das Studium der Entstehung und Bedeutung solcher Verwachsungen zunächst

¹ Von den hier behandelten ca. 70 Verwachsungen sind bei SADEBECK nur 18 aufgeführt, obwohl bereits damals nahe doppelt so viele bekannt waren.

sogar die bessere Handhabe bieten werden —, sondern weil die krystallographischen Untersuchungen an ihnen vielfach zu wünschen übrig lassen. Sie beruhen zum grossen Theil auf nur mikroskopischen Beobachtungen, und vielfach ist nicht einmal die Krystallform der Componenten einigermaassen vollständig bekannt, eine Definition des Verwachsungsgesetzes daher unmöglich.

Von der Zusammenstellung ausgeschlossen sind ferner alle isomorphen Verwachsungen und Umwachsungen, deren Abgrenzung von den Verwachsungen nicht isomorpher aber doch verwandter Substanzen allerdings nicht ganz sicher ist. Im Allgemeinen sind aber Verwachsungen chemisch und krystallographisch nahe verwandter Substanzen nicht aufgenommen, wenn sie derselben Symmetriegruppe angehören, wohl aber, wenn sie von verschiedener Symmetrie sind, indem ich von der Ansicht ausging, dass eine stetige Änderung der geometrischen und physikalischen Constanten, wie sie für Glieder einer isomorphen Mischungsreihe gefordert wird, mit der Verschiedenheit der Symmetrie ihrer Endglieder in Strenge nicht verträglich ist. Weiter sind nicht berücksichtigt die regelmässigen Verwachsungen der Modificationen polymorpher Substanzen, soweit sie auf Umlagerung im festen Zustande (eigentlicher Paramorphose) beruhen, dagegen sind sie aufgenommen, wenn die eine Modification aus Lösung oder Schmelzfluss auf der anderen zum Absatz gelangte. Die regelmässigen Verwachsungen der beiden Modificationen enantiomorpher Krystalle endlich sind fortgelassen, da sie sich wohl näher den Zwillingverwachsungen gleichartiger Krystalle anschliessen.

Hinsichtlich der übrigen habe ich Vollständigkeit angestrebt; da aber die Literatur über diese bisher nur gelegentlich behandelten Erscheinungen ganz ausserordentlich zerstreut und vielfach in Aufsätzen ganz verschiedener Art versteckt ist, zweifle ich nicht, dass mir einiges entgangen sein kann und werde für jede Ergänzung dankbar sein, bemerke aber, dass alle sogen. „halbregelmässigen“ Verwachsungen und alle, deren Verwachsungsgesetz nicht hinreichend sicher festgestellt ist, absichtlich ausgelassen sind. Manche davon, welche der näheren Untersuchung werth erscheinen,

sind anhangsweise in kleinerem Drucke aufgeführt. Auch unter den aufgenommenen mögen immerhin noch einige unsichere sein, namentlich solche in der älteren Literatur angegebene, welche seitdem nicht mehr beobachtet sind. Von den ca. 70 sicher bekannten Verwachsungen sind mir nur einige vierzig in natura bekannt geworden.

Für die Anordnung war das Krystallsystem der beiden Componenten maassgebend; man vergleiche die Inhaltsübersicht und das alphabetische Verzeichniss am Schluss, welche auch bei der Discussion der geometrischen und chemischen Verhältnisse der regelmässigen Verwachsungen, welche der Zusammenstellung angeschlossen ist, gute Dienste leisten werden. Die beigegebenen Figuren sind fast alle nach den citirten Abhandlungen reproducirt.

Specieller Theil.

Zusammenstellung der regelmässigen Verwachsungen.

1. Kupfer mit Cuprit.

Nach O. MÜGGE (dies. Jahrb. 1898. II. 151) erscheint Cuprit als Überzug auf Kupferkrystallen von Burra-Burra in Süd-Australien. Die nach 3 Flächenpaaren von $\{110\}$ säulenförmig entwickelten Krystalle sind Viellinge nach der zur Säulenrichtung senkrechten Oktaëderfläche (Fig. 1). Der Cuprit besteht aus sehr kleinen Oktaëdern, welche sich in Parallelstellung zum Kupfer befinden und daher auf den scheinbar einheitlichen Säulenflächen $\{110\}$ des Kupfers die polysynthetische Zwillingsbildung dadurch verrathen, dass ihre kleinen Oktaëderflächen auf den den Individuen I, III, V angehörigen Flächentheilen der Säule in anderer Stellung schimmern als auf den II, IV und VI angehörigen.

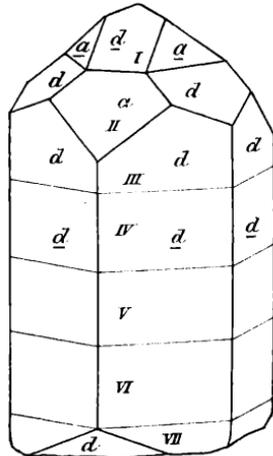


Fig. 1.

Analoges ist beobachtet an „blattförmigen“ Kupfer von Cornwall, an moosförmigem von Massa marittima in Ober-

italien, weniger deutlich auch an einigen sibirischen Vorkommen. Auch Krystalle von Globe in Arizona, welche kürzlich für die Universitätsammlung erworben wurden, sind z. Th. denen von Burra-Burra ganz ähnlich, z. Th. verzerrte Würfel; an letzteren macht sich der orientirte Überzug namentlich dadurch bemerklich, dass ihre Flächen tiefroth erscheinen, wenn man sie so hält, dass eine Oktaëderfläche reflectiren würde, während sie in anderen Stellungen im Allgemeinen Metallganz zeigen bis auf zahllose kleine, u. d. M. unregelmässig umgrenzte Flecke, welche dem Cupritüberzug angehören dürften. Endlich ist der orientirte Überzug neuerdings auch bemerkt auf älteren, künstlich (anscheinend elektrolytisch) dargestellten Krystallen der Form $\{001\}$. $\{111\}$.

2. Pyrit mit Bleiglanz.

Auf Pyrit, angeblich von Brosso, erscheint nach O. MÜGGE¹ Bleiglanz in papierdünnen, drei- oder sechsseitigen Blättchen

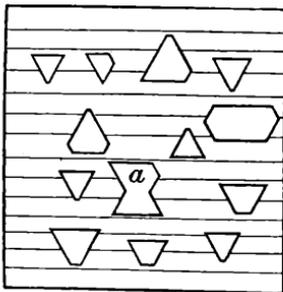


Fig. 2.

von 1 mm Breite aufgewachsen, und zwar nur auf den Würfelflächen. Seine Orientirung ist eine zweifache, nämlich derart, dass eine Oktaëderfläche parallel der Würfelfläche, eine Oktaëderkante parallel der pentagonalen Streifung des Pyrits verläuft und beide Orientirungen des Bleiglanzes also zwillingsartig nach der der Pyritwürfelfläche parallelen Oktaëderfläche sind (Fig. 2). Die Bleiglanzblättchen sind nicht im mindesten in die Würfel eingesenkt, das Wachstum des Pyrits scheint zur Zeit der Bildung des Bleiglanzes also schon völlig beendet gewesen zu sein.

Damit identische Verwachsungen (vergl. BÜCKING bei MÜGGE, l. c. p. 351) sind früher von HINTZE² am Pyrit von Elba beobachtet, aber als solche von Pyrit und Eisenglanz beschrieben.

¹ O. MÜGGE, TSCHERMAK'S Min. u. petr. Mitth. 20. 349. 1901.

² HINTZE, TSCHERMAK'S Min. Mitth. 1876. p. 141.

Ausserst dünne Überzüge von Bleiglanz auf Pyrit erwähnen auch TENNE und CALDERÓN¹ (nach COLLINS) von Rio Tinto, ohne Angaben über ihre Orientirung.

3. Bleiglanz mit Fahlerz.

WAKKERNAGEL² beobachtete auf Fahlerz von der Mühlbach im Weilburg'schen Bleiglanz in Parallelstellung aufgewachsen. Dasselbe fand K. ZIMÁNYI³ an Fahlerz vom Botes-Bergbau in Siebenbürgen⁴. Die Bleiglanze erheben sich nur wenig über die Aufwachsungsflächen und reihen sich parallel auf manchen Stufen dicht nebeneinander.

4. Fahlerz mit Pyrit.

Auf Stufen von Laurion erscheint nach O. MÜGGE (dies. Jahrb. 1895. I. 103) Pyrit in Pseudomorphosen nach einem tetraëdrischen Mineral, anscheinend Fahlerz, und zwar liegen die krystallographischen Axen beider parallel. Das Fahlerz zeigte das Tetraëder mit schmalen Abstumpfungen durch den Würfel; auf den letzteren erscheint die charakteristische Streifung der Pyritsubstanz nach den abwechselnden Kanten, und an den Ecken des Tetraëders sind die Flächen $\{120\}$ des Pyrits durchaus regelmässig vertheilt; die äussere Symmetrie der Pseudomorphosen ist daher regulär-tetartoëdrisch. Nimmt man das Pentagonododekaëder als positives, so ist das Tetraëder bei einigen Pseudomorphosen positiv, bei anderen negativ. Der Pyrit erscheint also in zweierlei Orientirung zum früheren Fahlerz, indessen kommen beide Orientirungen (welche einer Zwillingsstellung nach Art der „Eiserne Kreuz“-Zwillinge

¹ TENNE u. CALDERÓN, Die Mineralfundstätten der Iberischen Halbinsel. p. 27. 1902.

² KASTNER's Archiv f. d. ges. Naturlehre. 5. 307. 1825.

³ Zeitschr. f. Kryst. 34. 80. 1901.

⁴ Die weitere Angabe, dass die Oktaëderkanten des Galenits mit der Tetraëderkante einen rechten Winkel einschliessen, ist unklar. ZIMÁNYI giebt daselbst noch eine zweite regelmässige Verwachsung an, „und zwar derart, dass die Oktaëderkante des Galenits parallel liegt mit einer Tetraëderkante, die Hexaëder- und Oktaëderflächen bilden einen stumpfen Winkel mit der Tetraëderfläche.“ Diese Verwachsung ist also nicht hinreichend bestimmt.

entsprechen würden) nicht an demselben Fahlerzkrystall vor (Fig. 3—4).

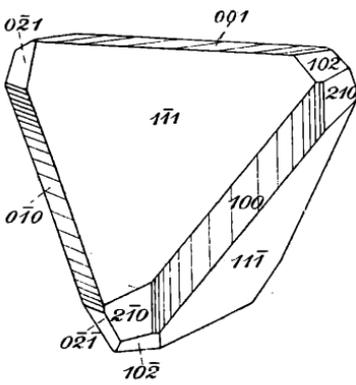


Fig. 3.

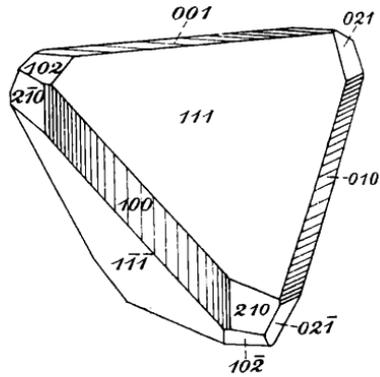


Fig. 4.

Der Eisenkies scheint ursprünglich einen glatten einheitlichen Überzug auf dem Fahlerz gebildet zu haben, jetzt ragt er hie und da auch in selbständigen kleinen würfelförmigen Kryställchen aus den Tetraëderflächen hervor (Fig. 5).

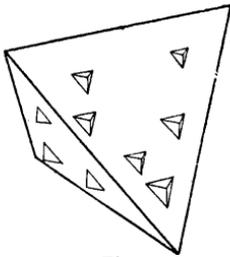


Fig. 5.

5. Fahlerz mit Zinkblende.

Es kommen hier zweierlei regelmässige Verwachsungen vor:

a) WAKKERNAGEL¹ beobachtete auf einem Fahlerzkrystall der Form $\{111\}$. $\{110\}$. $\{112\}$ von Weyden im Trier'schen einen Zinkblende-krystall der Form $\{111\}$. $\{001\}$ so aufsitzend, dass die Axen parallel waren. Fahlerz mit Überzug von Blende-krystallen erwähnen ferner (ohne nähere Angaben über die gegenseitige Stellung) auch ZINCKEN und RAMMELSBURG² vom Meiseberg bei Harzgerode.

SADEBECK³ beschreibt dieselbe Verwachsung von Kapnik und fügt hinzu, dass nicht allein die krystallographischen

¹ WAKKERNAGEL, KASTNER'S Arch. f. d. ges. Naturlehre. 5. 308. 1825.

² ZINCKEN u. RAMMELSBURG, Pogg. Ann. 77. 249. 1849.

³ SADEBECK, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 24. 442. 1872 und Pogg. Ann. Ergänzungsbd. 8. 660. 1878.

Axen parallel sind, sondern auch die gleichnamigen Tetraëder beider Minerale zusammenfallen. Ebenso erwähnt v. ZEPHAROVICH¹, dass bei Kapnik zuweilen regelmässige Verwachsungen von Fahlerz und Zinkblende vorkommen, und eine grosse Stufe der Königsberger Universitätsammlung von diesem Fundort zeigt bis $\frac{1}{2}$ Zoll grosse, stark angefressene Fahlerzkrystalle der Form $\{111\}$. $\{1\bar{1}1\}$. $\{112\}$ neben noch grösseren Zinkblendenden, gelbbraunen Krystallen der Form $\{111\}$. $\{1\bar{1}1\}$. $\{110\}$. $\{100\}$, vielfach verzwillingt nach $\{111\}$. Die Tetraëder des Fahlerzes sind hie und da ganz oder halb in die Zinkblende eingesenkt, so dass die Axen parallel liegen, die Stellung der Tetraëder nicht zu bestimmen. Da auch der von SADEBECK erwähnte Zinkblendekrystall ein Zwilling nach $0\{111\}$ ist, kann man die Verwachsung für beide Zinkblende-Individuen auch charakterisiren durch die Parallelität zweier gleichnamiger Tetraëderflächen und dreier Kanten derselben.

b) BECKE² beobachtete auf Zinkblende von Kapnik zahlreiche sehr kleine Fahlerzkryställchen derart aufgewachsen, dass die krystallographischen Axen beider zwar wieder parallel lagen, aber das positive Tetraëder des Fahlerzes parallel dem negativen der Zinkblende. Die kleinen Fahlerze sind meist so auf der Zinkblende angeordnet, dass sie möglichst wenig gegenüber der Unterlage hervorragen, sie sind in dieselbe aber durchaus nicht eingesenkt, sondern lassen sich leicht loslösen, wobei die Trennungsflächen beider Minerale ganz glatt sind. Am meisten sind die matten Flächen der Blende mit Fahlerz besetzt, z. B. $\{131\}$ und $\{001\}$ (hier sind die Fahlerze meist breit tafelig ebenfalls nach der Würfelfläche), dagegen sind die glänzenden Flächen $\{111\}$ und $\{1\bar{1}1\}$ der Zinkblende fast frei von Fahlerz. Dicht besetzt sind auch die feinen Zwillinglamellen der Blende, namentlich auf den Flächen $\{110\}$, welche für die Zwillinge zusammenfallen und auf welchen dann die Fahlerze in zwei Orientirungen erscheinen.

A n h a n g.

1. Die Versuche, durch welche WAKKERNAGEL (KASTNER'S Arch. f. d. ges. Naturlehre. 5. 308. 1825) am Alaun parallele Überwachsungen

¹ Min. Lexikon. II. 322. 1873.

² TSCHERMAK'S Min. u. petr. Mitth. 5. 331. 1883.

durch Bleinitrat erzielt haben wollte, sind von KOPP (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 15. 1653. 1882) ohne Erfolg wiederholt.

2. Boracit überwachsen von Alaun (WAKKERNAGEL, l. c.). Es gilt dasselbe wie vorher; auch von Herrn Dr. JOHNSEN im hiesigen Institut angestellte Versuche waren erfolglos.

3. Nach G. NORDSTRÖM (Ref. Zeitschr. f. Kryst. 4. 526. 1880) kommen auf der Eisengrube in Norberg Oktaëder vor, welche aus parallelen Schalen von Magnetit und Buntkupfererz bestehen neben solchen von reinem Magnetit und reinem Buntkupfererz.

4. FRANKENHEIM (Lehre von der Cohäsion. p. 354. 1835) giebt an, dass nach MARX (KASTNER's Archiv f. d. ges. Naturl. 5. 306. 1825) Flussspath und Pyrit mit parallelen Axen verwachsen. Das Citat ist nicht richtig; ich habe nicht finden können, wo MARX diese Angabe macht.

6. Arsen mit Arsenolith.

An Krystallen von künstlichem Arsen, welche mehrere Jahrzehnte aufbewahrt und von einer staubartig aussehenden Schicht von Arsenolith bedeckt waren, bemerkte Verf. ¹ u. d. M.,

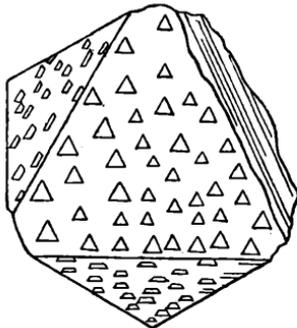


Fig. 6.

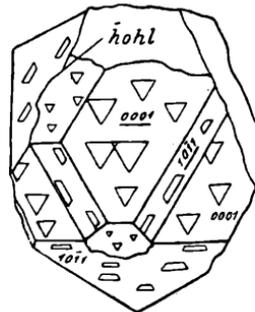


Fig. 7.

dass letzteres feine, nach einer Oktaëderfläche tafelige Kryställchen bildete, welche auf den Flächen $\{0001\}$ wie auf den rhomboëdrischen Seitenflächen des Arsens so orientirt waren, dass eine Oktaëderfläche parallel der Basis lag, zugleich eine Oktaëderkante parallel einer Kante zum Rhomboëder, und zwar sind die stumpfen Kanten des Oktaëders den stumpfen Kanten $\{0001:10\bar{1}1\}$ zugewandt. Wo den rhomboëdrischen Tafeln des Arsens Theile in Zwillingsstellung nach $\{0001\}$ halb oder ganz eingesenkt sind, erscheinen auch die Oktaëder

¹ O. MÜGGE, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 19. 102. 1900.

des Arsenolith um 180° gegenüber denen auf dem Haupttheil gedreht (Fig. 6 u. 7¹).

7. Magnetkies mit Bleiglanz.

LACROIX² beobachtete an Pseudomorphosen von Markasit nach Magnetkies von der Grube Pontpéan (Ille-et-Vilaine, Bretagne) eine Kruste von Bleiglanz, dessen Kryställchen so zum Magnetkies gestellt waren, dass eine Würfelfläche parallel der Basis und eine andere Würfelfläche parallel dem Protoprisma lag. Wie Fig. 8 zeigt, hat der Bleiglanz auf jeder Fläche (10 $\bar{1}0$) und dem ihr anliegenden Sextanten der Basis nur eine, einheitliche, Orientirung, es kommen nicht alle 3 möglichen Orientirungen des Bleiglanzes promiscue vor. (Der Markasit, der die Hauptmasse der Pseudomorphosen bildet, hat ebenfalls eine regelmässige Orientirung zum Magnetkies, ebenso der statt des Bleiglanzes zuweilen vorkommende Pyrit, vergl. No. 8 u. 34.)

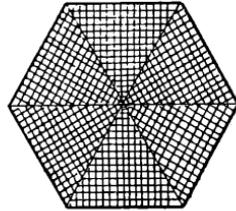


Fig. 8.

8. Magnetkies mit Pyrit.

BREITHAUPT³ beobachtete von der Grube Neuglück bei Drei-Eichen unweit Freiberg „Leberkies in hexagonalen Prismen, Pseudomorphosen nach Magnetkies, wieder regelmässig verwachsen mit Eisenkies, so dass die Würfelflächen des letzteren parallel einer prismatischen Fläche des vorigen liegen, und eine rhombische Axe des Eisenkieses wieder parallel mit der hexagonalen Hauptaxe des ursprünglichen Magnetkieses.“

Danach ist die Orientirung beider Minerale dieselbe, welche später LACROIX⁴ von der Grube Pontpéan als neu beschrieb (vergl. unter No. 34, Magnetkies mit Markasit)

¹ In Fig. 7 sind die Blättchen von Arsenblüthe auf (0001) des Hauptkrystalls versehentlich auch in Zwillingslage gezeichnet.

² LACROIX, Compt. rend. 125. 265. 1897; Bull. soc. franç. de min. 20. 223. 1897; Minéralogie de la France. II. 567. 1897.

³ BREITHAUPT, Paragenesis. p. 130. 1849.

⁴ LACROIX, Compt. rend. 125. 265. 1897; Bull. soc. franç. de min. 20. 223. 1897; Minéralogie de la France II. 569. 1896/97.

(vergl. Fig. 41). Vielleicht haben auch MIERS¹ derartige Verwachsungen in Pseudomorphosen von Pyrit nach Magnetkies von Cornwall vorgelegen, er sagt indessen nur: „The cubes of pyrites which constitute each hexagonal plate are for the most part arranged in regular position, and parallel to each other.“

9. Magnetit (Magnoferrit und Pleonast) mit Eisenglanz (Titaneisen).

Die erste Mittheilung über diese Verwachsungen verdankt man wohl HÄIDINGER². Er beobachtete, dass oktaëdrische Eisenerze von Brasilien aus einer grossen Zahl kleinerer Krystalle bestanden, welche denen des Eisenglanzes ähnlich waren³. Ein Bruchstück aus Sibirien zeigte dieselben Veränderungen, nur waren die Krystalle des Eisenglanzes in diesem Falle so klein, dass sie eine compacte Masse bildeten. Vom Vesuv dagegen sah HÄIDINGER eine Stufe, welche durch ihr gröberes Gefüge die von den brasilianischen Oktaëdern gegebene Erklärung „erläuterten“. Die rohe Form des Oktaëders wurde hier erzeugt durch sehr deutliche, nach (0001) tafelige Kryställchen von Eisenglanz; diese lagen mit ihren breiten Flächen z. Th. denen des Oktaëders parallel, während in anderen oktaëdrischen Gruppen dadurch, dass die Flächen der neu gebildeten Krystalle über die Oberfläche des Oktaëders herausragten, eine Art erhabenes Netzwerk erzeugt ward.

Derartige Gebilde, und zwar aus dem Fosso di Cancherone, sind dann später von SCACCHI⁴ beobachtet. Er stellte ebenfalls fest, dass die Eisenglanztafeln mit ihrer basischen Endfläche (annähernd) parallel denen des Oktaëders liegen, konnte indessen die Art und Orientirung ihrer Randflächen nicht erkennen. Ebenso beschrieb er ähnliche, beim Vesuvausbruch von 1855 entstandene Bildungen, solche von Lipari

¹ MIERS, Min. Mag. 11. 273. 1897.

² HÄIDINGER, Pogg. Ann. 11. 188. 1827.

³ HAUSMANN erwähnt später (Abh. Götting. Ges. d. Wiss. 7. 7. 1857), dass in Pseudomorphosen von Eisenglanz nach Magneteisen von Inficionado in Minas Geraes sich manchmal nicht nur die äussere Form, sondern auch das „den Oktaëderflächen entsprechende blätterige Gefüge“ erhalten habe.

⁴ Nach den Angaben und Abbildungen bei J. ROTH, Der Vesuv etc. 1857. p. 317 und G. VOM RATH, dies. Jahrb. 1876. 387.

und vom Monte Spino am Lago d'Agnano. G. VOM RATH (l. c.) bemerkte aber, dass die Gebilde magnetisch waren, so dass man sie für eine „Verschlingung“ von Magneteisen und Eisenglanz halten möchte, im Widerspruch damit erschien ihm aber, dass sie kein Eisenoxydul enthielten. Darauf zeigte RAMMELSBERG¹, dass die oktaëdrischen Krystalle ein Gemenge von Eisenoxyd und einem von ihm als Magnoferrit, $MgFe_2O_4$, bezeichneten Gliede der Spinellgruppe seien.

Nähere Untersuchungen über die Lagerung der Eisenglanzblättchen zu dem spinellartigen Mineral stellte dann

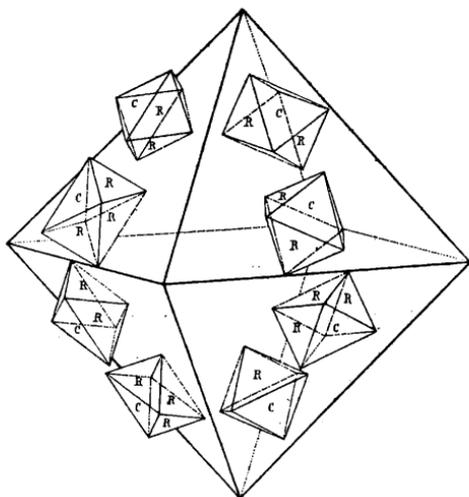


Fig. 9.

G. VOM RATH², und zwar an Kryställchen von Ascension, an. Den oktaëdrischen Krystallen (z. Th. Zwillingen nach dem Oktaëder) sind Eisenglanzblättchen so eingeschaltet, dass deren Basis parallel den Oktaëderflächen liegt und zugleich die „zweizähligen“ Axen beider Minerale parallel sind. An einer ausgezeichneten Gruppe vom Vesuv ermittelte er dann später³, dass die Eisenglanztäfelchen in 8 verschiedenen Stellungen, nämlich je zweien in Bezug auf jede Oktaëderfläche vorhanden waren; es ist $(0001) // (111)$, ausserdem die

¹ RAMMELSBERG, Pogg. Ann. **104**. 542. 1858 und **107**. 451. 1859.

² G. VOM RATH, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **25**. 108. 1873.

³ G. VOM RATH, dies. Jahrb. 1876. 386. Taf. VIII Fig. 1—3.

Kante $(0001 : 10\bar{1}1)$ 90° und 270° geneigt zu den Oktaëderkanten. Dabei werden auf jeder Oktaëderfläche nur diejenigen Eisenglanztafelchen deutlich sichtbar, welche ihr nicht parallel

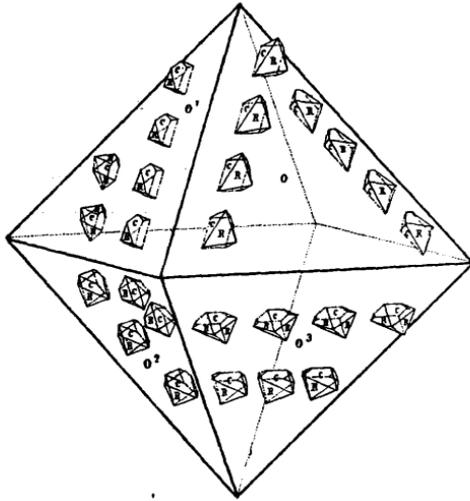


Fig. 10.

liegen (Fig. 9—13). Demgegenüber hielt SCACCHI (dies. Jahrb. 1876. p. 637) ein anderes Verwachsungsgesetz für wahrscheinlicher, welches aber in den Winkelwerthen analoger Flächen so wenig von dem vom RATH'schen abweicht, dass bei der



Fig. 11.



Fig. 12.

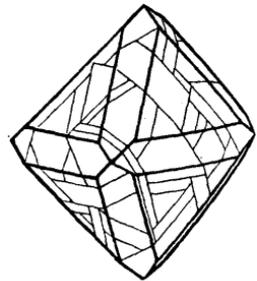


Fig. 13.

unvollkommenen Ausbildung der Krystalle eine Entscheidung durch Messung nicht möglich war. Immerhin erscheint die Deutung vom RATH's als die wahrscheinlichere, da bei den meisten regelmässigen Verwachsungen das überwachsende

Mineral nach jener Fläche tafelig entwickelt zu sein pflegt, welche einer Fläche des anderen sich anlegt; letzteres würde bei dem SCACCHI'schen Gesetz nicht genau der Fall sein. Dazu kommt, dass später von BÜCKING¹ Magnetit in regelmässiger Verwachsung mit Eisenglanz auf einer Stufe von der Alp Lercheltiny im Binnenthal aufgefunden wurde, wobei der Magnetit in die Eisenglanztafel so eingesenkt war, dass (111) // (0001) und eine Oktaëderkaute senkrecht zur Kante (0001 : 10 $\bar{1}$ 1) lag, eine Orientirung demnach, welche dem vom RATH'schen Verwachsungsgesetz folgt.

Verwachsungen ähnlich der vom Vesuv scheinen unter den Fumarolenbildungen der Vulcane sehr häufig zu sein.

LACROIX² hat sie beschrieben vom Roc de Cuzeau (Mont-Dore) (Fig. 14), ferner zusammen mit P. GAUTIER von Royat (Puy-de-Dôme)³, BERGÉAT (dies. Jahrb. 1897. II. p. 114) vom Stromboli; ob auch die von KNOP⁴ analysirten und demnach als ein Gemenge von Fe₂O₃ und titanhaltiger Spinellsubstanz deutbaren Oktaëder aus dem Koppit-Kalkstein von Sche-

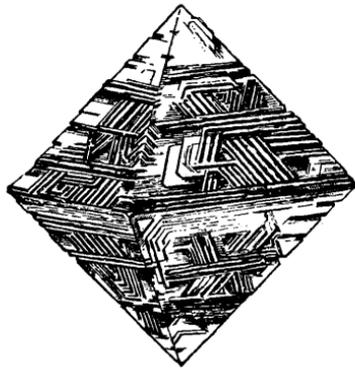


Fig. 14.

lingen im Kaiserstuhl ähnlich struirt sind, bleibt zweifelhaft. Jedenfalls ist es aber wahrscheinlich, dass statt Eisenglanz auch Titaneisen in diese Verwachsungen eintreten kann. Solche sind wohl zuerst von BECKE gelegentlich seiner Ätzuntersuchungen am Magnetit⁵ beobachtet. Er giebt an, dass die Magnetitoktaëder von Pfitsch mit Tafeln von Titaneisen erfüllt waren, welche parallel den Oktaëderflächen lagen. Später hat auch CATHREIN⁶ solche in Magnetit vom Zillertal beobachtet und

¹ BÜCKING, Zeitschr. f. Kryst. 1. 575. 1877.

² LACROIX, Bull. soc. franç. de min. 15. 11. 1892.

³ LACROIX u. GAUTIER, Compt. rend. 126. 1529. 1898.

⁴ KNOP, Der Kaiserstuhl i. Br. p. 17. 1892.

⁵ BECKE, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 7. 233. 1885.

⁶ CATHREIN, Zeitschr. f. Kryst. 12. 40. 1887.

analysirt, auch ROSENBUSCH¹ erwähnt mikroskopische Einlagerungen von Titaneisen in Magnetit des Nephelinbasaltes vom Katzenbuckel nach Beobachtungen von LATTERMANN und² aus Glimmerdiorit der Insel Cabo Frio. Das Titaneisen bleibt beim Auflösen des Magnetit in Salzsäure in Form eines hexagonalen Netzwerkes zurück. Auch diese mikroskopische Verwachsung scheint recht häufig zu sein³. Die nähere Lagerung der Täfelchen in den Oktaëderflächen scheint indessen in diesen Fällen nicht festgestellt zu sein⁴.

Verf. beobachtete in blaugrau durchsichtigem Spinell (eingewachsen in Kalk, vom Monzoni?) parallel den Oktaëderflächen eingelagerte braunviolette Blättchen ganz vom Aussehen derer in Hypersthen etc. Sie erscheinen in Schnitten nach einer Oktaëderfläche von drei- oder sechsseitigem Umriss, z. Th. etwas skeletartig, in anderen Schnitten als äusserst dünne, tiefbraune oder undurchsichtige Strichelchen ohne merkliche Einwirkung auf polarisirtes Licht. Ich halte sie für Titaneisenglimmer, welcher dem Spinell nach demselben Gesetz eingelagert ist wie oben dem Magnetit, eine nähere Untersuchung musste mangels Material unterbleiben; unzweifelhaft vom Monzoni stammende (grün durchsichtige) Spinelle zeigten die Einlagerungen nicht.

Während in diesen Fällen der Spinell als der Träger der Verwachsung erscheint, beschrieb PELIKAN⁵ jüngst auch den umgekehrten Fall. In Pseudomorphosen von Magnetit + Rutil nach Titaneisen von der Alp Lercheltiny war der

¹ ROSENBUSCH, Mikrosk. Phys. I. 287. 1892.

² l. c. II. 246. 1896.

³ vergl. TEALL, Quart. Journ. Geol. Soc. 40. 651. 1884 und die selbst aufgeführte Literatur.

⁴ Es scheint nicht unmöglich, dass das blätterige Gefüge, welches vom Martit zuweilen angegeben wird, auf der Einlagerung von Eisenglanz-täfelchen beruht. Beim Zerkleinern von Magnetitkrystallen erhält man öfter auch roth durchscheinende Blättchen vom Habitus des Eisenglanzes; auch kann man solche von der Oberfläche mancher Magnetitoktaëder mit einer Nadel abheben. Ganz neuerdings (Amer. Journ. Sc. 163. 211. 1902) erwähnt O. A. DERBY, dass in Magneteisenerz vom Rio Doce im Staate Espirito Santo in Brasilien grüner Spinell und ein braundurchscheinendes Titanmineral netzähnlich angeordnet auf den Zwillingssebenen erscheinen, etwa so wie die Tafeln von Taenit im Meteoreisen.

⁵ PELIKAN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 21. 226. 1902.

Magnetit zum Ilmenit der Form $\{0001\}$. $\{22\bar{4}3\}$ wie vorher orientirt und vergesellschaftet mit Rutil, dessen Axe c // den Kanten $(22\bar{4}3:0001)$ liegt. (Die übrige Orientirung nicht sicher festzustellen, aber wahrscheinlich dieselbe wie unter No. 31 beschrieben.) Auf einem Querschnitt senkrecht zur Basis war ein unregelmässig gestalteter Kern von Titaneisen zu erkennen, umhüllt von Magnetit-Rutil-Gemenge, letzterer in unregelmässigen Körnern. PELIKAN fasst die Pseudomorphose als eine langsam von aussen nach innen fortschreitende Entmischung auf, indem Magnetit und Rutil sich auf Kosten des Titaneisens bildeten. Nach dem oben angegebenen Verwachsungsgesetz kann der Magnetit zum Titaneisen in zwei nach (0001) hemitropen Stellungen vorkommen; beide wären gleichzeitig zu erwarten, wenn, wie PELIKAN anzunehmen geneigt ist, das Titaneisen nicht rhomboëdrisch-tetartoëdrisch, sondern rhomboëdrisch-hemiëdrisch krystallisirt¹.

10. Miersit mit Jodyrit.

Nach SPENCER² finden nicht allein isomorphe Mischungen des Miersits, $\text{CuJ} \cdot 4\text{AgJ}$, mit Marshit, CuJ , statt, sondern der Miersit verwächst auch innig mit hexagonalem Jodsilber (Jodyrit). Die Stellung beider ist nicht ganz sicher bestimmt, sehr wahrscheinlich ist aber (0001) des Jodyrit parallel (111) des Miersits, zugleich die trigonalen Umrissse beider Flächen parallel. Der Miersit ist dabei verzwillingt nach zwei Flächen $\{111\}$, und gerade parallel diesen beiden Flächen scheint der Jodyrit eingelagert zu sein³. Die obige Verwachsung, bei

¹ Nach Anfrage bei Herrn PELIKAN schreibt mir derselbe (während des Druckes), dass nach Mittheilung von Herrn FR. FOCKE in Wien der Magnetit auf dem einen Krystall von Titaneisen in nur einer Orientirung aufgewachsen ist, auf dem zweiten dagegen in beiderlei Stellung (eine stark überwiegend). Der erste Krystall entspricht also einem einfachen rhomboëdrisch-tetartoëdrischen Individuum, der zweite enthält entweder selbst Theile in Zwillingstellung nach $\{0001\}$ oder (wenn nämlich die Magnetite beiderlei Stellung miteinander zusammenhängen) die Magnetite sind verzwillingt nach $\{111\}$, wobei diese Zwillingbildung ähnlich wie oben bei No. 2 und namentlich wie unten bei No. 26 unter Einfluss der Unterlage bewirkt sein mag.

² SPENCER, Min. Mag. 13. 44. 1901.

³ Die eingelagerten Partien von Jodyrit erscheinen allerdings in Spaltblättchen nach jenen Flächen von $\{110\}$, welche senkrecht zur Kante

welcher also die regulären Pseudosymmetrieaxen des Jodyrits den entsprechenden Symmetrieaxen des Miersits sehr annähernd parallel wären, ist damit noch nicht eindeutig bestimmt, da die dreizähligen Axen beider Minerale polar sind.

11. Pyromorphit mit Bleiglanz.

In Pseudomorphosen von Bleiglanz nach Pyromorphit beobachtete HAIDINGER¹, dass bei solchen von Huelgoat zuweilen eine Spaltungsfläche des Bleiglanzes mit der Basis des früheren Pyromorphits zusammenfällt; in solchen von Wheal Hope in Cornwall war der Bleiglanz im Innern regelmässig so gelagert, dass die Würfelflächen des Bleiglanzes // (0001), (1010) und (1120) des Pyromorphits laufen und die Pseudomorphosen nach diesen Flächen spaltbar waren. Die Vertheilung der Bleiglanze in dem Pyromorphit stellt HAIDINGER durch eine Figur ganz wie Fig. 8 p. 343 dar. Die Spaltbarkeit nach Basis und Protoprisma beobachtete auch BREITHAUPT² in den Pseudomorphosen von Berncastel (seinem Sexangulit).

Nach meinen Beobachtungen ist die Spaltbarkeit nach der Basis in den meisten Vorkommen in der That eine recht vollkommene und hört am frischen Pyromorphit völlig auf, so dass eine schalige Absonderung ausgeschlossen scheint; derartige Spaltungsblättchen (welche auch leidlich reflectiren) lassen sich auch nach den Flächen des Proto- und Deuteroprismas, anscheinend aber auch nach anderen Ebenen senkrecht zur Basis leicht durchbrechen, indessen gelang es nicht, messbare Reflexe von solchen Bruchflächen zu erhalten (am Pyromorphit existirt dagegen keine Spaltbarkeit nach einer Säule, wie manche Handbücher angeben). Es mag dies daran liegen, dass die Orientirung der Bleiglanze nicht, wie in HAIDINGER's Figur, für jeden Sector der Basis einheitlich ist, sondern beide Orientirungen in jedem promiscue vorkommen. Nach der mikroskopischen Untersuchung der Spaltblättchen im auffallenden Licht scheint das Bleiglanzaggregat jedenfalls

der beiden Zwillingsoktaëderflächen liegen, mit einem Winkel von 60°, während er 70½° ca. sein müsste.

¹ HAIDINGER, Pogg. Ann. 11. 371. 1827.

² BREITHAUPT, Berg- u. Hüttenm. Zeitung. 21. 99. 1862 und 22. 36 und 44. 1863.

äusserst feinkörnig zu sein; auch in Dünnschliffen von der Grenze des Pyromorphits und Bleiglanzes zeigte sich nirgends eine Spur von Krystallbegrenzung des letzteren.

Anhang.

1. Cristobalit-Tridymit. Nach G. VOM RATH (dies. Jahrb. 1887. I. 198) finden sich am Cerro S. Cristóbal bei Pachuca auch „Parallelverwachsungen“ von Tridymitdrillingen nach $\{10\bar{1}6\}$ mit oktaëdrischen Krystallen von Cristobalit. Die Zwillingskante der Tridymitgruppe liegt parallel einer Kante des Oktaëders, und die zu dieser letzteren Kante zusammenstossenden Flächen fallen sehr nahezu in eine Ebene mit den Tafelflächen der beiden äusseren Individuen des Tridymitdrillings. (Es ist zu bemerken, dass zwei derartige Stellungen möglich sind, welche einer Zwillingsstellung des Cristobalits nach der gemeinsamen Oktaëderfläche entsprechen. Verf. ist es ausserdem wahrscheinlich, dass Cristobalit mit Tridymit nicht physikalisch isomer, sondern identisch ist.)

2. Pyrargyrit und Silberglanz. BREITHAUP (Berg- u. Hüttenm. Zeitung. 20. 153. 1861) fand Rothgiltigerz der Form $\{10\bar{1}1\}$. $\{11\bar{2}0\}$ so überkleidet von Silberglanz der Form $\{110\}$, dass sechs Flächen von $\{110\}$ parallel den Flächen von $\{11\bar{2}0\}$ waren, die sechs anderen Flächen des Rhombendodekaëders lagen „zwar in paralleler Richtung mit dem obigen $\perp R$, aber, wie nicht anders sein kann, mit anderer Neigung gegen die gemeinschaftliche hexagonale Axe der sechsseitigen Säulenform.“ „Die Erscheinung ist eine regelmässige Verwachsung, welche nicht zufällig, sondern mathematisch gesetzlich zweierlei Mineralien miteinander verbindet.“ FRENZEL (Min. Lex. Sachsen. p. 246. 1874) giebt als Fundort derselben Grube Himmelfahrt bei Freiberg an und erwähnt (p. 22), dass im Freiburger Revier auch Silberglanz von „Rothgiltigerz“ so umwachsen vorkommt, dass die hexagonalen Axen (der Silberglanz ist danach verlängert) parallel laufen. Überzüge von Arsensilberblende auf Silberglanz sind nach ihm (p. 21) ebenfalls zu Brand bei Freiberg vorgekommen. Weitere Angaben über die Orientirung fehlen.

3. Flussspath-Quarz. (BREITHAUP, Handb. III. 673. 1847.) „... Auf Flussspath sitzen Quarze zwar häufig unregelmässig auf, aber auch regelmässig so, dass ihre rhomboëdrischen Flächen vollkommen parallel mit den hexaëdrischen jener Substanz sind.“ Auch FRENZEL (Min. Lex. Sachsen p. 266. 1874) erwähnt regelmässige Verwachsung ohne Angabe näherer Orientirung von Gersdorf und Freiberg.

4. Perowskit-Titaneisen. In der JEREMEJEW'schen Grube (Kreis Slatoust) kommen nach JEREMEJEW (Ref. Zeitschr. f. Kryst. 17. 626. 1890) aus Ilmenit entstandene Perowskite so mit ersteren verwachsen vor, dass eine Würfelfläche genau parallel der Basis liegt. Die Verwachsung ist demnach, wenn überhaupt regelmässig, unvollständig bestimmt.

5. Cerargyrit mit Jodsilber durchwachsen, ähnlich wie unter No. 10 beschrieben, scheint nach PRIOR und SPENCER vorzukommen (Min. Mag. 13. 183. 1902).

12. Magnetit mit Rutil.

Auf der Alp Lercheltiny im Binnenthal kommen nach SELIGMANN¹ nach einer Fläche tafelige Oktaëder von Magnetit vor, in deren Tafelfläche kleine Kryställchen von Rutil in drei Orientirungen so ein- und aufgewachsen sind, dass ihre Axen c parallel den Oktaëderkanten, ihre Flächen $\{100\}$ parallel der tafeligen Oktaëderfläche sind; dabei würden zugleich Flächen von $\{130\}$ annähernd parallel den übrigen Oktaëderflächen liegen, denn es ist:

$$100 : 130 \text{ (Rutil)} = 71^{\circ} 34'; \text{ (Oktaëderwinkel} = 70^{\circ} 32').$$

Einen Magnetit, der nach der von Rutil überwachsenen Fläche verzwillingt war, beobachtete CATHREIN². Auffallend ist, dass die Verwachsung mit Rutil sich auf nur eine Oktaëderfläche beschränkt. Mikroskopische Verwachsungen von Magnetit und Rutil sind ebenfalls von CATHREIN (l. c.) beschrieben, sie folgen anscheinend demselben Gesetz (vergl. auch No. 31).

13. Bolëit mit Cumengëit.

Die würfeligen (nach den optischen Eigenschaften in ihren äusseren Partien allerdings tetragonal zu deutenden) Bolëite von Boleo, $3[\text{Pb Cl}(\text{OH}) \cdot \text{Cu Cl} \cdot (\text{OH})] + \text{Ag Cl}$, sind nach MALLARD und CUMENGE³ mit dem tetragonalen Cumengëit, $\text{Pb Cl}_2 \cdot \text{Cu O} \cdot 2\text{H}_2\text{O}^4$, so verwachsen, dass die Flächen der Basis und des Deuteroprismas des letzteren mit den Würfelflächen parallel sind. Dabei erscheint auf jeder Würfelfläche des Bolëit eine Pyramide $\{101\}$ des Cumengëit so aufgesetzt, dass statt der Würfelkanten Rinnen mit einem Winkel von $152^{\circ} 41'$ entstehen (Fig. 15). Bemerkenswerth erscheint, dass die äusseren Theile des Bolëits sich in ihren optischen Eigenschaften dem aufgewachsenen Cumengëit sehr nahe anschliessen. Diese

¹ SELIGMANN, Zeitschr. f. Kryst. 1. 380. 1877.

² CATHREIN, Zeitschr. f. Kryst. 8. 326. 1884. In diesen beiden Orientirungen könnte der Magnetit auftreten, wenn er nach demselben Gesetz auf einer Fläche $\{100\}$ des Rutils aufgewachsen wäre.

³ MALLARD und CUMENGE, Compt. rend. 113. 519. 1891 und Bull. soc. franç. de min. 14. 283. 1891.

⁴ MALLARD, Bull. soc. franç. de min. 16. 184. 1893.

Theile sind optisch einaxig, die optische Axe senkrecht zu den Würfel­flächen, also zusammenfallend mit den optischen Axen des aufgewachsenen Cumengéit, die Doppelbrechung in beiden negativ, ω des Cumengéits (2,026) nahe gleich dem einen Brechungsexponenten (2,07 ca.) des Boléits (es ist nur ein Brechungsexponent bestimmt). LACROIX hat nach den Angaben von DANA¹ ausserdem eine Abnahme der Doppelbrechung vom Cumengéit zum (tetragonalen) Boléit und Percylit und eine Zunahme der Dichte in derselben Reihe gefunden. Bei der grossen chemischen Ähnlichkeit der genannten Substanzen

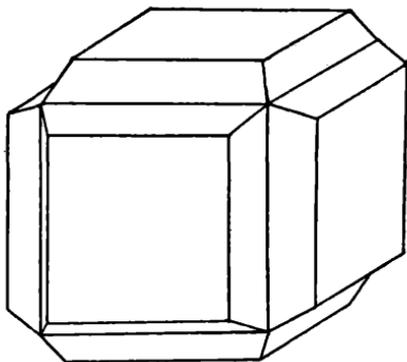


Fig. 15.

scheinen daher weitere Untersuchungen wünschenswerth, ob die äusseren Theile des Boléits dadurch doppelbrechend werden, dass ihnen Cumengéitssubstanz submikroskopisch beigemischt ist (in ähnlicher Weise wie bei den sogen. anomalen Mischkrystallen von Salmiak und Eisenchlorid).

14. Bleiglanz mit Kupferkies.

Nach der Angabe von PELIKAN² kommen bei Echige in Japan Kupferkiese vor, auf welchen Bleiglanzwürfel in paralleler Stellung so aufsitzen, dass die Axen beider Minerale parallel sind.

SOUHEUR³ berichtet, dass auf der Grube Victoria bei Burgholdinghausen (Kreis Siegen) Bleiglanz als äusserst dünner Überzug auf Kupferkies erscheint (Angaben über die Orientirung fehlen). Ebenso erwähnt LÜDECKE⁴ Überzüge von Kupferkies auf Bleiglanz ohne Näheres.

¹ DANA, Syst. of Min. Append. I. 52. 1899.

² PELIKAN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 16. 58. 1892.

³ SOUHEUR, Zeitschr. f. Kryst. 23. 546. 1894.

⁴ LÜDECKE, Minerale des Harzes. p. 167. 1896.

15. Kobaltglanz mit Kupferkies.

Auf Kobaltglanz von Håkansbo fand Verf.¹ Kryställchen von Kupferkies so aufgewachsen, dass eine Fläche $\{100\}$ des Kupferkieses parallel liegt einer Würfelfläche des Kobaltglanzes, die Hauptaxe des Kupferkieses senkrecht zur pentagondodekadrigen Streifung der Würfelfläche. Dadurch werden gleich-

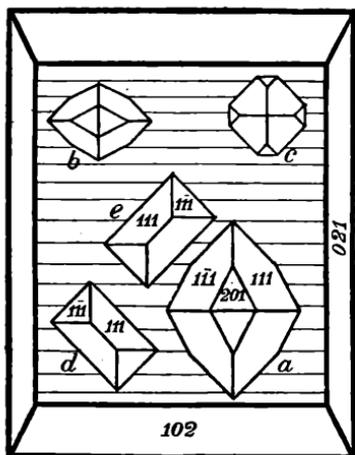


Fig. 16.

zeitig die sämtlichen geradzähligen Symmetrieaxen beider Minerale genau und die Flächen $\{111\}$ annähernd parallel. Auch abgesehen von der sphenoidischen Hemiëdrie des Kupferkieses kann demnach seine Orientirung auf jeder Würfelfläche eine dreifache sein (Fig. 16 bei *a*, *b*, *c*), er erscheint aber auf jeder nur in einer dieser drei Orientirungen, nämlich wie bei *a*, *d*. i. so, dass zwei Flächen $\{201\}$ des Kupferkieses den Flächen des Pentagonododekaëders annähernd parallel laufen, welche zu der Würfelfläche, auf welcher die Krystalle aufgewachsen sind, unter 26° (ca.) geneigt sind.

Unter Berücksichtigung der Hemiëdrie des Kupferkieses sind dann für jede Würfelfläche noch zwei Orientirungen möglich (entsprechend den beiden in der Fig. 16 bei *d* und *e* angedeuteten), welche von beiden und ob beide vorliegen, war nicht zu entscheiden.

16. Zinkblende mit Kupferkies.

Haidinger² beobachtete an einem Kupferkieskrystall von Kapnik einen Überzug von Zinkblende, macht zwar keine Mittheilung über die Orientirung, zählt das Vorkommen aber zu den regelmässigen Verwachsungen. Hausmann³ erwähnt,

¹ O. MÜGGE, TSCHERMAK'S Min. u. petr. Mitth. 20. 352. 1901.

² HAIDINGER, Handb. d. best. Min. p. 281. 1845.

³ HAUSMANN, Abh. Götting. Ges. d. Wiss. 6. 105. 1856.

dass auf ganz ähnliche Weise wie Fahlerz auch Zinkblende von Kupferkies überzogen vorkommt und verweist auf alte Angaben darüber in S. HOLZMANN's Hercynischem Archiv II. p. 248. SADEBECK¹ berichtet bei Beschreibung der Umwandlung des Fahlerzes unter dem Kupferkiesüberzug (von der Zilla bei Clausthal), dass auf solchen Stufen Kupferkies in kleinen Kryställchen auch auf Blende aufgewachsen vorkommt, so dass die Flächen $\{110\}$ bzw. $\{101\}$ beider parallel liegen, ohne die Stellung der positiven und negativen Oktanten angeben zu können. Auch FRENZEL² erwähnt regelmässige Verwachsungen von Zinkblende mit Kupferkies von der Grube Junge Hohe Birke bei Freiberg. BECKE³ untersuchte dann genauer ein Vorkommen von Schemnitz, wo winzige Kryställchen von Kupferkies auf der Blende in paralleler Stellung aufgewachsen sind. Das grössere schalige Sphenoid spiegelt mit $\{111\}$ der Blende, es fallen also die gleichnamigen Oktanten zusammen. Ein japanisches Vorkommen von Kayakusa im Minengebiet von Aui vermerkt K. JIMBO⁴, es scheint im Habitus dem von Schemnitz ähnlich zu sein.

Auf Zinkblende der hiesigen Sammlung von Grube Junge Hohe Birke zeigt sich die Verwachsung sehr zierlich, indessen ist es weder am Kupferkies noch an der Zinkblende möglich, die positiven und negativen Oktanten sicher von einander zu unterscheiden. Auf einem Tetraëder erscheint ein fast zusammenhängender Überzug von Kupferkies, auf den Flächen von $\{110\}$ sind fast nur die groben Streifen nach der langen Diagonale besetzt, das andere Tetraëder ist fast frei, dagegen hat sich der Kupferkies auch auf unregelmässigen Bruchflächen z. Th. in 3 mm grossen Kryställchen angesiedelt. Gemessen wurde (bei nur mässigen Reflexen):

$$\begin{array}{l} 111 \text{ Kupferkies} : 101 \text{ Zinkblende (Spaltfläche)} = 35^{\circ} 47' \\ 111 \quad \quad \quad : 1\bar{1}1 \quad \quad \quad (\text{? negativ}) = 71 \quad 16 \end{array}$$

Es scheint darnach die mit (111) bezeichnete Fläche des Kupferkieses, nach der dieser etwas tafelig und mit der Zinkblende verwachsen ist, mit der als (111) zu bezeichnenden

¹ SADEBECK, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 24. 449. 1872.

² FRENZEL, Min. Lex. v. Sachsen. p. 300. 1874.

³ BECKE, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 5. 506. 1883.

⁴ JIMBO, Journ. Sc. Coll. Imp. Univ. Tōkyō. 11. 220. 1899.

der Zinkblende nicht genau zusammenzufallen. Auf Zinkblende von Laasphe (beide Tetraëder fast gleich gross, spinellartige Zwillinge oder mit breiten Zwillingslamellen) erscheint der Kupferkies auf allen Flächen ziemlich gleichmässig als dünne Haut, ohne eigene Formen erkennen zu lassen¹.

Die prächtigsten Verwachsungen dieser Art scheinen aber zu Joplin in Missouri vorzukommen. Die Zinkblende bildet hier bis zollgrosse, aber stark zugerundete, nicht messbare Krystalle, wesentlich $\{110\}$. $\{113\}$. $\{001\}$, an welchen nur hier und da sehr kleine, ziemlich ebene Tetraëderflächen vorkommen und welche reichlich von Zwillingslamellen durchsetzt und auch hypoparallel ineinander gewachsen sind. Die Krystalle sind über und über, jeder wohl von mehr als 100 kleinen, getrennt von einander aufgewachsenen, aber parallel orientirten, 1—3 mm grossen Kupferkieskryställchen so bedeckt, dass die Zinkblende auch dadurch der krystallographischen Deutung fast entzogen ist. Die Kupferkiese zeigen die Form $\{111\}$ (wohl positiv), $\{021\}$ und meist auch $\{100\}$; $\{1\bar{1}1\}$ fehlt. Sie sind ebenfalls zu Messungen nicht geeignet, zumal fast alle Zwillinge und Drillinge nach $\{101\}$ sind; durch Messungen war nur festzustellen, dass, wie auch der Augenschein zeigt, eine Sphenoidfläche einer Tetraëderfläche annähernd parallel liegt, ihre Umrisslinien dagegen 180° gegeneinander gedreht sind (entsprechend der Begrenzung der Tetraëderfläche durch die Kanten zu $\{110\}$). Die Umrisslinien der Sphenoide erscheinen stellenweise noch in einer zweiten, gegen die erste 180° gedrehten Stellung, und an solchen Stellen scheint dasselbe mit den Tetraëderflächen der Fall zu sein, was also auf Zwillingsbildung auch nach $\{111\}$ des Kupferkieses hinweist.

Die Kupferkiese sind im Übrigen so angeordnet, dass sie in 4 abwechselnd gelegenen Oktanten ihre breiten (positiven) Flächen $\{111\}$ nach aussen kehren (das sind zugleich jene, welche zu den Zwillingsflächen $\{101\}$ annähernd senkrecht liegen); ob diese den positiven der Zinkblende entsprechen, ist nicht festzustellen. An einer zweiten Stufe vom selben Fundort, wo die Zinkblende deutlichere, hexagonal hemimorph erscheinende Krystalle bildet, sind die Flächen

¹ Bereits erwähnt von GROTH, Min. Samml. Strassburg. p. 25. 1878.

der positiven Sphenoide der matten, ebenen Tetraëderfläche zugekehrt, die Spitzen dem durch grosse krumme Flächen $\{113\}$ charakterisirten, also vermuthlich positiven Oktanten.

Nach Allem scheint es, dass diese Verwachsung sehr häufig ist¹.

17. Fahlerz mit Kupferkies.

Die Überzüge von Kupferkies auf Fahlerz sind schon sehr früh bemerkt. WAKKERNAGEL² rechnet sie bereits zu den regelmässigen Verwachsungen, und VOLGER³ und HAUSMANN⁴ gedenken noch älterer Angaben. Über die gegenseitige Stellung berichtet BREITHAUP⁵, dass die tetragonalen Axen beider parallel liegen. Eine genauere Untersuchung hat dann

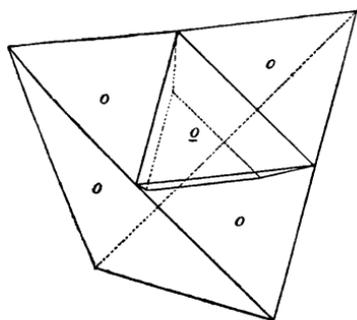


Fig. 17.

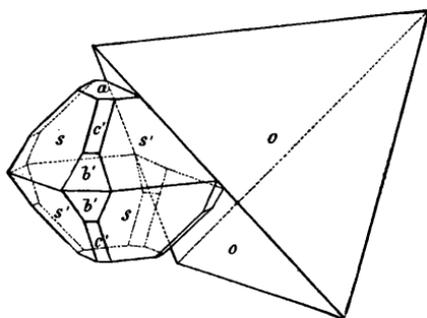


Fig. 18.

SADEBECK⁶ angestellt und die BREITHAUP⁵'sche Angabe dahin ergänzt, dass die positiven Oktanten des einen mit den negativen des anderen zur Deckung gelangen, also $\{111\}$ des Fahlerzes annähernd mit $\{1\bar{1}1\}$ des Kupferkieses⁷. Die Ausbildung

¹ BECKE (TSCHERMAK'S Min. u. petr. Mitth. 5. 519. 1883) erwähnt, dass bei Schlaggenwald auch Blende vorkommt, welche von Kupferkiesstengeln anscheinend regelmässig durchwachsen wird, indessen gelang es nicht, das Verwachsungsgesetz zu erkennen.

² WAKKERNAGEL, KASTNER'S Arch. f. d. ges. Naturlehre. 5. 313. 1825.

³ O. VOLGER, POGG. Ann. 74. 25. 1848.

⁴ HAUSMANN, Abh. Götting. Ges. d. Wiss. 6. 1856.

⁵ BREITHAUP, Berg- u. Hüttenm. Zeitung. 20. 153. 1861.

⁶ SADEBECK, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 24. 427. 1872.

⁷ Die später von SADEBECK in WIEDEM. Ann. 5. 178. 1880 beschriebenen Verwachsungen von Kapnik sind nicht, wie er meint, hinsichtlich der Stellung der \pm -Oktanten „im Gegensatz“ zu den früher beschriebenen,

der Verwachsung ist eine recht wechselnde. Die beiderlei Krystalle sind zuweilen aneinander gewachsen (Meisenberg bei Harzgerode) (Fig. 17, 18), die Verwachsungsebene dabei eine Tetraëderfläche; bei Baigorry in Navarra (Fig. 19, 20) kommt eine mehrfache Wiederholung dieser Verwachsung vor, so dass auch Fahlerz

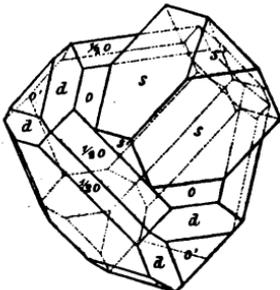


Fig. 19.

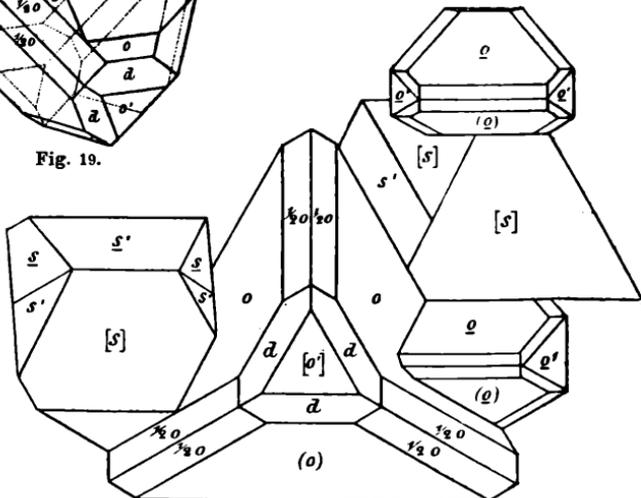


Fig. 20.

wieder auf Kupferkies aufgewachsen ist¹. Am häufigsten bildet der Kupferkies auf Fahlerz einen mehr oder minder zusammenhängenden Überzug, dann kann der Kupferkies in dreifacher Orientirung auf demselben Fahlerzkrystall erscheinen, je nachdem, auf welcher Würfelfläche seine Hauptaxe senk-

sondern stimmen mit ihnen überein, wie schon BECKE (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 5. 337. Anm. 2. 1883) feststellte.

¹ Kupferkies und Fahlerz sind dabei öfter spinellähnlich verzwillingt, ohne dass die Zwillingssebene in beiden parallel liegt (Fig. 20). Nach dieser Figur erscheinen Kupferkies und Fahlerz z. Th. direct zwillingsartig nach $\{111\}$ verbunden, fallen also nicht unter obiges Verwachsungsgesetz. Man wird letzterem also vielleicht folgende Fassung geben müssen: „parallel und gleich gerichtet je eine Fläche von $\{111\}$ und $\{1\bar{1}1\}$ und eine Kante derselben“. Diese Definition umfasst die (annähernde) Parallelstellung wie auch Zwillingsstellung nach $\{111\}$.

recht steht¹. Auf der Grube Zilla bei Clausthal, deren Krystalle SADEBECK hauptsächlich studirt hat, waren an dem Kupferkiesüberzug namentlich $\{201\}$ entwickelt, ausserdem $\{111\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{001\}$, $\{101\}$ (Fig. 21). An mir vorliegenden Überzügen der Art von Dillenburg zeigen die Kupferkiese, nach dem Schimmer zu urtheilen und dasselbe Verwachsungsgesetz vorausgesetzt, wesentlich $\{111\}$, an solchen von Clausthal $\{1\bar{1}1\}$.

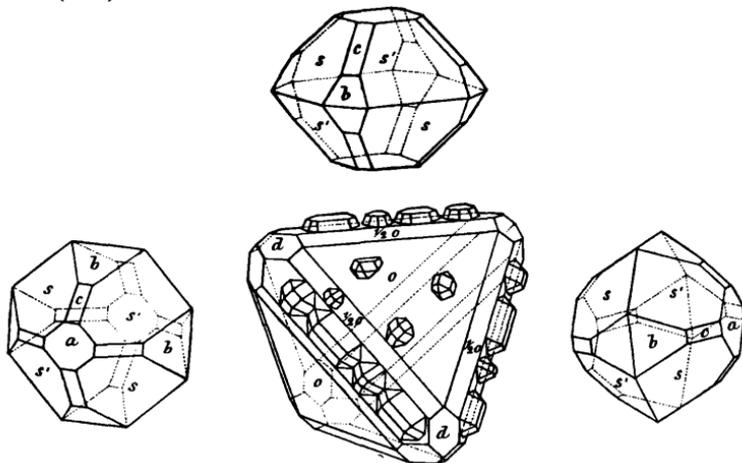


Fig. 21.

Derartige Überzüge sind ausserordentlich verbreitet, wie folgende in der Literatur angegebene oder mir sonst bekannt gewordene Fundorte zeigen: Grube Zilla und Rosenhof bei Clausthal, Meiseberg bei Harzgerode, Neudorf a. Harz (fast nur auf alten Bruchflächen der Krystalle), Laasphe in Westfalen, Grube Aurora bei Dillenburg, Kahl im Spessart, Grube Junge Hohe Birke, Segen Gottes, Churprinz und Herzog August bei Freiberg, Schönborn bei Mittweida, Gaabläu bei

¹ Nach der Fig. 21 (nach SADEBECK) erscheint der Kupferkies auf jeder Würffläche in nur einer Orientirung, nämlich so, dass die Basis der aufgewachsenen Kupferkiese mit der überwachsenen Würffläche parallel liegt; bei den Kupferkiesen auf einer Tetraëderfläche ist ihre Hauptaxe nach p. 440 meist jener Würffnormalen parallel, welche durch die nächstgelegene Tetraëderkante geht; damit ist dann die Angabe (p. 447), wonach die Lage der Kupferkiese durch die Fläche auf welcher sie aufsitzen nicht modificirt wird, nicht ganz im Einklang.

Landeshut, Dittmannsdorf bei Waldenburg und Altenberg bei Schönau i. Schl., Kotterbach, Ungarn (auf alten Bruchflächen des Quecksilberfahlerzes), Nagyag, Liskeard und St. Just in Cornwall, Central City in Colorado.

Dass Fahlerz auf Kupferkies angewachsen ist oder dasselbe überzieht, kommt seltener vor, und ist nach SADEBECK zuerst von ZINCKEN und RAMMELBERG¹ beobachtet. Dabei sind die Fahlerze entweder den Ecken eines Fünflings von Kupferkies nach $\{101\}$ gewissermaassen eingedrückt, wie am Meiseberg bei Harzgerode (Fig. 22), und es ragen dann auch aus den Flächen des Kupferkieses derartige Fahlerze heraus, oder

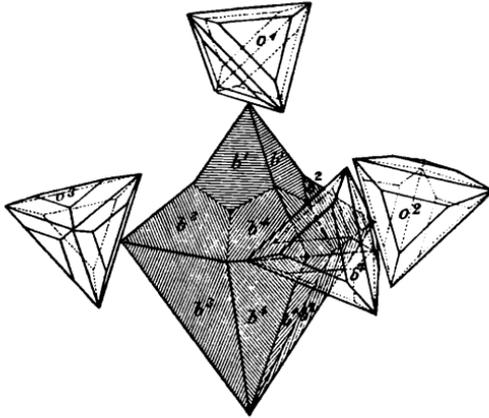


Fig. 22.

die Fahlerze umgeben den Kupferkies ganz (Schemnitz). Verf. beobachtete Fahlerz als dicken, individualisirten, nicht zusammenhängenden Überzug auf Kupferkies von Illova bei Nagy-Banya²; der Kupferkies hat die Form $\{101\}$ mit kleinem $\{001\}$ und gerundetem $\{203\}$, klein auch $\{111\}$ und $\{1\bar{1}1\}$; manche Krystalle sind aber auch tafelig (und zugleich verzwillingt) nach $\{111\}$. Das Fahlerz erscheint namentlich auf $\{001\}$, hier selbst tafelig nach $\{001\}$, sonst ist $\{112\}$ vorherrschend entwickelt, untergeordnet $\{111\}$. Seine positiven Oktanten liegen auch hier über den negativen des Kupferkieses, ob aber

¹ ZINCKEN und RAMMELBERG, Pogg. Ann. 77. 250. 1849.

² Ein solches Kupferkiesvorkommen ist in ZEPHAROVICH's Lexikon nicht angegeben.

die krystallographischen Axen beider genau zusammenfallen oder je 1 Fläche $\{111\}$ und $\{1\bar{1}1\}$ genau parallel liegen, war trotz guter Reflexe nicht zu entscheiden; nicht ausgeschlossen scheint mir, dass Ersteres für die auf $\{001\}$ aufgewachsenen Fahlerze gilt, während die auf anderen Flächen aufgewachsenen in ihrer Stellung durch diese beeinflusst werden.

Hinsichtlich der Genese schloss O. VOLGER (l. c.) aus der unscharfen Oberfläche des Fahlerzes unter dem Kupferkiesüberzug und dem Vorkommen bröckeliger, mulmiger Massen unter demselben, dass hier der Anfang einer Pseudomorphosierung vorliege, nach ZINCKEN und RAMMELSBURG sollten dagegen beide Minerale aus derselben Lösung gebildet sein. Sie beobachteten, dass beiderlei Minerale sich gegenseitig unregelmässig durchdringen, wie namentlich auf polirten Schnittflächen gut zu sehen. SADEBECK fand Ähnliches, z. B. einen Kern von Kupferkies im Fahlerz von Müsen, der nach der Orientierung seiner Zwillingstreifen sich in Parallelstellung zum Fahlerz befand; ferner bemerkten ZINCKEN und RAMMELSBURG, dass sich auf alten, durch Weiterwachsen aber schimmernd gewordenen Bruchflächen der Fahlerze Kupferkies angesiedelt hatte, und zwar nur auf diesen, nicht auf den begleitenden Krystallen von Quarz etc. B. OSANN (dies. Jahrb. 1853. p. 180) machte namentlich geltend, dass man Kupferkiesüberzüge auch auf Blende und Bleiglanz trifft, und zwar auch auf solchen Gängen, welche kein Fahlerz führen. Ähnliches betonte auch HAUSMANN. Nach Vorstehendem hält Verf. es für wahrscheinlich, dass Überzüge von Kupferkies schwerlich aus dem Fahlerz selbst stammen, es mag die starke Zersetzung des Fahlerzes gerade unter solchen Überzügen durch elektrolytische Prozesse zwischen Kupferkies und Fahlerz begünstigt sein.

A n h a n g.

1. Silberglanz-Kupferkies. HADINGER (Handb. 1845. p. 281) erwähnt gelegentlich der Überzüge von Kupferkies auf Fahlerz, dass auch Silberglanz zuweilen derart von Kupferkies überzogen ist, dass die Flächen des letzteren gleichzeitig schimmern.

2. Scheelit-Flussspath. BREITHAUPT (Berg- u. Hüttenm. Ztg. 20. 153. 1861) giebt an, dass HADINGER Scheelit so in Flussspath eingeschlossen gefunden habe, „wie es die Ableitung der pyramidalen Primärform dieses Minerals aus dem Oktaëder (der Primärform jenes Minerals)

erheischt“. Derartiges kommt nach BRÜTHAAPT auch bei Ehrenfriedersdorf vor. HAIDINGER erwähnt diese Verwachsung in seinem Handbuch (1845) nicht, ebensowenig FRENZEL in dem Min. Lexikon von Sachsen.

18. Bleiglanz mit Chlorblei.

Diese Verwachsung entsteht nach BECKE¹ bei der Ätzung von Bleiglanz in Salzsäure, besonders schön, wenn man frische Spaltungsflächen von Bleiglanz in eine stark saure, heiss gesättigte Lösung von Chlorblei bringt und dabei die Würfelfläche, welche überwachsen werden soll, vertical stellt, um das Niederfallen von Chlorbleinadelchen auf sie zu verhindern.

Die Krystalle des Chlorbleis sind gestreckt nach der Brachyaxe, es herrschen $\{011\}$. $\{012\}$. $\{001\}$, an den Enden namentlich $\{111\}$. Es ist

$$\begin{array}{l} 011 \text{ des Chlorbleis} // 001 \text{ des Bleiglanzes,} \\ \ddot{a} \quad \text{„} \quad \text{„} \quad // \text{ der Kante } (001 : 111) \text{ des Bleiglanzes.} \end{array}$$

Für jede Würfelfläche giebt es zwei Kanten zum Oktaëder; da ausserdem auf (011) des Chlorbleis keine Symmetrieaxe senkrecht steht, kann das Chlorblei der Parallelität zu jeder Oktaëderkante in zwei in Bezug auf (011) symmetrischen Stellungen genügen; es erscheint daher auf jeder Würfelfläche

in 4 Orientirungen. Bemerkenswerth ist, dass von den im Ganzen also 12 möglichen Orientirungen des Chlorbleis zum Bleiglanz, auf jeder Würfelfläche nicht alle, sondern immer nur die obigen 4 erscheinen.

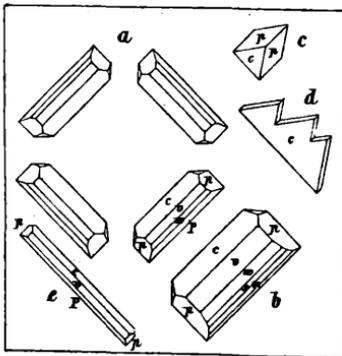


Fig. 23.

Die Verwachsung ist dadurch auffallend, dass die Symmetrieverhältnisse der Fläche (011) des Chlorbleis in keiner Weise mit denen der Würfelfläche harmoniren, ebensowenig die

Winkelverhältnisse seiner Zone $(001 : 0kl)$ mit denen der regulären Zone $(001 : 111)$, um so auffallender ist dies deshalb, als das Chlorblei in der Zone $(001 : 100)$ grosse Annäherung an reguläre Verhältnisse zeigt. In Fig. 23 ist:

¹ TSCHERMAK'S Min. u. petr. Mitth. 6. 240 u. 270. 1885.

$v = \{011\}$ (parallel zur Würfel­fläche), $w = \{021\}$, $s = \{094\}$,
 $u = \{041\}$, $p = \{111\}$, $P = \{011\}$ (geneigt zur Würfel­fläche).
 Die Krystalle a und b sind auf die eben beschriebene Weise
 erhalten, c durch ganz kurze Einwirkung concentrirter kalter
 Salzsäure, d sind tafelförmig und skeletartig ausgebildete
 Krystalle.

19. Bleiglanz-Bourbonit.

a) In der Herodsfoot Mine, Liskeard, Cornwall, erscheint
 nach MIERS¹ Bleiglanz zusammen mit Kupferkies in Pseudo-
 morphosen nach rädelerzartigem Bourbonit. Der Bleiglanz
 bildet eine Kruste um die Prismenflächen des Bourbonit, dabei
 ist eine Oktaëderkante stets parallel zur Prismenkante, gleich-
 zeitig anscheinend eine Würfel­fläche parallel $\{010\}$, eine
 Rhombendodekaëderfläche // $\{100\}$.

b) HINTZE² beschreibt eine andere Verwachsung beider
 Minerale von Příbram, bei welcher umgekehrt Rädelerz auf
 Bleiglanz sitzt. Es ist hier im Allgemeinen auf der Würfel-
 fläche so orientirt, dass seine Axe c parallel (und senkrecht)
 zu den Oktaëderkanten liegt. Für die an den Kanten (001 : 111)
 des Bleiglanz aufgewachsenen Kryställchen dagegen liegt ihre
 Axe c zwar auch parallel zur Würfel­fläche, aber unter 45°
 gegenüber den vorigen gedreht, also parallel den Würfelkanten.
 Die Änderung der Verwachsungsart in der Nähe der Kanten
 würde darnach ein interessantes Beispiel vom Einfluss der
 Contactfläche auf die Orientirung sein, indessen ist die Ver-
 wachsung in beiden Fällen nur unvollständig bestimmt und
 bedarf also erst noch näherer Untersuchung.

20. Pyrit mit Markasit (und Arsenkies).

Bereits WAKKERNAGEL³ vermuthete, dass die Verwachsung
 des sogen. „Strahlkieses“ mit dem „Speerkies“ ihre bestimmte
 Regel habe. SADEBECK⁴ hat dann die folgenden zwei Gesetze
 der Verwachsung aufgestellt.

¹ MIERS, Min. Mag. 11. 268. 1897.

² HINTZE, Zeitschr. f. Kryst. 11. 606. 1886.

³ WAKKERNAGEL, KASTNER's Archiv f. d. ges. Naturf. 5. 314. 1825.

⁴ SADEBECK, Pogg. Ann. Ergänzungsbd. 8. 650. 1878. Vergl. daselbst
 auch die Angaben über die älteren Beobachtungen von HÄNDINGER und
 BREITHAUPT.

a) Eine Würfelfläche des Pyrits parallel der Basis des Markasits; eine zweite Würfelfläche parallel $\{110\}$ des Markasits. Wegen der pentagonalen Hemiëdrie kann demnach der Pyrit auf 4 verschiedene Weisen mit dem Markasit verbunden sein, indessen kommt er gewöhnlich auf demselben Krystall in nur 2 Stellungen vor, nämlich jenen beiden, bei welchen die zweiten Würfelflächen einer und derselben Fläche des Prismas $\{110\}$ parallel liegen, es ist das gewöhnlich jene



Fig. 24.

Prismenfläche, nach welcher der Markasit verzwilligt ist (Fig. 24, Vierling nach $\{110\}$ mit lamellarer Wiederholung der Individuen 3 und 4). Diese beiden Stellungen des Pyrits (welche der sogen. „Eisernen Kreuz“-Zwillingsbildung entsprechen) kommen, wie mir Krystalle aus dem Pläner von Lengerich bei Münster

i. Westf. zeigten, an denen das Pentagondodekaëder deutlich entwickelt war, promiscue vor¹. Daneben finden sich, wie SADEBECK angiebt, vielfach auch nur hypoparallele Verwachsungen. Die Pyrite bedecken vornehmlich die Basis und sind auf dieser öfters längs der Trace der Zwillingsenebene des Markasits aneinander gereiht. Daneben finden sich auch Überwindungen ganz ähnlich wie bei Fahlerz und Kupferkies. Hierher gehören anscheinend auch die von KENNGOTT² beschriebenen Bildungen von Tavistock, bei welchen Speerkies auf Pyrit der Form $\{120\}$ aufgewachsen und wieder von Pyrit überwachsen ist.

Seltener ist nur Markasit auf Pyrit aufgewachsen; dann ist der Markasit stets verzwilligt nach $\{110\}$; solche Zwillingsgruppen können unter Berücksichtigung der pentagonalen Hemiëdrie auf jeder Würfelfläche in 4 Stellungen, auf jedem Würfel also in 12 (darunter aber nur 6 verschiedene) Stellungen vorkommen. SADEBECK beschrieb eine Verwachsung dieser Art, bei welcher auf einer Würfelfläche die Markasitzwillinge in zweierlei³ Orientirung erscheinen, nämlich die Zwillingsenebene

¹ Es handelt sich also eigentlich um zwei verschiedene, wenn auch sehr analoge Gesetze.

² KENNGOTT, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 10. 293. 1853.

³ Die Stellung des dritten Markasitzwillings in SADEBECK's Fig. 6 Taf. X ist nicht verständlich; nach dem Text (p. 653) sollte seine Zwillingsenebene parallel der vorderen Würfelfläche sein, das ist aber nicht der Fall.

parallel und senkrecht zur pentagonalen Streifung. Eine ausgezeichnet regelmässige Verwachsung derart von Bredelar bei Brilon hat TRECHMANN¹ naturgetreu abgebildet (Fig. 25). Die Markasite haben die Form $\{011\}$, $\{014\}$, $\{110\}$ und sind gestreckt nach \bar{a} ; auf den Flächen (100), (010) und (001) sind je ein Markasitzwilling so aufgewachsen, dass die Zwillingsebene der pentagonalen Streifung jeder Würfelfläche parallel geht und der einspringende Winkel des Zwillings der Würfelfläche zugewandt ist.

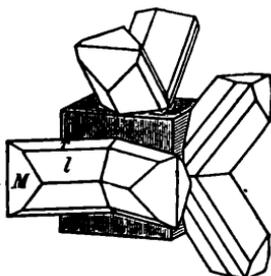


Fig. 25.

SADEBECK hebt hervor, dass auffallende Annäherungen in der Lage anderer Flächen bei beiden Mineralien durch diese Verwachsung nicht erzielt werden.

b) Diese Verwachsung ist nach ECK (dies. Jahrb. 1876. p. 407, 408) bereits von BREITHAUPT, HAIDINGER und WEBSKY beschrieben. Nach SADEBECK liegt auch hier eine Würfelfläche

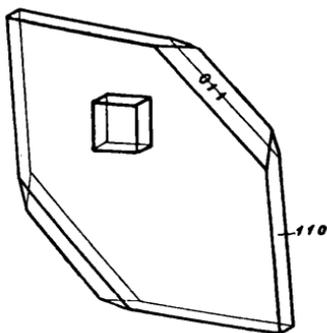


Fig. 26.

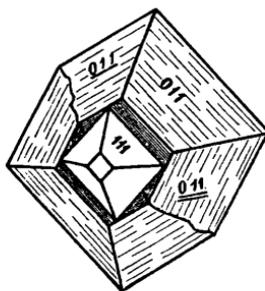


Fig. 27.

parallel der Basis des Markasits, ausserdem aber eine Rhombendodekkaederfläche parallel dem Brachypinakoid (Fig. 26 Vorkommen von Tavistock, Fig. 27 Pyrit umwachsen von einem Durchkreuzungsdrilling von Littwitz in Böhmen, beide nach SADEBECK). Diese Verwachsung unterscheidet sich von der unter a) in den Winkelverhältnissen nur wenig, der Eisen-

¹ TRECHMANN, Min. Mag. 9. 209. 1892.

kies erscheint aus der Lage bei a) nur um $7^{\circ} 32'$ um die Normale der gemeinschaftlichen Würfelfläche gedreht.

Ob die Markasite in den von JEREMEJEV (dies Jahrb. 1901. II. - 174-) beschriebenen paramorphosirten Pyriten von Danilowo einem dieser Gesetze folgen, ist aus der angeführten Mittheilung nicht zu ersehen. Dasselbe gilt von den von BLUM¹ beschriebenen Bildungen.

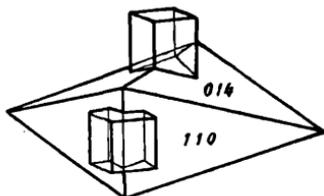


Fig. 28.

SADEBECK² beobachtete dagegen, dass auch auf Arsenkies von Freiberg der Form

$\{014\} \cdot \{110\}$ mit krummen Flächen Pyritwürfel nach diesem Gesetze aufgewachsen waren (Fig. 28).

21. Bleiglanz mit Arsenkies.

Nach GROTH³ ist der Arsenkies von Freiberg zuweilen mit Bleiglanz regelmässig verwachsen. Ersterer hat sehr matte und raue Flächen $\{110\} \cdot \{001\}$, der Bleiglanz zeigt $\{001\} \cdot \{111\}$; letzterer sitzt so auf Arsenkies, dass eine Würfelfläche parallel $\{001\}$ und ihre Diagonalen parallel den Axen \bar{a} und \bar{b} sind. Oft überzieht eine dicke Kruste von Bleiglanz auf diese Weise den grössten Theil der Arsenkieskrystalle.

Anhang.

1. In dem sogen. Harrisit von der Canton Mine, Georgia, liegt nach DANA (Syst. 1871. p. 53) ein Kupferglanz vor, welcher pseudomorph ist nach Bleiglanz, zuweilen auch noch solchen enthält, und dessen Spaltbarkeit zeigt.

2. Silberglanz und Polybasit kommen nach FRENZEL (Min. Lex. Sachsen. p. 22. 1874) auf Himmelfahrt bei Freiberg so verwachsen vor, dass die Basis einer Oktaëderfläche parallel liegt und „die Kanten der tafelförmigen Polybasitkrystalle über die Würfelflächen hervorragend“.

3. Die Pseudomorphosen von Serpentin nach Periklas (?) von der Tilly Foster-Eisengrube bei Brewster, New York, scheinen nach den Untersuchungen von G. FRIEDEL (Bull. soc. franç. de min. 14. 120. 1891) den antigoritartigen Serpentin in regelmässiger Stellung zum Muttermineral

¹ BLUM, Pseudomorphosen. I. Nachtr. 149. 1847.

² WIEDEM. Ann. 5. 576. 1878.

³ Min. Sammlg. Univ. Strassburg. p. 39. 1878.

zu enthalten (FRIEDEL selbst hält allerdings die Formen für dem Serpentin selbst zukommende). Die Antigoritblättchen durchkreuzen sich unter den Winkeln der Würfel- und Oktaëderflächen, die amorphe Substanz füllt die Lücken zwischen den Lamellen aus und wird selbst wieder von feineren Fasern in bestimmten Richtungen durchsetzt. Ähnliche Aggregationen von Serpentin bildet LACROIX (Min. de la Franc. I. 421. 422) von Moncaup ab, er fasst sie ebenfalls als primäre auf.

22. Magnetit mit Hornblende.

Beide sollen nach TSCHERMAK¹ zuweilen so verwachsen, dass die Basis der Hornblende parallel einer Oktaëderfläche des Magnetits, zugleich die Orthoaxe parallel einer Oktaëderkante ist. Solcher Orientirungen giebt es für den Magnetit zwei. Nach gefälliger Mittheilung von Herrn TSCHERMAK stammte die Hornblende von Arendal.

23. Magnetit mit Glimmer.

Die dunkelgraubraunen Einschlüsse, welche in den Glimmern öfter parallel den Druck- und Schlaglinien eingelagert vorkommen und drei- oder sechsseitige Umrisse zeigen, werden von Manchen, z. B. von DANA² für Magnetit gehalten, die demnach wohl mit einer Oktaëderfläche parallel der Spaltungsfläche, mit einer Oktaëderkante parallel einer Druck- oder Schlaglinie orientirt sein würden. Schon viel früher sind zu regelmässigen sechsseitigen Tafeln gruppirte Rhombendodekaëder von Magnetit vom Fassathal von HAIDINGER³ als Pseudomorphosen nach Glimmer aufgefasst, mit welchem sie in einem Stadium der Umwandlung so verwachsen waren, dass eine dreizählige Axe der Rhombendodekaëder senkrecht zur sechsseitigen Tafelfläche lag, und je 3 Flächen der ersteren parallel den Kanten der Tafel. Das Verwachsungsgesetz wäre demnach dasselbe wie vorher. Der Beweis, dass das verschwundene Mineral in der That Glimmer war, ist allerdings nicht erbracht, es wird indessen noch wahrscheinlicher durch Beobachtungen von LACROIX⁴. Der vielfach corrodirt Biotit des Sanidinitis von Menet (Cantal) ist darnach mit Magnetit

¹ TSCHERMAK, Lehrb. d. Min. 1885. p. 96.

² DANA, Syst. p. 619. 1892.

³ HAIDINGER, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 1853, p. 88.

⁴ LACROIX, Bull. soc. franç. de min. 14. 314. 1891.

so verwachsen, dass die Spaltfläche des ersteren parallel einer Oktaëderfläche, ausserdem der Umriss des Glimmers den Oktaëderkanten parallel liegt. Auch wenn man annimmt, dass der Umriss des Biotits durch $\{010\}$ und $\{h11\}$ bestimmt war und von der Abweichung von rhombischer Symmetrie absieht, bleiben für den Magnetit (wie auch oben) noch zwei Orientirungen möglich. LACROIX giebt nicht an, ob beide vorkommen.

24. Magnetit mit Chlorit.

BREITHAUPT¹ berichtet anscheinend zuerst, dass der Chlorit mit den Magnetitoktaëdern von Fahlun regelmässig verwachsen ist, indem die Chloritblättchen sich auf die Oktaëderflächen so legen, dass die Oktaëderkanten den Combinationskanten von Basis zu Rhomboëder parallel sind. (BREITHAUPT bildet die Verwachsung für eine Oktaëderfläche ab, bemerkt aber nicht, dass die Verwachsung, auch bei Annahme rhomboëdrischer Symmetrie für den Chlorit, noch zweideutig ist.) HÄIDINGER erinnert an diese Verwachsung gelegentlich seiner Mittheilung über die Pseudomorphosen von Magnetit nach Glimmer (vergl. No. 23). FRENZEL² erwähnt eine Verwachsung zwischen Chlorit und Rhombendodekaëdern von Magnetit von Berggiesshübel derart, dass ebenfalls die Basis parallel den (hier nicht vorhandenen) Oktaëderflächen liegt, ohne die weitere Orientirung anzugeben.

25. Muscovit (und Biotit) mit Jodkalium (und Bromkalium und Chlorkalium).

FRANKENHEIM³ liess die genannten Salze auf Spaltungsflächen verschiedener Minerale krystallisiren und beobachtete eine regelmässige Stellung derselben auf Glimmer. Während auf Glas Würfel jener Salze entstanden, bildeten sich auf Glimmer nach einer Fläche tafelige Oktaëder⁴, und zwar lag

¹ BREITHAUPT, Journ. f. Chem. u. Phys. von SCHWEIGGER-SEIDEL. 55. 312. 1829, wiederholt in Berg- u. Hüttenm. Ztg. 20. 153. 1861.

² FRENZEL, Min. Lex. Sachs. p. 191. 1874.

³ FRANKENHEIM, Pogg. Ann. 37. 521. 1836, auch Ber. d. Ver. deutsch. Naturforscher in Prag. 1837. p. 145 und z. Th. wiederholt in Pogg. Ann. 111. 38. 1860.

⁴ Solche erhielt auch ZEMIATSCHEFSKY nach dem Ref. in Zeitschr. f. Kryst. 22. 77. 1894. Derselbe will regelmässige Verwachsungen von Jod-

die Tafelfläche parallel der Spaltungsfläche des Glimmers, ihre Umrisslinien untereinander parallel oder gegeneinander um 180° gedreht, dabei eine Seite parallel der Auslöschungsrichtung des Glimmers. Mit NaCl gelang der Versuch durchaus nicht.

Ich habe diese Versuche wiederholt, um die Art der Verwachsung genau festzustellen¹. Es wurden nur mikroskopische Präparate hergestellt; die Untersuchung ergab, dass Jodkalium auf Muscovit (unbekannten Fundortes) meist

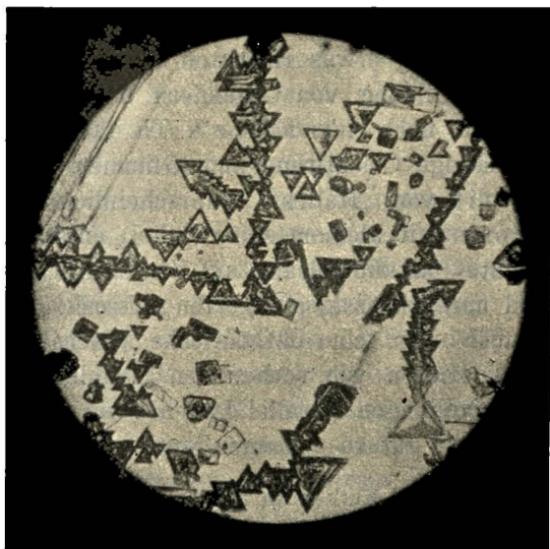


Fig. 29.

wie auf Glas in Würfeln krystallisiert, deren Kanten regellos gelagert waren. Daneben entstanden aber auch, meist viel kleinere, Kryställchen, vielfach Wachstumsformen, von trigonalem Umriss, welche fast ausnahmslos gegenüber dem Glimmer orientiert waren. Stets ist eine Kante der gleichseitigen Dreiecke senkrecht zur Ebene der optischen Axen des Glimmers, also parallel $\{010\}$, die Dreiecke dabei vielfach zwillingsartig nach der tafeligen Oktaëderfläche verbunden,

kaliumwürfeln auch auf Gyps beobachtet haben. Das war bei meinen Versuchen nicht der Fall.

¹ O. MÜGGE, Centralbl. f. Min. etc. 1902. p. 354.

indessen kommen beiderlei Stellungen auch unabhängig von einander an verschiedenen Stellen derselben Glimmerplatte vor. Die Verwachsungen sind ebenso zierlich wie leicht zu erhalten (Fig. 29, nach Photographie in etwa 12facher Vergrösserung).

Bromkalium verhielt sich ebenso. Bei Chlorkalium entstanden Oktaëder viel seltener als bei den beiden vorigen, und die Lagerung, namentlich der etwas grösseren (mikroskopischen) Kryställchen war nicht immer regelmässig, an manchen Stellen aber wurden ebenfalls sehr zierliche Verwachsungen derselben Orientirung wie vorher beobachtet. Versuche mit Chlornatrium dagegen waren ganz erfolglos; auch als der Lösung etwas Harnstoff hinzugefügt war, der bekanntlich die Bildung von Oktaëdern begünstigt, zeigten die entstandenen, nach einer Fläche z. Th. tafeligen Oktaëder keine gesetzmässige Orientirung zum Glimmer.

Auf Biotit von „Italien“ (wahrscheinlich Vesuv, sehr dunkler Meroxen mit kleinem Axenwinkel) entstanden, wenn recht verdünnte Jodkaliumlösung auf ihm eintrocknete, neben Würfeln und unregelmässig gelagerten mikroskopisch grossen Oktaëdern auch sehr feine oktaëdrische Wachstumsformen, deren Oktaëderkanten wie vorher den Strahlen der Schlagfigur in zwei Stellungen parallel laufen, wie namentlich im auffallenden Licht gut zu erkennen war.

26. Kalkspath mit Quarz.

Diese Verwachsung ist zuerst 1836 von BREITHAUP¹ beobachtet und etwas später² auch abgebildet und wie folgt beschrieben: „Sehr merkwürdig ist die Verwachsung des Quarzes mit Kalkspath . . ., wodurch ersterer ein merkwürdiges Drillingsgesetz annimmt. Die Flächen $+R$ des ersteren liegen parallel den Flächen $-\frac{1}{2}R$ des letzteren und die Axendiagonalen dieser zwei so ganz verschiedenen Rhomboëder sind ebenfalls parallel“ (Fig. 30). Als Fundorte führt er an: Schneeberg und Grube Sträusschen im Saalwalde bei Lobenstein³.

¹ BREITHAUP, Handb. I. 309. 1836.

² BREITHAUP, Das. III. 673. Fig. 344. 1847.

³ Diese Mittheilungen von BREITHAUP scheinen fast vergessen gewesen zu sein, obwohl sie, wenn auch meist unvollständiger und untermengt mit Unrichtigem, mehrfach wiederholt sind. Vergl. darüber Eck, dies. Jahrb. 1876. p. 405.

ECK¹ zeigte dann, ohne die BREITHAUPt'sche Angabe zu kennen, dass die von G. ROSE² als Zwillinge nach $\{10\bar{1}1\}$ beschriebenen Quarze von Reichenstein in Schlesien auf Kalkspath der Form $\{01\bar{1}2\}$ so aufgewachsen sind, dass je eine Fläche von $\{10\bar{1}1\}$ des Quarzes je einer Fläche von $\{01\bar{1}2\}$ des Kalkspaths und je eine Nebenaxe beider parallel liegen. Da die Quarze nach diesem mit dem von BREITHAUPt angegebenen identischen Gesetze auf jeder Fläche des Kalkspaths in zwei, in Bezug auf die Normale von $\{10\bar{1}1\}$ des Quarzes hemitropen Stellungen vorkommen, erscheinen sie wie Zwillinge nach $\{10\bar{1}1\}$, zumal sie in dem Vorkommen von Reichenstein den Kalkspath völlig

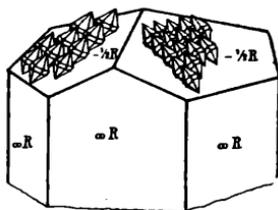


Fig. 30.

bedecken (indessen sind Verf. auch Gruppen von Reichenstein bekannt geworden, auf welchen viele kleine Quarze dicht gedrängt den Kalkspath in ähnlicher Weise überkleiden, wie es BREITHAUPt abbildet; Münster'sche Sammlung). Nach einer späteren Mittheilung von ECK (dies. Jahrb. 1876. p. 408) ist an den Quarzen von Reichenstein zu beobachten, dass auch solche Quarze, welche nicht auf $\{01\bar{1}2\}$, sondern auf $\{10\bar{1}0\}$ aufgewachsen sind, dieselbe gesetzmässige Lagerung haben³.

Weitere Mittheilungen über dieses Vorkommen machte später noch R. B. HARE⁴. Darnach sind derartige Überwachungen auf der Grube Reicher Trost durchaus nicht selten, und meist treten zu den drei inneren⁵ alle drei äusseren Quarzindividuen hinzu, letztere dann meist tafelig nach jener Prismenfläche, welche in der mit dem Kalkspath gemeinsamen Zone liegt.

¹ ECK, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 18. 426. 1866.

² G. ROSE, Pogg. Ann. 83. 461. 1851.

³ Diese Beobachtung rührt von WEBSKY her; nach HARE (vergl. unter 4) handelt es sich um $\{0.16.\bar{1}6.1\}$.

⁴ R. B. HARE, Dissert. Breslau 1879, nach Ref. in Zeitschr. f. Kryst. 4. 298. 1880.

⁵ Als „innere“ Quarze sind jene drei bezeichnet, welche ihre Polecke der Polecke des Kalkspaths zuwenden; als „äussere“ die dazu nach der mit dem Kalkspath gemeinsamen Fläche hemitropen.

Chokier Kalkspathe der Form $\{10\bar{1}0\}$. $\{01\bar{1}2\}$ vorkommen, bei denen auf jeder Fläche $\{01\bar{1}2\}$ ein Quarzkrystall wie vorher aufgewachsen ist. Die Quarze sind tafelig nach der mit dem Kalkspath gemeinschaftlichen Rhomboëderfläche. Ob beide nach diesem Gesetz möglichen Orientirungen vorkommen, ist nicht angegeben. Die auf den Prismenflächen aufgewachsenen Quarze sind hier nicht gesetzmässig orientirt.

Wie bereits ECK ganz richtig bemerkt, kann es nach dem Obigen keinem Zweifel unterliegen, „dass wir die Entstehung der verschiedenen Gruppierung der drei Quarzzwillinge lediglich der gesetzmässigen Verwachsung zwischen den Krystallen des jüngeren Quarzes und des Kalkspaths zuzuschreiben haben;“ es kann aber doch die Frage aufgeworfen werden, „ob wir den Grund für die Entstehung der zwillingsartigen Verwachsung je zweier Quarzindividuen ebenfalls lediglich in ihrer gesetzmässigen Aufeinanderlagerung zu suchen, oder ob wir anzunehmen haben, dass das zweite, auf derselben Fläche des ersteren stumpferen Kalkspathrhomboëders sich anlegende Quarzindividuum nicht durch den Kalkspath, sondern durch das bereits vorhandene Quarzindividuum veranlasst wird, die zwillingsartige Stellung zu diesem anzunehmen. In dem letzteren Falle, also bei Verwachsung nach einem dem Quarz eigenen Zwillingsgesetze, würden wir postuliren können, Quarzzwillinge mit gemeinschaftlicher Hauptrhomboëderfläche auch dort zu finden, wo von einer Prädestinirung der Lage des zweiten Individuums durch eine Kalkspathunterlage nicht die Rede sein kann . . .“

Da die Symmetrie des Kalkspaths den Quarz auf $\{01\bar{1}2\}$ in nur einer Orientirung verlangt, muss man, bis nachgewiesen wird, dass die Quarze auch, ohne miteinander in Contact zu sein, in hemitroper Stellung auf derselben Fläche $\{01\bar{1}2\}$ vorkommen, meines Erachtens annehmen, dass es sich um wirkliche Zwillinge handelt, welche aber, weil sonst nicht bekannt, anscheinend nur unter Beihilfe des orientirenden Einflusses der Kalkspathoberfläche entstehen.

27. Kalkspath mit Eisenglanz.

An einer Pseudomorphose von Eisenglanz nach einem Kalkspathzwilling nach $\{0001\}$ der Form $\{10\bar{1}1\}$ von Alten-

berg i. S. beobachtete G. ROSE¹, dass die 1—2 Linien grossen Rhomboëder von Eisenglanz in jedem Kalkspath in paralleler Stellung hinter- und übereinander lagen, und zugleich so, dass die Ebenen $\{1120\}$ im Kalkspath und Eisenglanz parallel waren

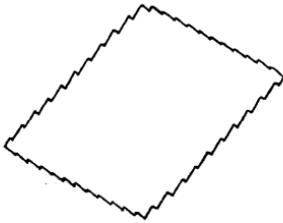


Fig. 34.

(Fig. 34, Durchschnitt des als einfach gedachten Kalkspathrhomboëders parallel $\{1120\}$). Nach dieser Figur sind zugleich die positiven Rhomboëder beider Minerale nach derselben Seite der Axe c geneigt. Die ganze Pseudomorphose ist $1\frac{1}{2}$ Zoll gross. (Da von Kalkspath nichts mehr vorhanden war, scheint

es nicht ausgeschlossen, dass ursprünglich eines der anderen rhomboëdrischen Carbonate vorlag, zumal bei ihnen Zwillinge dieser Form häufiger als bei Kalkspath zu sein pflegen.)

28. Kalkspath mit Dolomit.

Parallelverwachsungen dieser Art werden öfter angegeben und sind vermuthlich sehr verbreitet. HÄIDINGER² erwähnt Überzüge von Dolomit auf Kalkspath von Joachimsthal und Hodritsch, ebenso von Magurka Braunspath mit kleinen Kalkspathen besetzt. KENNGOTT³ beobachtete bei Niederärnen im Binnenthal anscheinend eisenreichen Dolomit $\{10\bar{1}1\}$, aussen besetzt mit grauen Kalkspathskalenoëdern $(21\bar{3}1)$, ferner am Lauibach Dolomit mit weissen Kalkspathen der Form $\{01\bar{1}2\}$ besetzt. Nach SADEBECK⁴ findet sich bei Schemnitz Kalkspath von Braunspath bedeckt. TRAUBE⁵ schloss aus den Ätzfiguren auf Spaltflächen, dass unter den Carbonaten auf der Chromitlagerstätte Tampadel im Zobtengebirge Verwachsungen von Dolomit und Calcit vorkommen. K. FRANKE⁶ fand solche Parallelverwachsungen in den Pseudomorphosen von Dolomit nach Kalkspath von Rodna und ich selbst beobachtete Um-

¹ G. ROSE, Pogg. Ann. 91. 152. 1854.

² HÄIDINGER, Handb. p. 278. 1845.

³ KENNGOTT, Minerale d. Schweiz. p. 302. 1866.

⁴ SADEBECK, Angew. Kryst. p. 244. 1876.

⁵ TRAUBE, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 46. 56. 1894.

⁶ FRANKE, Zeitschr. f. Kryst. 30. 664. 1899.

wachungen von Kalkspath der Form $\{0112\}$. $\{0881\}$ (ca.) durch Dolomit von Raibl bei Bleiberg.

Welche Richtungen und Flächen bei diesen Parallelverwachsungen genau parallel liegen und in wie viel Orientirungen die bekanntlich nicht gleich symmetrischen Componenten vorkommen, ist bisher nicht festgestellt.

29. Kalkspath mit Natronsalpeter.

Hinsichtlich dieser schon sehr lange bekannten Verwachsung¹ stimmen gleichwohl die Angaben über die genaue Orientirung nicht überein. FRANKENHEIM² giebt eine ganze Reihe verschiedener Stellungen an, bei welchen die Natronsalpeterkrystalle z. Th. zwillingsartig in Bezug auf die mit dem Kalkspath gemeinsame Spaltfläche orientirt sind, indessen scheint er genaue Messungen nicht angestellt zu haben. Nach SÉNARMONT³ und KOPP⁴ soll die Verwachsung mit parallelen Axen stattfinden. Nach meinen eigenen Beobachtungen (dies. Jahrb. 1897. II. p. 74) an Spaltungsstücken von Kalkspath liegt je eine Spaltfläche beider Krystalle genau parallel, während die weitere Orientirung nicht mit Sicherheit festzustellen war; anscheinend ist aber ausserdem eine Polkante gemeinsam, zugleich so, dass die Polecken einander zugewandt sind. Da nach SÉNARMONT³ die Überwachsungen sich auch auf Flächen $\{0112\}$, $\{0221\}$, $\{1010\}$ und $\{2131\}$ des Kalkspaths bilden, scheint es wünschenswerth, die Überwachsungsversuche auf gut ausgebildeten Krystallflächen von Kalkspath zu wiederholen, um festzustellen, ob die Orientirung hier dieselbe bleibt.

30. Dolomit mit Natronsalpeter.

Nach einer Angabe von G. ROSE⁵ hat MITSCHERLICH mit bestem Erfolge Dolomit von Traversella von Natronsalpeter überwachsen lassen. TSCHERMAK⁶ bemerkt indessen, dass sich

¹ Vergl. zahlreiche Literaturangaben bei ARZRUNI, Phys. Chem. d. Kryst. p. 214. 1893.

² FRANKENHEIM, Pogg. Ann. 37. 519. 1836.

³ SÉNARMONT, Compt. rend. 38. 105. 1854.

⁴ KOPP, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 12. 917. 1879.

⁵ G. ROSE, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1871. 104.

⁶ TSCHERMAK, Min. u. petr. Mitth. 4. 118. 1881.

Dolomit viel seltener mit Krystallen von NaNO_3 bedeckt als Kalkspath, obwohl sein Polkantenwinkel ($106^\circ 12'$) dem des Natronsalpeters ($106^\circ 33'$) viel näher liegt als der des Kalkspaths ($105^\circ 5'$). Bei Magnesit und Eisenspath gelang TSCHERMAK die Überwachsung überhaupt nicht.

A n h a n g.

Die Umwandlung des Nephelins in Cancrinit geht nach LACROIX (Min. de la France, I. 498. 1893/5) im Allgemeinen so vor sich, dass der gebildete Cancrinit innerhalb desselben Nephelinkrystalls einheitlich ist, und zwar sind häufig beide parallel orientirt (Vorkommen von Pouzac).

31. Eisenglanz (und Titaneisen) mit Rutil.

Diese Verwachsung ist bereits von BREITHAUP¹ im Wesentlichen richtig erkannt. Darnach durchkreuzen sich die Hauptaxen der Rutilen unter 60° , ihr (100) ist parallel $\{0001\}$, ihr $\{101\}$ parallel $\{10\bar{1}1\}$. Von den beiden letzten Bedingungen wird natürlich nur eine streng erfüllt; nehmen wir an die erste, so ist $\{10\bar{1}1\} : \{101\} = 0^\circ 24'$. HAIDINGER² gab eine ziemlich schematische Abbildung und bemerkt später³, „man könnte wagen die Hypothese aufzustellen, dass zuerst ein Krystall von Ilmenit gebildet wurde, welcher später unter veränderten Verhältnissen in seine Bestandtheile zerfiel; das Eisenoxyd zog sich fester in das Innere zusammen, das Titanoxyd vereinigte sich als Rutil an der Oberfläche der Krystalle.“ Nähere Messungen an dem Vorkommen vom Cavradi sind dann von G. VOM RATH⁴ vorgenommen. Er bestätigt das BREITHAUP¹-sche Verwachsungsgesetz; die Rutilen zeigen vorherrschend zwei Flächen $\infty P_3 \{130\}$ entwickelt (Fig. 35 und 36, letztere nach TSCHERMAK's Lehrbuch), und zwar diejenigen, welche der Fläche $\{0001\}$ zunächst liegen; „die Rutilen haben sich, fast möchte man sagen, durch die Anziehung des Eisenglanzes zu kleinen Lamellen ausgebreitet“. Verwachsungen derselben Art, bei welchen aber der Eisenglanz stark zurücktritt, beschrieb G. VOM RATH später⁵, dann auch vollständige Pseudo-

¹ BREITHAUP¹, Handb. I. 309. 1836; III. 794. 1847.

² HAIDINGER, Handb. p. 281. 1845.

³ HAIDINGER, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 1853. p. 92.

⁴ G. VOM RATH, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 14. 413. 1862.

⁵ G. VOM RATH, Pogg. Ann. 152. 21. 1874.

morphosen von Rutil derselben Stellung nach Eisenglanz von der Alp Lercheltiny im Binnenthal¹ (Fig. 37), er machte zugleich darauf aufmerksam, dass bei dieser Verwachsung noch andere Flächen von Rutil und Eisenglanz nahe parallel werden, nämlich je zwei Flächen $\{224\}$ (Randkante $57^{\circ} 33'$) mit je zwei Flächen $\{111\}$ (Polkante $56^{\circ} 52\frac{1}{2}'$) (Fig. 36, in der-

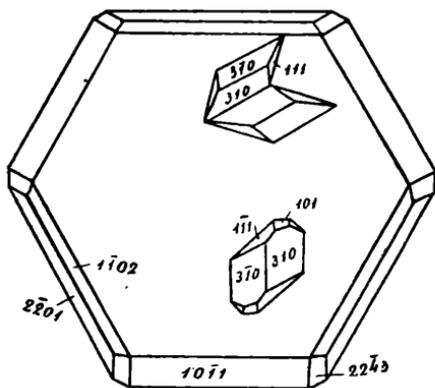


Fig. 35.

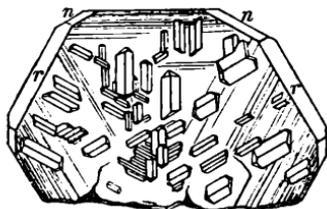


Fig. 36.

selben ist $h = \{100\}$, $M = \{110\}$, $l = \{120\}$, $o = \{111\}$, $t = \{101\}$. Nach PELIKAN² sind die Rutilite stets nur auf $\{0001\}$ aufgewachsen, nicht auch auf anderen Flächen des Eisenglanzes³.

Mikroskopische Verwachsungen beider Minerale, welche anscheinend demselben Gesetze folgen, indessen Messungen



Fig. 37.

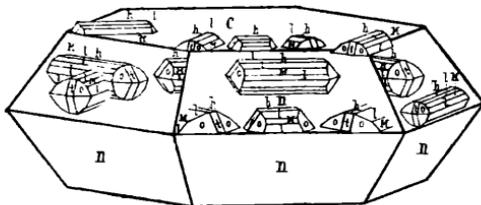


Fig. 38.

nicht zuliessen, beschrieb GYLLING (dies. Jahrb. 1882. I. p. 163) aus dem Glimmerschiefer von Kunsamo und Paldamo im nördlichen Finnland und CATHREIN⁴ aus Wildschönauer Schiefer

¹ G. VOM RATH, Zeitschr. f. Kryst. 1. 13. 1897.

² PELIKAN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 16. 52. 1896.

³ Die nach VOM RATH copirte Fig. 38, in welcher die Rutilite auch auf den Flächen $\{224\}$, z. Th. in 3 Orientirungen, erscheinen, ist eine „ideale“ und bezieht sich auf die Pseudomorphosen.

⁴ CATHREIN, Zeitschr. f. Kryst. 6. 248. 1882.

(mit Titaneisen). Ferner handelt es sich vermuthlich um solche regelmässige Verwachsungen in den von RENARD (dies. Jahrb. 1885. II. -55- und 1889. I. -17-) unter anderen aus der Gegend von Laifour beschriebenen Ilmenit oder Eisenglanz führenden Phylliten. In sehr feinen Nadeln über die Kanten von Titaneisentäfelchen vorragend beobachtete WICHMANN¹ den Rutil am Schwarzenkopf bei Fusch in Tirol. Vom Krufter Ofen am Laacher See beschrieb diese Verwachsung BUSZ² auf sogen. sublimirtem Eisenglanz.

Ob auch Titaneisen in feinen Häutchen im Rutil regelmässig eingelagert vorkommt, wie v. LASAULX³ anzunehmen geneigt ist, scheint zweifelhaft.

A n h a n g.

1. Korund mit Rutil. TSCHERMAK (Min. u. petr. Mitth. 1. 363. 1878) beobachtete u. d. M. in Korund von Ceylon Einschlüsse tetragonaler, nicht sehr kleiner Kryställchen, welche er ebenso wie feine braune zu hexagonalen Netzen angeordnete Nadelchen für Rutil hielt. Die Längsrichtung der Kryställchen und Nadelchen lag parallel der Kante (0001:1120), weitere Orientirung nicht bestimmt. — Ähnliche Nadelchen, welche den Asterismus mancher Korunde bedingen, fand PRINZ (dies. Jahrb. 1883. II. -157-) in Rubin; v. LASAULX (Zeitschr. f. Kryst. 10. 353. 359. 1885) hielt solche Einschlüsse, welche im Korund von Miask aber parallel der Kante (1010:0001) gelagert waren, nicht für Rutil, sondern für Infiltrationen einer braunen Substanz in entsprechend gerichtete Interstitien.

2. Katapleit mit Zirkon. BRÖGGER (Zeitschr. f. Kryst. 16. 105. 1890) beobachtete auf Låven, dass in den bereits von P. C. WEIBYE aufgefundenen Überwachsungen des Katapleit durch Zirkon die letzteren anscheinend eine regelmässige Stellung einnahmen. Eine Fläche {111} des Zirkon ist ungefähr parallel der Fläche {0001} des Katapleit, eine Mittelkante von {111} hauptsächlich parallel den drei Richtungen (1011:0001).

32. Proustit mit Markasit.

BREITHAUPT⁴ beobachtete einen Krystall von Proustit von Ungarn so mit Markasit verwachsen, dass die Prismenkante

¹ WICHMANN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 8. 339. 1887. Nach den dort gemachten Angaben ist indessen die Längsrichtung der Rutile nicht senkrecht zu den Kanten {0001:1011}, sondern parallel denselben; die Verwachsung wäre also von der sonst beschriebenen verschieden. In den von GYLLING und CATHREIN beschriebenen Vorkommen ist die Orientirung in {0001} nicht sicher, bezw. überhaupt nicht festgestellt.

² BUSZ, Zeitschr. f. Kryst. 19. 25. 1891.

³ v. LASAULX, Zeitschr. f. Kryst. 8. 61. 1884.

⁴ BREITHAUPT, Paragenesis. p. 255. 1849.

des letzteren den Polkanten von $\{10\bar{1}1\}$ und seine Makrodiagonale mit $\{01\bar{1}2\}$ parallel war, die Prismen des Markasits demnach einen dreistrahligen Stern bildeten. Es ist zu bemerken, dass dabei die Prismenflächen des Markasits fast in ein Niveau fallen mit den Flächen des Grundrhomboëders des Proustits ($10\bar{1}1 : 01\bar{1}1 = 107^\circ 48'$, $110 : 1\bar{1}0 = 105^\circ 5'$). v. ZEPHAROVICH (Min. Lexikon) erwähnt die Verwachsungen nicht.

33. Kalkspath mit Aragonit.

a) In den grossen, zuerst von FICHTEL beobachteten Pseudomorphosen von Kalkspath nach Aragonitdrillingen von der Emericus-Grube bei Offenbanya fand G. ROSE¹ folgende Gruppierung beider Minerale. Die Aragonite sind Durchkreuzungsdrillinge nach $\{110\}$ mit 3×2 ausspringenden Winkeln von $116^\circ 16'$ und 2 einspringenden von $164^\circ 48'$; die Kalkspathe haben die Form $\{21\bar{3}1\}$ und sind so verzwilligt, dass „die Zwillingsgrenze eine Fläche ist, welche senkrecht zu der Endkante von $104^\circ 38'$ steht“². Diese scharfe Polkante von $\{21\bar{3}1\}$, welche 2—3 Linien lang ist, liegt auf den drei Individuen des Aragonits parallel dessen Makroaxe, ausserdem die durch diese Kante gehende Symmetrieebene parallel dem Makropinakoid desselben. Es ist zu bemerken, dass solcher Stellungen auf jedem Aragonit zwei verschiedene möglich sind, je nachdem die Kalkspathe die gemeinsame Polkante von $\{21\bar{3}1\}$ nach aussen kehren oder damit auf dem Aragonit aufgewachsen sind; G. ROSE zeichnet nur die erste Orientirung (Fig. 39); es wäre von Interesse, zu ermitteln, ob auch auf den Seitenflächen und der Unterfläche des Aragonits nur diese vorkommt.

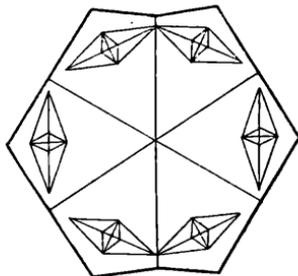


Fig. 39.

¹ G. ROSE, Pogg. Ann. 91, 149. 1854.

² Die Zwillingfläche ist also $\{02\bar{2}1\}$, oder Zwillingaxe die scharfe Polkante von $\{21\bar{3}1\}$, die Verwachsungsfläche dagegen wäre irrational, nahezu aber $\{10\bar{1}2\}$.

b) Eine ganz andere Orientirung von Kalkspath zum Aragonit, ebenfalls in Pseudomorphosen nach letzterem, beobachtete G. VOM RATH¹ an einem Stück der KRANTZ'schen Sammlung von Herrngrund. Die Pseudomorphose bildet im Rohen ein sechsseitiges Prisma mit gerader Endfläche von 9 : 10 cm; zwei gegenüberliegende Prismenflächen zeigen aber einspringende Kanten, woraus auf Zwillingsverwachsung dreier Individuen geschlossen wird. Der Kalkspath der Form $\{10\bar{1}1\}$, mit dem gewöhnlichen Skalenoëder dringt in einer mehrere Linien dicken Rinde in den Aragonit ein; auf den Prismenflächen steht die Hauptaxe der Rhomboëder parallel der Verticalaxe, und zu beiden Seiten jeder Prismenkante des Aragonits spiegeln ihre Flächen gleichzeitig ein, sind also parallel gestellt, während dies nicht mehr der Fall ist betreffs der auf derselben Prismenfläche sitzenden Krystalle. Es erscheinen vielmehr die auf der linken Hälfte der Fläche sitzenden Rhomboëder gegen die auf der rechten Hälfte um 60° gedreht. Die Stellung der pseudomorphen Calcitkrystalle verräth also dadurch die Zwillingsgrenzen der ehemaligen Aragonitindividuen selbst auf jenen Flächen, auf denen keine einspringenden Kanten erscheinen. Die Basisfläche des Aragonitdrillings zeigt keine regelmässige Anordnung der Calcitkrystalle, sie erscheinen hier vielmehr mehr gestört als auf den Prismenflächen.

Soweit G. VOM RATH's Beschreibung; es geht daraus leider nicht hervor, wie die Nebenaxen des Kalkspaths zu den Kanten der Aragonitbasis gelegen sind, auch ist nicht verständlich, wie daraus, dass die Kalkspathe auf derselben (nur scheinbar einheitlichen) Prismenfläche in zwei um 60° gedrehten Stellungen vorkommen, auf Zwillingsbildung des Aragonits geschlossen werden kann, denn Zwillingsbildung nach $\{110\}$ bewirkt eine Drehung um die Axe c um ca. 120° , nicht 60° , führt also die Kalkspathe nicht nahezu in Zwillingsstellung nach $\{0001\}$, sondern nahezu wieder in Deckung. Holoëdrische Symmetrie des Aragonits vorausgesetzt, muss man vielmehr erwarten, auch bei einem einfachen Krystall auf jeder Fläche seiner Prismenzone Kalkspäthe, deren dreizählige Axe

¹ G. VOM RATH, Sitz.-Ber. Niederrhein. Ges. Bonn. 17. 82. 1860.

parallel seiner Axe c liegen, in mindestens¹ zwei, in Bezug auf (0001) zwillingsartigen Stellungen anzutreffen. Ist G. vom RATH's Beobachtung aber zutreffend, so muss man daraus auf Hemimorphie des Aragonits nach der Axe \ddot{a} oder b schliessen². An einem derart hemimorphen Aragonitkrystall würden die Kalkspathe bei hemitroper Zwillingsbildung nach der Normalen von $\{110\}$ in zwei um 60° (ca.) gegeneinander gedrehten Stellungen auf dieser erscheinen können³.

Die beschriebene Orientirung des Kalkspaths zum Aragonit scheint in den Pseudomorphosen selten zu sein, sie ist seit 1860 nicht mehr erwähnt, obwohl solche Pseudomorphosen in Sammlungen häufig sind. Auch sonst wird von regelmässiger Stellung des Kalkspaths zum Aragonit nichts berichtet, nur SANDBERGER⁴ fand, dass im Basalt von Hohe im Westerwald Pseudomorphosen umgekehrter Art, Aragonit nach Kalkspath, vorkommen, in welchen die Aragonite spiessige Stückchen bilden, welche um die Hauptaxe des Kalkspaths regelmässig gruppirt und locker aufeinander gelagert sind; worin die Regelmässigkeit bestand, wird nicht angegeben.

34. Magnetkies mit Markasit (und Arsenkies).

Die erste Beobachtung von Verwachsungen dieser Art scheint von BREITHAUPt herzurühren; er zählt⁵ unter den Pseudomorphosen auch solche von Markasit nach Magnetkies auf, „zelliger Schwefelkies, Rhombites ferreus, in schönen Pseudomorphosen nach Magnetkies, zugleich regelmässig

¹ Wenn nämlich eine Symmetrieebene des Kalkspaths dabei mit (010) oder (100) des Aragonits zusammenfällt, sonst in vier.

² Welche mir nach den bisherigen Untersuchungen nicht erwiesen scheint.

³ Eine erneute Untersuchung dieses Stückes wäre von um so grösserem Interesse, als bekanntlich der Kalkspath bei seiner Entstehung aus Aragonit bei etwas oberhalb 400° sich ebenfalls mit seiner dreizähligen Axe parallel c des Aragonits stellt, ohne dass man bisher die weitere Orientirung hätte beobachten können. Da die Kalkspathe an dem Stück von Herrgrund deutliche eigene Formen haben, ist hier natürlich nicht an blosse Paramorphosirung (Umlagerung im festen Zustande) zu denken.

⁴ SANDBERGER, Pogg. Ann. 129. 472. 1866.

⁵ BREITHAUPt, Paragenesis, p. 162 (No. 17 u. 19), p. 163 (No. 30 u. 34) und namentlich p. 164. 1845.

verwachsen: die prismatischen Flächen beider Systeme liegen parallel.“ Später hat KENNGOTT¹ dieselben Pseudomorphosen beobachtet und bemerkt, dass die ringsum aus den Säulenflächen des Magnetkieses hervorragenden kleinen Kryställchen (hier Arsenkies) einen starken Schimmer hervorbringen, wonach diese also anscheinend mindestens in Parallelstellung waren. Endlich erwähnt GROTH² von denselben Pseudomorphosen von Freiberg, dass die Säulenflächen des Magnetkieses sämtlich von der basischen Endigung parallel gestellter Arsenkieskrystalle gebildet werden. Die genaue Formulierung des Verwachsungsgesetzes erfolgte dann gleich-

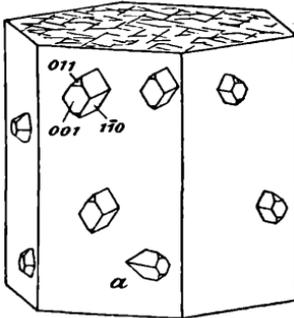


Fig. 40.

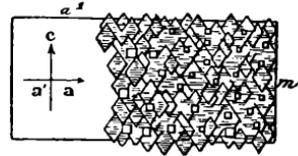


Fig. 41.

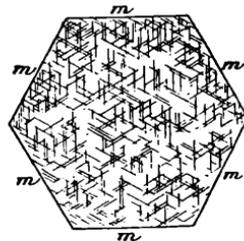


Fig. 42.

zeitig durch LACROIX³ und Verf. (dies. Jahrb. 1897. II. p. 67). Darnach ist $\{001\}$ des Markasits (Arsenkies) parallel $\{10\bar{1}0\}$ des Magnetkieses, zugleich die Axe \bar{a} des ersteren parallel der Kante $(10\bar{1}0 : 0001)$. Der Markasit erscheint also in drei verschiedenen Orientierungen auf demselben Magnetkieskrystall, und zwar gleichzeitig in allen dreien auf der Fläche $\{0001\}$ desselben, auf jeder Säulenfläche nach Verf. fast nur in einer Orientierung, so nämlich, dass die Basis des Markasits dieser Säulenfläche parallel liegt, selten wie bei a in Fig. 40; LACROIX bemerkt darüber nichts, zeichnet aber nur die eine Orientierung (Fig. 41,

¹ KENNGOTT, Sitz.-Ber. Wien. Akad. p. 467. 1854.

² GROTH, Min. Samml. d. Univ. Strassburg. p. 39, 40. 1878.

³ LACROIX, Compt. rend. 125. 265. 1897 und Bull. soc. franç. de min. 20. 223. 1897; auch Minéralogie de la France. 2. 569.

für eine Säulenfläche, $m =$ Kante zu $01\bar{1}0$; die kleinen Quadrate stellen Pyrit vor, (vergl. No. 8). Die scharfen Kanten des Prismas des Markasits bedingen auf der Fläche $\{0001\}$ eine senkrecht zu den Kanten ($0001 : 10\bar{1}0$) verlaufende hexagonale Streifung (Fig. 42). Bemerkenswerth erscheint, dass die Krystalle des Markasits sich der Zwillingslage nach $\{101\}$ stark nähern, indem bei Drillingen darnach der Winkel der Axen $\hat{c} 58^{\circ} 52'$ und $62^{\circ} 16'$, in der besprochenen Verwachsung dagegen 60° betragen soll.

Die Pseudomorphosen von Arsenkies nach Magnetkies stammen von der Grube Himmelsfürst bei Freiberg, die von LACROIX beschriebenen (Markasit nach Magnetkies) von der Grube Pontpéan, Ille-et-Vilaine, Bretagne. Bei diesem letzteren Vorkommen sind die Zwischenräume zwischen den Markasiten noch durch Eisenkies, und zwar ebenfalls in gesetzmässiger Stellung, ausgefüllt (Fig. 41, vergl. No. 8). Die dadurch hervorgerufene gesetzmässige Stellung auch zwischen Markasit und Pyrit stimmt nicht überein mit einer der beiden Stellungen, in welchen diese beiden Minerale miteinander sonst verwachsen (vergl. No. 20).

35. Dolomit mit Nemaphyllit.

Die von F. FOCKE¹ als Nemaphyllit bezeichnete natronhaltige und faserig-blättrige Varietät des Serpentin vom „Wildkreuzjoch im Zillertal“ u. a. O. verwächst nach demselben regelmässig mit Dolomit. Längliche, streifenförmige Blättchen des Nemaphyllit sind mit ihrer Spaltfläche

entweder // $\{10\bar{1}1\}$ so gelagert, dass ihre Faserrichtung (welche der Trace der optischen Axen in der Spaltfläche entspricht) den Kanten des Rhomboëders parallel geht (Fig. 43 a und 43 b),

oder // $\{11\bar{2}0\}$, dabei die Faserrichtung parallel der kurzen Diagonale des Rhomboëders (Fig. 43 c, Durchschnitt // $\{11\bar{2}0\}$).

Der Nemaphyllit nimmt öfter so überhand, dass es scheint, als hätte er den Dolomit pseudomorphosirt; nach FOCKE ist indessen die Verwachsung eine primäre.

Anscheinend dieselben oder ähnliche Bildungen haben

¹ F. FOCKE, TSCHERMAK's Min. u. petrogr. Mitth. 21. 321. 1902.

bereits HAIDINGER und BLUM vorgelegen. Ersterer erwähnt¹: „krystallinischen Dolomit von Grossarl in Salzburg, welcher in drei verschiedenen Richtungen seinen Axenkanten parallel Asbestfäden eingewachsen enthält; einige derselben liegen

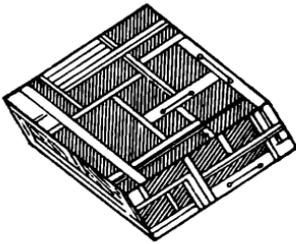


Fig. 43 a.

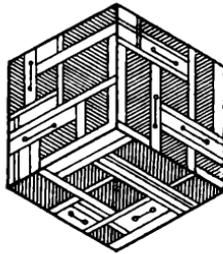


Fig. 43 b.

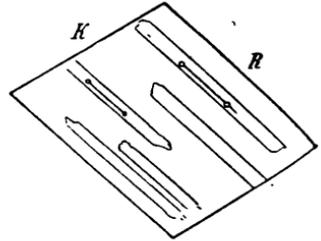


Fig. 43 c.

auch in den Theilungsfächen parallel der kurzen oder geneigten Diagonale der Rhomben.“ BLUM² beschreibt sie als Pseudomorphosen von Talk nach Magnesitpath, ähnlich auch Verf. (dies. Jahrb. 1889. I. 231).

Anhang.

1. Die bräunlichen, gewöhnlich für Titaneisen angesehenen Blättchen, welche dem Hypersthen vielfach so massenhaft nach der Absonderungsfäche $\{010\}$ eingelagert sind, scheinen gesetzmässig zu demselben gruppiert zu sein, indem die Umrisslinien des Titaneisens senkrecht zu ϵ und 30° dazu geneigt, verlaufen. Bemerkenswerth erscheint die auch durch die Zwillingbildung nach $\{101\}$ angezeigte pseudo-hexagonale Symmetrie des Hypersthens in $\{010\}$ (vergl. auch Titaneisen mit Diallag, No. 36).

2. Titaneisen mit Olivin. Die Verwachsung ist, wenn überhaupt regelmässig, nur unvollständig bekannt. Nach STRENG (dies. Jahrb. 1888. II. 196, 197. Taf. V Fig. 22—31) ist Titaneisen im Dolerit von Londerdorf bei Giessen mit Olivin so verwachsen, dass seine Basis parallel $\{010\}$ des Olivins liegt. Aus dem nach der Axe \tilde{a} lang gestreckten Olivin ragen die Täfelchen von Titaneisen lang heraus und senkrecht zu ihnen stehen wieder Olivinnädelchen in Parallelstellung zum ersten. Die Verwachsung ist nicht allein mikroskopisch, sondern auch an den in Hohlräumen aufgewachsenen Olivinen ganz gut zu erkennen. STRENG erinnert dabei an Verwachsungen von Magnetit mit Olivin, welche von H. REUSCH und DOSS beschrieben, indessen ebenfalls nur unvollständig bekannt sind.

3. Korund mit Diaspor. Bei Campo longo, Tessin, findet sich nach KENGGOTT (Min. d. Schweiz. p. 146. 1866) Diaspor in prismatischen

¹ HAIDINGER, Handb. d. best. Min. p. 279. 1845.

² BLUM, Pseud. II. Nachtr. p. 47. 1852.

bis strahlglätterigen Krystallen auf Korund in regelmässiger Anordnung, „auf den Prismenflächen quer, auf den Basisflächen kreuzweise unter 60° sich schneidend, entsprechend der trigonalen Streifung der Basisflächen fest aufgewachsen, z. Th. in den Korund eingelagert. Diese Art der Verwachsung würde ich mit derjenigen vergleichen, welche Rutil in und auf Eisenglanz zeigt. . . .“

36. Kalkspath mit Barytocalcit.

HADINGER¹ sah in Edinburgh Krystalle von Barytocalcit, welche „in möglichst paralleler Stellung“ an den Enden Krystalle von Kalkspath

trugen (Fig. 44 a u. 44 b). Der Kalkspath zeigt $\{10\bar{1}\} \cdot \{01\bar{1}2\} \cdot \{0221\} \cdot \{10\bar{1}0\}$. Zwei Spaltungsflächen liegen nahezu parallel den Flächen $\{\bar{1}11\}$ des Barytocalcits (Aufstellung nach MILLER; es ist $(10\bar{1}\bar{1}) : (01\bar{1}\bar{1}) = 105^\circ 5'$, $(\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 106^\circ 54'$). Die Polkante jener beiden

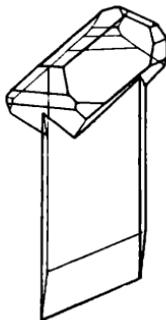


Fig. 44 a.

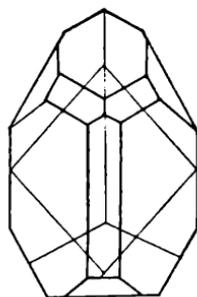


Fig. 44 b.

Rhomboëderflächen liegt parallel der Kante der Form $\{\bar{1}11\}$, zugleich so, dass die dritte Spaltfläche des Kalkspaths nahezu mit $\{101\}$ zusammenfällt, ebenso die Axen \bar{c} miteinander ($\bar{c} : (01\bar{1}2) = 63^\circ 45'$, $\bar{c} : (101) = 61^\circ$).

37. Titaneisen mit Augit.

Die oben p. 384 erwähnten Einlagerungen im Hypersthen finden sich bekanntlich auch häufig in manchen Augiten (Diallagen), und zwar in derselben Stellung zu $\{100\}$ und der Axe \bar{b} des Augits wie zu $\{010\}$ und Axe \bar{a} beim Bronzit. STRENG (dies. Jahrb. 1888. II. p. 198) beobachtete auch anscheinend gröbere Verwachsungen dieser Art in Basalt von Londorf. Die als Titaneisen deutlich erkennbaren Täfelchen ragten zuweilen aus den Flächen $\{\bar{1}11\}$ des Augits hervor. Makroskopische Verwachsungen dieser Art sind dann neuer-

¹ HADINGER, Handb. p. 279. 1845.

dings von LACROIX beschrieben¹, und zwar aus dem blue ground von Monastery im Oranje-Freistaat. In dem Diopsid desselben liegen parallel der vollkommenen Absonderungsfläche (100) bis centimetergrosse Blättchen von Ilmenit, und zwar ihre Flächen $\{0001\}$ parallel $\{100\}$ des Diopsids, eine Seite ihres sechsseitigen Umrisses parallel der Axe \bar{b} . Die Verwachsung beider ist zuweilen geradezu schriftgranitartig.

Der Ilmenit ist besonders reich an Mg, also wohl an $MgTiO_3$; dies scheint bemerkenswerth wegen der Analogie mit dem $MgSiO_3$ des Diopsids und der auch durch die Zwillingbildung nach $\{122\}$ angezeigten pseudohexagonalen Symmetrie des Augits in $\{100\}$. Es bedarf noch näherer Untersuchung, ob der hexagonale Umriss des Ilmenits den Kanten der Basis zum Rhomboëder oder zu Formen zweiter Stellung entspricht und ob beide nach dem Verwachsungsgesetz möglichen (aber ungleichen), in Bezug auf $\{0001\}$ zwillingartigen Stellungen des Ilmenits vorhanden sind oder welche von beiden.

38. Dolomit mit Chlorit.

BREITHAUPT² beobachtete beide in regelmässiger Verwachsung vom Rothenkopf im Zillerthal. „Die Combination $\{0001\} \cdot \{10\bar{1}1\}$ des Chlorits steht mit $\{10\bar{1}1\}$ des Dolomits

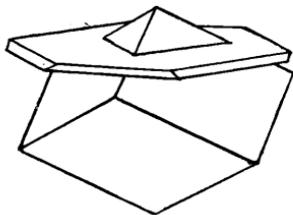


Fig. 45.

nach ihren Hauptaxen und Queraxen vollkommen parallel“ (Fig. 45). Wenn man dergleichen Verwachsungen zerschlägt, spiegeln „die Spaltungsrhomböederflächen beider Substanzen ganz parallel“. Der Chlorit scheint nach BREITHAUPT'S Beschreibung ein Pennin zu sein.

Dolomit mit blassgrünem Glimmer so verwachsen, dass die Basisflächen parallel liegen, giebt auch HAIDINGER³ von Grossarl in Salzburg unter den regelmässigen Verwachsungen an.

¹ LACROIX, Bull. soc. franç. de min. 21. 21. 1838.

² BREITHAUPT, Journ. f. Chem. u. Phys. von SCHWEIGGER-SEIDEL. 55. 308. 1829.

³ HAIDINGER, Handb. p. 279. 1845.

39. Kalkspath mit Biotit.

An einer 12 : 5 cm grossen Biotitplatte von Monroe, New York (Meroksen mit kleinem Axenwinkel) fand Verf.¹ an 5 Stellen nach $\{0001\}$ tafeligen Kalkspath eingelagert (Fig. 46, nach Photographie in ca. $1\frac{1}{2}$ facher Vergrösserung). Die Kalkspathtafeln erreichen eine Breite bis zu 3 cm bei 2 mm Dicke, zeigen ausser der etwas matten Basis und Spaltflächen etwas wellige Randflächen ungefähr von der Lage $\{10\bar{1}0\}$. Auf der Basis herrscht eine trianguläre Streifung, herrührend

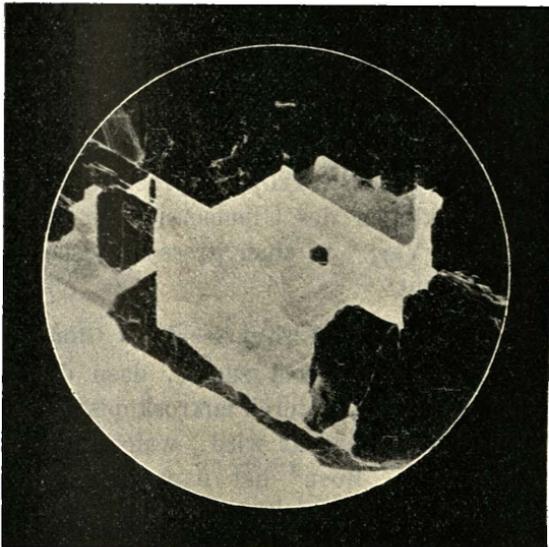


Fig. 46.

von Spaltrissen nach $\{10\bar{1}1\}$ und Zwillingslamellen und Absonderungsflächen nach $\{01\bar{1}2\}$, sie geht den Drucklinien des Glimmers parallel. Gemessen wurde $(0001 : 001) = 0^\circ 45'$, $(10\bar{1}1 : 001) = 43^\circ 48'$, ber. $44^\circ 36'$.

Die Orientirung des Kalkspaths ist eine doppelte, beide zwillingsgemäss nach $\{0001\}$, z. Th. ohne dass ein Zusammenhängen solcher Theile verschiedener Orientirung nachweisbar wäre. Aller eingelagerter Kalkspath der Platte zeigt diese gesetzmässige Lagerung.

¹ O. MÜGGE, Centralbl. f. Min. etc. p. 355. 1902.

40. Turmalin mit Glimmer.

a) Einschlüsse von Turmalin in Glimmer sind seit lange bekannt¹. VOLGER² beobachtete sie massenhaft von makroskopischen bis höchst mikroskopischen Dimensionen in hellem Glimmer von Grafton, bei Hampshire und Haddam, Connecticut, und zwar in regelmässiger Lagerung: ihre Längsrichtung liegt in der Basis des Glimmers parallel der untergeordneten Spaltbarkeit, also wohl den Linien der Druckfigur. Sie bedingen nach ROSEBUSCH³ zuweilen deutlichen Asterismus. G. LINCK⁴ fand, dass Turmaline im Biotit aus Pegmatit des Veltlin tafelig nach {1120} und gestreckt parallel den Hauptaxen waren und letztere zwei Strahlen der Druckfigur parallel liefen.

b) LINCK beobachtete in dem genannten Vorkommen aber noch eine zweite Orientirung am Turmalin. Dieser war tafelig nach {0001}, diese Fläche parallel der Spaltung des Glimmers, zugleich die den Flächen {1120} entsprechenden Umrisslinien parallel den Drucklinien des Glimmers. Die gleiche Orientirung beobachtete Verf.⁵ in einer grossen Muscovitplatte von Haddam, Connecticut⁶.

41. Eisenglanz (und Titaneisen) mit Glimmer.

BREWSTER⁷ erkannte wohl zuerst, dass der Asterismus mancher Glimmer (Irkutsk) durch mikroskopische, regelmässig gelagerte Einschlüsse bewirkt wird, welche ihm Titaneisen zu sein schienen. G. ROSE⁸ hat dann zahlreiche Glimmer der Art, namentlich Muscovite und Phlogopite untersucht (Pensbury und andere Orte in Pennsylvanien, New York, South Burgess, Grenville; Kassigiengoit und Ameragliks-Fjord in Grönland). Die Einschlüsse erscheinen als hexagonale

¹ NÖGGERATH, Sitz.-Ber. niederrhein. Ges. 7. Dec. 1859.

² VOLGER, Jahresber. d. Wetterauer Ges. p. 78. 1861/63. Hanau 1864.

³ ROSEBUSCH, Mikr. Phys. 1. 586. 1892.

⁴ G. LINCK, Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 33. 350. 1899.

⁵ O. MÜGGE, Centralbl. f. Min. etc. p. 353. 1902.

⁶ In derselben und anderen Platten sind andere Turmaline gestreckt // \bar{c} , die Längsrichtung z. Th. einem Strahl der Schlagfigur, z. Th. der Druckfigur parallel, indessen die der Spaltfläche des Glimmers parallel liegende Ebene nicht zu erkennen, die meisten Turmaline aber liegen unregelmässig.

⁷ BREWSTER, Trans. Roy. Soc. Part IV. 20. 550. 1853.

⁸ G. ROSE, Monatsber. Berlin. Akad. 19. April 1869.

Krystallskelette (Fig. 47), deren Seiten meist den Strahlen der Schlag-, seltener der Druckfigur parallel sind (während ihre Tafelflächen der Spaltfläche parallel liegen). G. ROSE hielt diese Einschlüsse nach ihrer Form, Durchsichtigkeit und Farbe für Eisenglanz, indessen ist nicht zu leugnen, dass sie mindestens z. Th. Titaneisen, möglicherweise auch, wie DANA meinte, Magneteisen sein können. Die mikroskopisch-petrographischen Untersuchungen haben später die weitere Verbreitung solcher Einschlüsse kennen gelehrt.

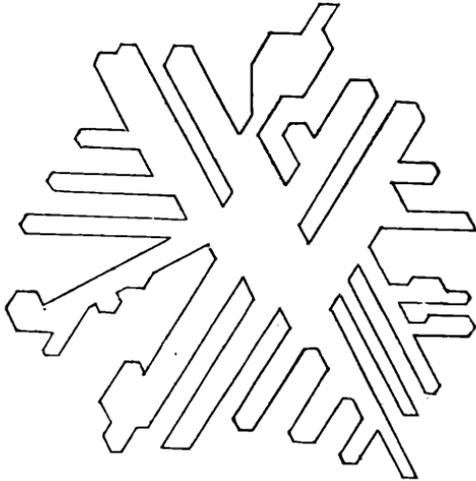


Fig. 47.

Anscheinend makroskopische Verwachsungen von corrodirtem Biotit mit Eisenglanz beschrieb LACROIX¹ aus Sanidiniten von Menet (Cantal). Der Eisenglanz hat die Form $\{0001\} \cdot \{10\bar{1}1\}$; die Kanten seiner Täfelchen liegen parallel den Kanten zum Prisma am Biotit. Auch hier fehlt die Angabe, ob beide nach dieser Definition möglichen Stellungen des Eisenglanzes vorhanden sind.

42. Glimmer mit Salpeter.

FRANKENHEIM erwähnt², dass Natronsalpeter mit Glimmer regelmässig, ähnlich wie Jodkalium etc., verwachse, ohne über

¹ LACROIX, Bull. soc. franç. de min. 14. 316. 1891.

² FRANKENHEIM, Pogg. Ann. 37. 521. 1836. FRANKENHEIM erwähnt daselbst, ebenfalls ohne nähere Angabe, auch regelmässige Verwachsungen von Salpeter mit Gyps. Ich habe solche nicht erhalten.

die Art der Lagerung Näheres anzugeben. Nach Versuchen des Verf.'s¹ erhält man in der That auf Muscovit mit Leichtigkeit ganz ähnliche zierliche regelmässige Verwachsungen wie bei Jodkalium. Auch hier zeigen die grösseren Kryställchen u. d. M., wie die auf Glas erhaltenen, meist nur das Grundrhomboëder, die kleineren dagegen entwickeln sich tafelig nach der Basis, sind vielfach zwillingsartig nach derselben verwachsen und kommen auch unabhängig von einander in zwei Orientirungen derart vor, dass eine Kante zum Rhombo-

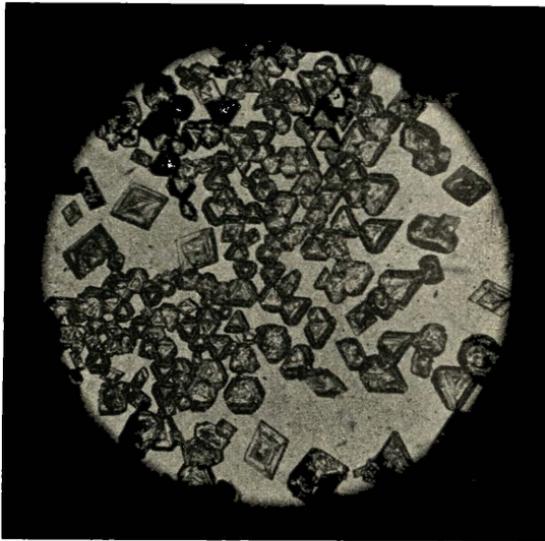


Fig. 48.

ëder senkrecht zur Trace der Ebene der optischen Axen, also parallel $\{010\}$, liegt (Fig. 48, nach Photographie in ca. 30facher Vergrösserung). Dabei reihen sich die gleichseitigen Dreiecke vielfach in den zu den vorigen senkrechten Richtungen aneinander, z. Th. einander halb umschliessend, z. Th. selbst ohne sich gegenseitig zu berühren und ohne noch deutliche Krystallumrisse erkennen zu lassen.

Auch die gegenüber KNO_3 unbeständigen, kalireichen, rhomboëdrischen Mischkrystalle von KNO_3 und NaNO_3 ,

¹ O. MÜGGE, Centralbl. f. Min. etc. p. 355. 1902.

welche gern trigonale Wachstumsformen bilden, verhalten sich dem Glimmer gegenüber so wie reines NaNO_3 .

Anhang.

Quarz und Orthoklas. Die zahlreichen Angaben, welche sich auf die Verwachsung dieser Minerale beziehen, lassen ein bestimmtes Gesetz nicht erkennen; sie dürften alle unregelmässige Verwachsungen beider betreffen; dass bei der Häufigkeit solcher Vorkommen zuweilen gewisse Krystallelemente annähernd parallel liegen, wie z. B. in den von WORTSCHACH (bei TRAUBE, Min. Schles. p. 192, 193. 1888) beschriebenen Fällen beweist nicht die Gesetzmässigkeit der Stellung.

43. Zirkon mit Xenotim.

Die Verwachsung wurde zuerst von ZSCHAU (dies. Jahrb. 1855. p. 513) in den gangförmigen granitischen Gesteinen von Hitteröe beobachtet und ist durch die einfachen Beziehungen beider Minerale und die Regelmässigkeit der Ausbildung gleich ausgezeichnet, obwohl beide zwar grosse geometrische, aber keine chemische Ähnlichkeit aufweisen. Es liegen in beiden Krystallen die gleichnamigen krystallographischen Axen parallel, und da die Winkel der Grundpyramide nahezu übereinstimmen, auch die auftretenden Formen wesentlich dieselben sind, spiegeln alle nahezu gleichzeitig. Bei der in Fig. 49 dargestellten Gruppe war die Gestalt der Berührungsfäche beider Krystalle derartig, dass der Ytterspath gleichsam aus 4 Krystallen zusammengesetzt schien. Es kommt aber auch vor, dass ein kleiner Xenotim auf einem grösseren Malakon sitzt oder viele kleine Xenotime vorwiegend in die Flächen (100) des Malakons eingesenkt sind. Von noch anderem Habitus waren die Verwachsungen, welche BRÖGGER¹ von Berg in Råde und von Krageroe beschrieb; bei Krageroe sind die Xenotime, und zwar nur ihre Basisflächen, von zahlreichen Zirkonen bedeckt, die Pyramidenflächen frei; bei Råde die Pyramidenflächen bedeckt, die Polkanten häufig frei; die

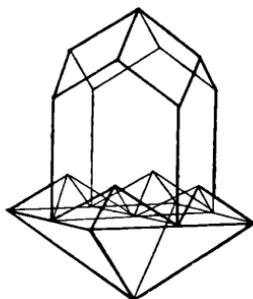


Fig. 49.

¹ BRÖGGER, Ref. Zeitschr. f. Kryst. 10. 498. 1885.

Zirkone sind dabei in der Regel nur aufgewachsen, nicht durchgewachsen. Bekannt ist diese Verwachsung ferner durch W. E. HIDDEN¹ geworden von Green river Post Office, Henderson Co., N.-Carolina; der säulenförmige Zirkon ist hier ringförmig von dicktafeligem Xenotim umgeben und durchwächst denselben (Fig. 50); die Verwachsung scheint dort ebenfalls häufig zu sein. O. A. DERBY² endlich erkannte sehr kleine quadratische Kryställchen aus dem Verwitterungsgrus der Muscovitgranite von São Paulo und Minas Geraës an ihrer Verwachsung mit Zirkon als Xenotim. Ob sich die Angabe von ROSEBUSCH³ auch auf mikroskopische Verwachsungen der Art bezieht, ist nicht ersichtlich.

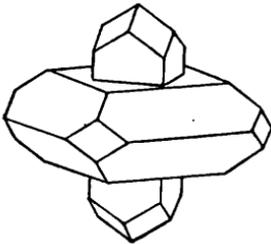


Fig. 50.

ihre Verwachsung mit Zirkon als Xenotim. Ob sich die Angabe von ROSEBUSCH³ auch auf mikroskopische Verwachsungen der Art bezieht, ist nicht ersichtlich.

41. Rutil mit Anatas.

In den unter dem Namen „Captivos“ bekannt gewordenen Pseudomorphosen von Rutil nach Anatas, welche namentlich im Diamantengebiet der Provinz Minas Geraës und am Flusse Sanarka im Gouvernement Orenburg vorkommen, erkannte M. BAUER⁴ eine regelmässige Stellung der Rutilnadelchen zum Anatas, nachdem bereits früher WICHMANN⁵ solche mit anderer Orientirung⁶ der beiderlei Krystalle von Fusch in Tirol angegeben hatte und v. LASAULX⁷ in solchen von Vannes und

¹ W. E. HIDDEN, Amer. Journ. of Sc. **36**. 380. 1888.

² DERBY, *ibid.* **41**. 309. 1891.

³ ROSEBUSCH, Mikr. Phys. **1**. 358. 1892.

⁴ BAUER, dies. Jahrb. 1891. I. 232; daselbst ist auch die ältere Literatur angegeben.

⁵ WICHMANN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. **8**. 338. 1887.

⁶ Der Rutil erscheint sagenitartig, und es liegt eine der drei Kanten der Sagenitgruppe parallel der Kante (001 : 111) des Anatas, die ganze Sagenitafel (also eine Ebene {100} des Rutils) zugleich parallel {001} des Anatas.

⁷ v. LASAULX, Zeitschr. f. Kryst. **8**. 74. 1884. Bei diesem Vorkommen handelt es sich nach LACROIX (Bull. soc. franç. de min. **24**. 426. 1901) weder um Pseudomorphosen, noch um Paramorphosen, sondern es ist zunächst aus Rutil Ilmenit entstanden und als aus diesem das Eisen entfernt wurde, blieb TiO₂ in der Form von Anatas zurück.

SELIGMANN¹ in solchen vom Culm de Vi Parallellagerung von Rutilnadelchen in Anatas beobachtet hatten.

Die Captivos aus Brasilien zeigen die dem regulären Oktaëder ähnliche Form {112} (nur annähernd von E. BERTRAND gemessen; ebener Winkel der Flächen an der Polecke $63^{\circ}49'$, an den Randecken $58^{\circ}51\frac{1}{2}'$, Umriss also annähernd gleichseitig); die Rutil sind feine, bündelweise parallel gelagerte Nadeln // c , und zwar liegt diese Richtung senkrecht zu den Kanten von {112}, entweder nur zu einer einzigen, oder fleckenweise vertheilt zu zweien oder zu allen dreien. Dabei sind zugleich die Flächen von {110} des Rutils nahezu gleich geneigt zu {112}; es entstehen also sagenitähnliche Gruppierungen, deren Tafelfläche annähernd parallel den Flächen von {112} liegt. Meist ist neben Rutil noch Anatas vorhanden, die Abgrenzung beider zuweilen ziemlich unregelmässig, zuweilen auch bildet der Rutil eine etwa 1 mm dicke Rinde um einen Anataskern, manchmal auch scheint der Rutil in mikroskopisch feinen Theilchen in den Anataskern einzudringen. Die Beobachtungen im Dünnschliff sind mit der gegebenen Deutung der Verwachsung im Einklang.

Die uralischen Captivos haben nach BAUER eine noch mehr oktaëderähnliche Form, nämlich {335} (ebener Winkel an der Polecke $57^{\circ}51\frac{1}{2}'$, an den Randecken $61^{\circ}4\frac{1}{4}'$). Die Rutilprismen waren hier bei zwei Krystallen so orientirt, dass sie auf einer Kante der Anataspyramide senkrecht standen, und zwar die auf einer Fläche sichtbaren Rutil stets nur zu einer Kante dieser Fläche, dabei für Fläche und Gegenfläche senkrecht zu derselben Kante; bei zwei benachbarten Flächen und ihren Gegenflächen lagen sie senkrecht zur Durchschnittskante beider, bei zwei anderen und ihren Gegenflächen dagegen nicht. Ein weiterer Unterschied gegen die brasilianischen ist, dass die Rutilnadeln den Flächen von {335} nicht parallel lagen, sie machten vielmehr da, wo sie senkrecht zur Kante zweier Flächen stehen, mit beiden sehr nahezu den gleichen Winkel, verliefen also parallel der zu jener Kante senkrechten krystallographischen Axe.

Bei dem in Fig. 51 abgebildeten Krystall schien ab eine

¹ SELIGMANN, Sitz.-Ber. niederrhein. Ges. Bonn. p. 118. 1885.

Randkante von $\{335\}$ zu sein; die Rutilprismen auf den beiden vorderen und hinteren Flächen liegen parallel der Axe cc' ; auf den Flächen links oben und rechts unten liegen sie parallel der Axe bb' , auf den Flächen rechts oben und links unten endlich $\parallel aa'$. Während bei diesem Krystall die Rutilprismen anscheinend den ganzen Krystall durchsetzen,

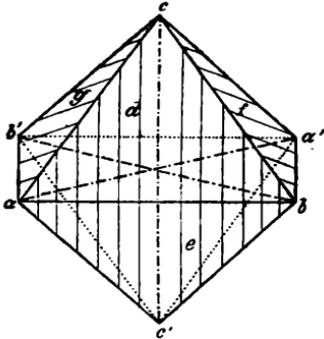


Fig. 51.

bildet bei einem anderen der Anatas noch eine der Oberfläche conforme Schale; die Rutilprismen des Kernes haben anscheinend dieselbe Lage wie vorher.

Wie aus Vorstehendem hervorgeht, ist zum mindesten bei dem uralischen Vorkommen die Verwachsung erst unvollständig bekannt, da man nicht weiss, wie die Nebenaxen des Rutil orientirt sind. Da ausserdem das Verwachsungsgesetz für die uralischen und brasilianischen Krystalle

nicht übereinstimmt, beide auch von den Angaben WICHMANN'S abweichen und bisher nur wenige Krystalle untersucht sind, scheinen weitere Beobachtungen nöthig.

45. Kupferkies mit Polybasit.

FRENZEL¹ erwähnt, dass Kupferkies nicht selten als Überzug, u. a. auch bei Polybasit, erscheint. Verf. (dies. Jahrb. 1897. II. p. 70) beobachtete den Kupferkies in hohlen Perimorphosen nach scheinbar hexagonalen Tafeln vom Habitus des Polybasits. Die Regelmässigkeit der Verwachsung verrieth sich dadurch, dass die mikroskopisch kleinen Kupferkiesfelderweise gleichzeitig einspiegeln und die geradlinigen parallel dem Umriss der hexagonalen Tafeln verlaufenden Grenzen dieser beiden Felder noch auf ein pseudohexagonales, nach $\{110\}$ verzwillingtes Mineral hinweisen, welches das Innere füllte (jetzt befinden sich im Innern Kryställchen von Pyrrargyrit). Die Kupferkiese liegen anscheinend mit einer Fläche $\{111\}$ der Basis des Polybasits parallel und kehren eine grosse Sphenoid-

¹ FRENZEL, Min. Lex. v. Sachsen. p. 62 u. 236. 1866.

fläche derselben zu, eine dreieckige Spitze nach aussen. Im Übrigen scheinen an ihnen die Formen $\{201\}$ und $\{101\}$ zu herrschen, und zwar laufen die Combinationskanten der letzteren mit $\{111\}$ den Kanten $(001 : 110)$ bzw. $(001 : 010)$ des Polybasits parallel (Fig. 52). Die Kupferkiese erscheinen aber in jedem der beiden genannten Felder, wahrscheinlich infolge Zwillingsbildung nach zwei (zu der mit dem Polybasit gemeinschaftlichen Fläche $\{111\}$ annähernd senkrechten) Flächen von $\{101\}$ in drei, ca. 120° gegeneinander gedrehten Stellungen.

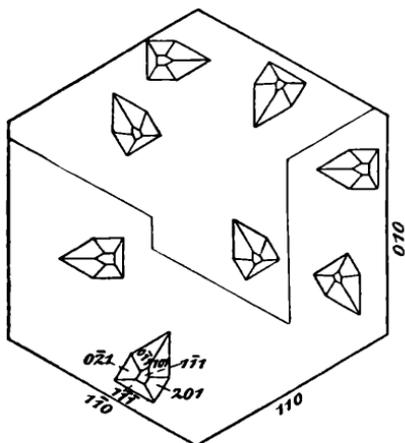


Fig. 52.

Die Kupferkiese des einen Feldes sind ausserdem anscheinend in Zwillingsstellung nach $\{111\}$ zu denen des anderen, wobei die geradlinige Grenze beider Felder durch die Grenzen der nach $\{110\}$ verzwilligten Polybasite bestimmt wurden. Es ist indessen zu bemerken, dass dieser Gegensatz in der Orientirung des Kupferkieses auf den in Zwillingsstellung nach (110) befindlichen Polybasiten nur verständlich wird, wenn man den Polybasit als rhombisch-hemimorph nach \bar{a} oder \bar{b} oder als monoklin auffasst. Denn analog, wie bei der Verwachsung von Kalkspath-Aragonit (No. 33b) dargelegt wurde, müsste der Kupferkies auf der Basis eines rhombisch-holoëdrischen Krystals an allen Stellen in zwei in Bezug auf die Normale seiner Fläche (111) hemitropen Stellungen erscheinen. PENFIELD¹ ist nun inzwischen auf Grund sorgfältiger Messungen wie nach dem Habitus zu der Überzeugung gekommen, dass der Polybasit in der That nicht rhombisch (und pseudo-hexagonal-holoëdrisch), sondern monoklin (und pseudorhomboëdrisch) ist, was also mit der obigen Verwachsungsart auf das Beste übereinstimmen würde.

¹ S. L. PENFIELD, Amer. Journ. of sc. (4.) 2. 24. 1896; auch Zeitschr. f. Kryst. 27. 72. 1897.

46. Rutil mit Brookit.

In den sogen. Paramorphosen von Rutil nach Brookit von Magnetcove, Arkansas, erkannte G. VOM RATH¹, dass die auf {110} des Brookits liegenden Rutilite meist gesetzmässig zum Brookit gestellt seien. Es ist die Axe \acute{c} beider parallel, und eine Fläche von {100} parallel {100} des Brookits (Fig. 53). Damit sind auch die späteren optischen Beobachtungen von

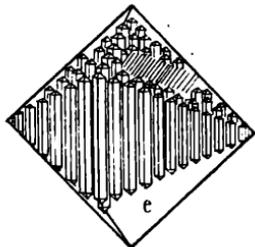


Fig. 53.

BAUER (dies. Jahrb. 1891. I. p. 225) im Einklang. Die Stellung der kleinen Rutilprismen ist aber nicht auf allen Flächen dieselbe, und auch auf derselben Fläche nicht constant, scheint überhaupt nicht streng gesetzmässig, wenn auch gewisse Flächen des Rutilits sich der Lage gewisser Brookitflächen nähern.

Dass es sich bei den von HUSSAK (dies. Jahrb. 1898. II. p. 99) aus den Diamantsanden des Rio Cipó bei Diamantina beschriebenen Brookiten um eine Umwandlung in z. Th. regelmässig gelagerten Rutil handelt, scheint mir nach HUSSAK's Beobachtungen nicht ausgeschlossen, obwohl HUSSAK selbst nicht zu dieser Annahme neigt.

Anhang.

Kupferkies mit Bournonit in regelmässiger Verwachsung giebt FRENZEL (Min. Lex. Sachsen. p. 48. 1874) von Alte Hoffnung Erbstollen zu Schönborn an, ohne indessen über die Art der Orientirung etwas mitzutheilen.

47. Rutil mit Glimmer.

Die so viel verbreiteten Einlagerungen von Rutil in Glimmer scheinen zu den regelmässigen Verwachsungen zu gehören. Aus den zahlreichen Mittheilungen über solche Einschlüsse² geht hervor, dass die Rutilite mit ihrer Axe \acute{c} meist parallel den Linien der Druck-, seltener auch der Schlagfigur

¹ G. VOM RATH, Pogg. Ann. p. 158, 407. 1876; auch dies. Jahrb. 1876. 397.

² Literaturangaben bei ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 582 u. 587. 1892; ferner das. 2. passim. Ausserdem vergl. G. H. WILLIAMS, dies. Jahrb. Beil.-Bd. II. 617 ff.

liegen. G. H. WILLIAMS beobachtete auch eine mehrfach sich wiederholende Zwillingsbildung an den Nadeln im Biotit des Diorits von Triberg, und maass den Winkel ihrer Längsrichtungen zu 55° . Daraus aber darf man schliessen, dass eine Fläche $\{100\}$ des Rutils parallel der Spaltfläche des Glimmers liegt. Genau genommen liegen demnach vier Verwachsungsgesetze vor, bei allen ist eine Fläche $\{100\}$ des Rutils // $\{001\}$ des Glimmers, ausserdem die zweite Fläche $\{100\}$, entweder parallel den Strahlen der Druckfiguren, nämlich // $\{100\}$ und // $\{130\}$, oder parallel den Strahlen der Schlagfigur, nämlich // $\{010\}$ und // $\{110\}$ ¹.

Anhang.

1. Melilith und Biotit sind nach BERWERTH (Ann. Naturhist. Hofmus. 8. p. 454. 1893) im Alnöt von Alnö vielfach so in- und aneinander gelagert, dass beide Basisflächen parallel sind. Nähere Angaben über die Orientirung fehlen.

2. Xenotim und Monazit kommen nach HUSSAK (TSCHERMAK'S Min. u. petr. Mitth. 18. 346. 1899) unter den Begleitern des bahianischen Diamants so verwachsen vor, dass $\{001\}$ des Xenotims mit $\{100\}$ des Monazits parallel ist. Die Bildungen erscheinen scepterartig, indem die Xenotimkrystalle auf der Endfläche des Monazits aufgewachsen sind. Weitere Angaben fehlen.

3. Bei den Uranglimmern hat WILL. PHILLIPS nach WALKER (Amer. Journ. of Sc. 6. 41. 1898) gegenseitige Umwachsung (anscheinend von Tabernit und Autunit) beobachtet, welche, wenn diesen Krystallen in der That verschiedene Symmetrie zukommt, den Umwachsungen von Orthoklas und Albit zu vergleichen wäre. — Auch die von RINNE (Centralbl. f. Min. etc. p. 623 u. 712. 1901) als Metauranite bezeichneten Entwässerungsproducte sind in regelmässiger Stellung zu den ursprünglichen Uranglimmern, bedürfen aber wohl noch näherer Untersuchung².

48. Andalusit mit Sillimanit.

Bei der mikroskopischen Untersuchung eines Andalusitgesteins von Ceylon fand LACROIX³ den Andalusit auf mehrere Weise regelmässig mit dem eingeschlossenen Sillimanit ver-

¹ Ähnliches gilt bei der Verwachsung der Glimmer mit anderen Krystallen, welche keine dreizählige Axe haben oder bei denen diese nicht senkrecht zur Spaltfläche des Glimmers liegt.

² Dasselbe gilt von den sogen. Metazeolithen und ähnlichen Verbindungen.

³ LACROIX, Bull. soc. franç. de min. 11. 150. 1888.

wachsen. a) Im Haupttheil des Andalusits liegen die gleichnamigen Axen beider Minerale parallel, sie durchwachsen sich, wobei im Schriff nach $\{100\}$ die Grenzen parallel $\{010\}$ und $\{001\}$ verlaufen (Fig. 54). b) und c) Daneben sind aber dünnere Stäbchen des Sillimanit dem Andalusit auch so eingelagert, dass nur $\{100\}$ beider gemeinsam ist, die Axen \bar{c} dagegen gekreuzt liegen; endlich kommen bei gemeinsamen $\{100\}$ auch Neigungen der Axen \bar{c} unter abweichendem Winkel, namentlich unter 45° vor. Die Verwachsung mit parallelen gleich-

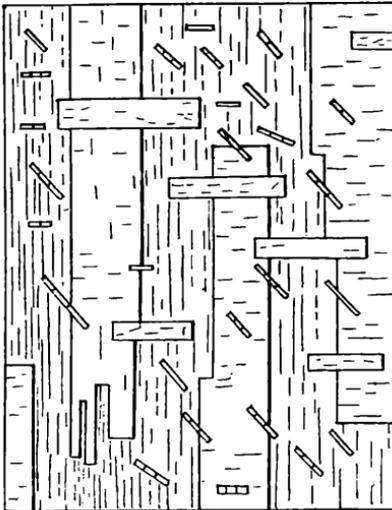


Fig. 54.

namigen Axen beobachtete LACROIX gleichzeitig auch in metamorphosierten devonischen Schiefen von Moulin-vieux bei Morlaix (Finistère), ferner fanden sie bald darauf auch MICHEL-LÉVY und TERMIER¹ in Cordieritgneiss vom Mont-Pilat, wo der Sillimanit im Andalusit in mikroskopisch breiten Bändern erscheint, welche sich im Rohen längs $\{100\}$ und $\{110\}$ vom Andalusit abgrenzen. Zur selben Zeit entdeckte LACROIX² ein neues makroskopisches Vor-

kommen in den metamorphosirten Sandsteinen von Bagnères-de-Bigorres (Thal von Barousse, Hautes-Pyrénées); hier kommen ausser der Parallelverwachsung auch vielfache Durchkreuzungen unter 90° und auch unter 60° vor, und die Ausbildung ähnelt nach einer späteren Mittheilung³ z. Th. den Andreasberger Harmotom-Zwillingen.

Ob die Verwachsung in den eben genannten Fällen eine primäre, oder der Sillimanit aus Andalusit hervorgegangen ist, erscheint zweifelhaft. Nach VERNADSKY⁴ soll sich Andalusit

¹ MICHEL-LÉVY und TERMIER, *ibid.* 12. 56. 1889.

² LACROIX, *ibid.* 12. 59. 1889.

³ LACROIX, *Bull. d. serv. d. l. carte géol. de la France etc.* 71. 1900.

⁴ VERNADSKY, *Compt. rend.* p. 1378. 30. Juni 1900.

lusit bei ca. 1350° in Sillimanit umwandeln, die umgewandelten Theile löschen aber noch gleichzeitig, und zwar // \bar{c} des ursprünglichen Andalusites, aus, die Stellung der Neubildungen kann also die der ersten oder zweiten der oben beschriebenen Verwachsungen sein. Ebenso beobachtete SAUER¹ im Rengneiss Paramorphosen (vielleicht richtiger Pseudomorphosen) von Sillimanit nach Andalusit mit paralleler Lage der Axen \bar{c} . Für wahrscheinlich primär hält W. SALOMON² die von ihm beobachtete Verwachsung beider mit parallelen Axen im Hornfels der Cima d'Asta, endlich erwähnt HEDDLE³, dass Fibrolith in feinen Fasern von Clashnaree häufig parallel zu rothem Andalusit gelagert ist und lange schlanke Krystalle von Andalusit oft zwischen den Fasern von Fibrolith erscheinen; er vergleicht die Verwachsung mit der von Cyanit und Staurolith und „other dimorphs“.

49. Witherit mit Baryt.

Überzüge von Baryt auf Witherit beschreibt schon HAIDINGER⁴; regelmässige Stellung solcher Barytkryställchen beobachtete Verf. (dies. Jahrb. 1895. I. p. 254) an den pseudo-hexagonalen Witheritdrillingen von Alston Moor. Der Witherit hat die Form $\{021\} \cdot \{111\}$, der Baryt $\{001\} \cdot \{110\}$. Es liegt die Makroaxe des Baryts parallel der Brachyaxe des Witherits, die Spaltfläche $\{001\}$ des Baryts ist gegen $\{010\}$ des Witherits unter $15^{\circ} 11'$ geneigt, so dass eine der Flächen $\{102\}$ des Baryts parallel der Spaltfläche $\{011\}$ des Witherits ist (Fig. 55) (dadurch wird gleichzeitig annähernd eine Fläche $\{031\}$ Witherits parallel der andern Fläche $\{102\}$ des Baryts).

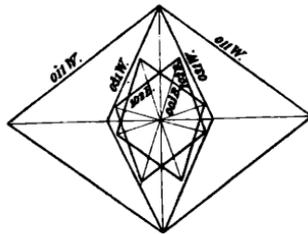


Fig. 55.

Verwachsungen dieser Art sind an jedem einfachen Witheritkrystall zwei verschiedene möglich (Fig. 55), beide sind auch

¹ SAUER, Erläuterungen z. Bl. Gengenbach d. geol. Spec.-Karte von Baden. p. 12. 1894.

² SALOMON, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 17. 206. 1898.

³ HEDDLE, Trans. Roy. Soc. Edinburgh. 39. 348.

⁴ HAIDINGER, Pogg. Ann. 11. 376. 1827.

stets vorhanden, aber nicht promiscue auf derselben Fläche $\{021\}$ des Witherits, sondern die auf (021) aufgewachsenen Blättchen stehen symmetrisch zu denen auf $(0\bar{2}1)$ in Bezug

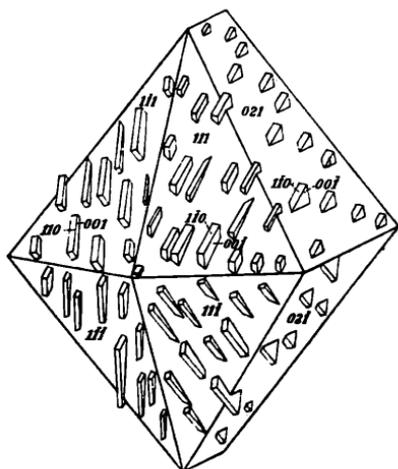


Fig. 56.

auf (100) und symmetrisch zu denen auf $(02\bar{1})$ in Bezug auf (001) des Witherits; dabei neigen die Flächen (001) des Baryts in jedem Quadranten des Witherits in entgegengesetztem Sinne zur Axe c , wie die Fläche $\{021\}$, auf welcher sie aufgewachsen sind. Die auf den Flächen $\{111\}$ aufgewachsenen Barytblättchen haben dieselbe Orientirung wie auf jenen Flächen $\{021\}$, welche demselben Quadranten angehören (Fig. 56, halbschematisch für



Fig. 57.

einen einfachen Krystall). Da die Witherite aber selten einfache Krystalle, meist vielmehr Durchkreuzungsdrillings nach $\{110\}$ sind, welche wesentlich nur $\{021\}$ nach aussen kehren, während $\{111\}$ nur da erscheint, wo Zwillinglamellen an die Oberfläche treten, findet sich der Baryt auf den pseudohexagonalen Pyramiden in 2×3 verschiedenen Orientirungen, wie es Fig. 57 für die obere Hälfte eines Drillings zeigt. Die Zwillingstreifen innerhalb der einzelnen Sextanten verrathen sich durch zierliche, abweichend schimmernde Barytstreifen, welche in sich aber einheitlich und gleichzeitig mit denen eines der Nachbarsextanten reflectiren. Eine breitere Partie derart, von der Orientirung wie im Sextanten links, ist im mittleren

Fig. 56, halbschematisch für einen einfachen Krystall). Da die Witherite aber selten einfache Krystalle, meist vielmehr Durchkreuzungsdrillings nach $\{110\}$ sind, welche wesentlich nur $\{021\}$ nach aussen kehren, während $\{111\}$ nur da erscheint, wo Zwillinglamellen an die Oberfläche treten, findet sich der Baryt auf den pseudohexagonalen Pyramiden in 2×3 verschiedenen Orientirungen, wie es Fig. 57 für die obere Hälfte eines Drillings zeigt. Die Zwillingstreifen innerhalb der einzelnen Sextanten verrathen sich durch zierliche, abweichend schimmernde Barytstreifen, welche in sich aber einheitlich und gleichzeitig mit denen eines der Nachbarsextanten reflectiren. Eine breitere Partie derart, von der Orientirung wie im Sextanten links, ist im mittleren

derart, von der Orientirung wie im Sextanten links, ist im mittleren

Sextanten von Fig. 57 dargestellt. — Die nicht parallele Anordnung der Barytblättchen auf gleichwerthigen Krystallflächen weist auf Oberflächenkräfte bei der Bildung hin. Bemerkenswerth ist auch, dass die durch einfache Indices und Spaltung oder Zwillingsbildung ausgezeichneten Flächen hier nicht die Verwachsung bestimmen.

50. Stephanit mit Polybasit.

Auf dem Barbara-Gang zu Příbram beobachtete v. ZEPHAROVICH¹ nach der Axe \hat{c} aneinandergereihte, kurz säulenförmige Aggregate von Stephanit, zwischen welche dünne, aber bis $\frac{1}{2}$ Zoll breite Täfelchen von Polybasit so eingelagert waren, dass die Endflächen $\{001\}$ beider parallel waren. Nach DÖLL² handelt es sich hier um eine Pseudomorphosirung des Stephanits durch Polybasit (während früher REUSS³ auch Pseudomorphosen von Stephanit nach Polybasit beschrieben hat). FRENZEL⁴ giebt an, dass bei Marienberg Stephanit mit Polybasit so verwachsen vorkommt, dass die basischen Endflächen parallel sind und gleichzeitig zwei Säulenflächen des letzteren (welcher als hexagonal betrachtet wird), parallel $\{010\}$ des Stephanits liegen; auch erwähnt er⁵, dass Eugenglanzformen zuweilen einen Überzug von Stephanit haben.

51. Olivin mit Serpentin.

Bei den mineralogisch-petrographischen Untersuchungen ist bereits früh neben dem gewöhnlichen, unregelmässig faserigen Serpentin ein anscheinend einheitliches, blättriges Zersetzungsproduct beobachtet und wohl meist für eine Art dunklen Glimmers gehalten⁶. MICHEL-LÉVY⁷ gab für eine ähnliche, rothe, etwas pleochroitische Substanz in Basalten der Auvergne seine optische Orientirung und Stellung zum Olivin wie Fig. 58 (der Kern ist frischer Olivin) an. Sie war

¹ v. ZEPHAROVICH, Min. Lex. Österreich-Ung. 2. 243 u. 309. 1873.

² DÖLL, Verhandl. geol. Reichsanst. p. 222. 1898.

³ REUSS, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 10. 46. 1853.

⁴ FRENZEL, Min. Lex. Sachsen. p. 308. 1874.

⁵ FRENZEL, *ibid.* p. 237.

⁶ Vergl. darüber bei ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 2. 400. 1877.

⁷ MICHEL-LÉVY, Bull. soc. géol. de France. (3.) 18. 831. 1890.

deutlich blätterig nach $\{001\}$ des Olivins (v. KOKSCHAROW'sche Aufstellung) und bildete einen optisch einheitlichen Saum um ihn; ihre Doppelbrechung kaum schwächer als Olivin, Winkel der optischen Axen ca. 70° um die negative Mittellinie, welche auf der Spaltfläche senkrecht steht. MICHEL-LÉVY schien geneigt, diese Substanz für Eisenglanz oder Göthit zu halten.

IDDINGS¹ beschrieb ein blätteriges Zersetzungsproduct aus Basalten des Eureka-Districts, verglich es aber mit Thermophyllit, also einem blätterigen Serpentin, es würde sich demnach dem von EICHSTÄDT (dies. Jahrb. 1885. I. - 429-) bereits 1880 als Zersetzungsproduct von Olivin beschriebenen Antigorit anschliessen; diesem nähert es sich auch optisch, denn senk-

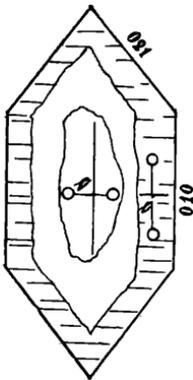


Fig. 58.

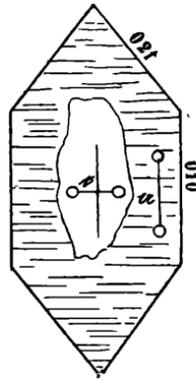


Fig. 59.

recht zur Spaltfläche steht die spitze negative Bisectrix mit meist nur kleinem Axenwinkel. A. G. LAWSON² nannte dann eine offenbar sehr ähnliche Substanz aus californischen Basalten Iddingsit, und unter diesem Namen kehrt sie seitdem öfter in der petrographischen Literatur wieder. In ihrer optischen Orientirung zum Olivin stimmt sie überein mit dem von LACROIX³ vom Vallée de la Jordane (Auvergne) beschriebenen und zu seinem Bowlingit gestellten Zersetzungsproduct basaltischer Olivine. Die spitze Bisectrix a liegt hier $\parallel c$ des Olivins, die Ebene der optischen Axen $\parallel \{010\}$, die vollkommenste Spaltbarkeit $\parallel \{100\}$ desselben, vergl. Fig. 59.

¹ IDDINGS, U. S. Geol. Surv. Mon. 20. 388. 1892.

² LAWSON, Bull. Dep. Geol. Univ. California. 1. 31. 1893.

³ LACROIX, Minéralogie de la France. 1. 444. 1893/95.

Auch ROSENBUSCH¹ giebt dieselbe Orientirung an, ebenso BECKE² für Olivin aus Gesteinen der Columbretes, endlich auch SIGMUND³ für solchen aus Basalten der Steiermark. Damit nicht in Übereinstimmung ist die Angabe MICHEL-LEVY's, es sind *a* und *c* vertauscht, die Lage der Spaltfläche zum Olivin dagegen dieselbe.

Im Ganzen dürfte aus diesen und weiteren in der petrographischen Literatur verbreiteten Angaben, in welchen die Orientirung zum Olivin indessen nicht näher bestimmt ist, hervorgehen, dass beim Olivin regelmässig gelagerte Umbildungsproducte, welche also zu sogen. homoaxen Pseudomorphosen führen, ausserordentlich häufig sind.

Es scheint, dass der Antigorit noch in einer anderen Weise mit Olivin verwachsen kann. WEINSCHENK⁴ berichtet, dass dem Olivin seiner „Stubachite“ Blätter von Antigorit (welche er für primär hält), hauptsächlich nach den Flächen {021}, eingelagert sind, und die Gitterstruktur seiner Zersetzungsproducte (des gewöhnlichen faserigen Serpentin) veranlassen, in denen der Antigorit also noch unzersetzt erhalten sein soll. Die nähere Orientirung des Antigorit ist nicht angegeben. Ähnliche Anordnung der Antigoritafeln beobachtete auch schon v. DRASCHE⁵ in einem Diallagserpentinegestein von Windisch Matrey. Die Abbildungen WEINSCHENK's sind denen v. DRASCHE's z. Th. ausserordentlich ähnlich, obwohl es sich bei letzteren nach v. DRASCHE und auch nach HUSSAK⁶ um Pyroxenpseudomorphosen handelt.

52. Bronzit mit Bastit.

Die regelmässige Verwachsung des Schillerspathes von der Baste mit Pyroxen scheint zuerst F. KÖHLER⁷ beobachtet zu haben. Er vergleicht sie mit der schon damals „allgemein

¹ ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 2. 963. 1896.

² BECKE, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 16. 311. 1897.

³ SIGMUND, ibid. 16. 356. 1887.

⁴ WEINSCHENK, Abh. bayer. Akad. III. Abth. 18. Taf. III Fig. 1—3. 11 u. 16. 1894.

⁵ v. DRASCHE, TSCHERMAK's Min. Mitth. 5. Taf. I Fig. 2, 3. 1871.

⁶ HUSSAK, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 5. 78. 1883.

⁷ FR. KÖHLER, Pogg. Ann. 11. 200. 1827.

bekanntem“ von Cyanit und Staurolith und verweist auch auf die kurz zuvor von Haidinger beobachtete Verwachsung von Augit und Hornblende in Smaragdit. Dass der Schillerspath ein Umwandlungsproduct und das ursprüngliche Mineral nicht Augit sondern Enstatit sei, ist dann namentlich von G. Rose, Streng und Kenngott festgestellt. In der Orientirung schliesst sich der Bastit ganz wie der Antigorit etc. der seines Mutterminerals an. Nach den übereinstimmenden Angaben von Des Cloizeaux¹, Tschermak², Rosenbusch³ und Lacroix⁴ ist er so orientirt, dass seine negative Bisectrix senkrecht zur Absonderungsfläche {010} des Bronzits liegt, die Axenebene parallel der Axe $\overset{1}{c}$ desselben, zugleich seine Tafelfläche mit der genannten Absonderungsfläche zusammenfällt. Dieselbe Anordnung ermittelte speciell für die Enstatitkrystalle von Bamle auch Johannson⁵. Die Verwachsung ist demnach zweifellos eine wohl bestimmte, auch wenn man annimmt, dass die Spaltbarkeit nach {010} und Faserung // $\overset{1}{c}$ der Blättchen von Bastit nicht ihm selbst, sondern dem Bronzit eigenthümlich sind.

53. Aragonit mit Kalisalpeter.

G. Rose⁶ berichtet, dass sich Kalisalpeter in paralleler Stellung auf Aragonit absetzt. Kopp⁷ hat das nicht bestätigt gefunden; da aber G. Rose angiebt, dass der Versuch „vollkommen gelungen“ sei, kann man an der Möglichkeit dieser Überwachsung nicht wohl zweifeln.

A n h a n g.

Auf einem Enargit-Krystall von Famatina beobachtete Spencer (Min. Mag. 11. 75. 1895) ein Baryttäfelchen so aufgewachsen, dass die Flächen {001} beider gleichzeitig einspiegelten, auch die Prismenflächen beider Minerale (deren Winkel annähernd gleich ist) fast parallel lagen. Spencer lässt aber selbst die Gesetzmässigkeit dieser Anordnung zweifelhaft, da sie nur einmal beobachtet wurde, obwohl auf manchen Enargiten zahlreiche Baryte aufgewachsen waren.

¹ Des Cloizeaux, *Man. de min.* 1. 113. 1862.

² Tschermak, *Min. Mitth.* p. 20. 1871.

³ Rosenbusch, *Mikr. Phys.* 1. 460 u. 691. 1892.

⁴ Lacroix, *Min. de la France.* 1. 424 u. 545. 1893/95.

⁵ Johannson, *Ref. Zeitschr. f. Kryst.* 23. 155. 1894.

⁶ G. Rose, *Ber. d. deutsch. chem. Ges.* p. 105. 1871.

⁷ Kopp, *ibid.* p. 918. 1879.

54. Triphylin-Graftonit.

Nach PENFIELD¹ erscheinen dem monoklinen Graftonit, $(\text{Fe, Mn, Ca})_3\text{P}_2\text{O}_8$, in Schliften senkrecht $\{010\}$ Lamellen von Triphylin, $\text{Li}(\text{Fe, Mn})\text{PO}_4$, in zwei Orientirungen eingelagert (Fig. 60, das Weisse ist der parallel der Längsrichtung der Lamellen auslöschende Graftonit, das Punktirte der Triphylin, welcher unter ca. 30° zur Längsrichtung der Lamellen auslöscht; das Schwarze ist Zersetzungsproduct). Das Gesetz der Verwachsung lautet:

$$\begin{array}{l} 102 \text{ des Triphylins} // 010 \text{ des Graftonits} \\ \text{Axe } \bar{b} \text{ " " " // Axe } \grave{a} \text{ " " "} \end{array}$$



Fig. 60.

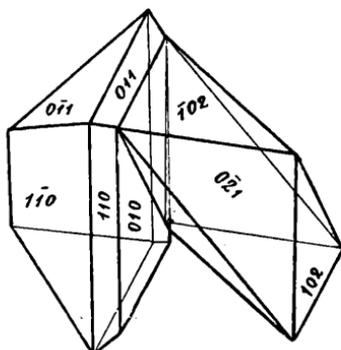


Fig. 61.

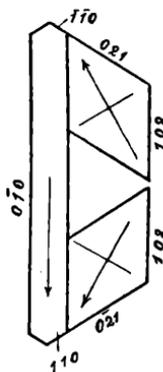


Fig. 62.

Dabei ist gleichzeitig annähernd

$$\begin{array}{l} \text{Kante } (\bar{1}02 : 0\bar{2}1) \text{ des Triphylins} // \text{Kante } (110 : 011) \text{ des Graftonits} \\ \text{und } (\bar{1}02) \text{ des Triphylins} // (011) \text{ des Graftonits;} \\ \text{auch } 0\bar{2}1 \text{ " " " // } 110 \text{ " " "} \end{array}$$

Schematisch zeigt die Verwachsung Fig. 61 für eine der beiden danach möglichen Orientirungen des Triphylins, Fig. 62 für beide; letztere sind zu einander zwillingsmässig in Bezug auf $\{102\}$, dabei symmetrisch zu $\{010\}$ des Graftonits.

PENFIELD hält die Verwachsung für eine primäre, er glaubt nicht, dass der Triphylin durch Zersetzung aus dem Graftonit entstanden sei.

¹ PENFIELD, Amer. Journ. of Sc. 159. 31. 1900; auch Zeitschr. f. Kryst. 32. 440. 1900.

// \bar{c} , (die kurze Kante als $011 : 0\bar{1}1$). Vergl. die schematische Fig. 64.

Davon, dass wirklich Aragonit, und nicht, wie BLUM gemeint hatte, Kalkspath vorliegt, überzeugte sich G. ROSE durch Bestimmung des spezifischen Gewichts vor und nach dem Glühen. Durch das Glühen zerfielen die feinen Nadelchen in ein Aggregat von im polarisirten Licht ungleich orientirten kleinen Körnchen. Ich kann hinzufügen, dass in den kleinen Aragonit-*täfelchen* α parallel zur Längsrichtung liegt, dass ihre Doppelbrechung sehr stark ist und das durch ihre Tafelfläche erhaltene Interferenzbild symmetrisch zur Normalen des Blättchens ist, was also mit der krystallographischen Deutung G. ROSE's übereinstimmt. Die von G. ROSE untersuchten Stücke stammten aus der Gegend von Mansfeld, Gera und dem Meissner, ebenso die von mir geprüften.

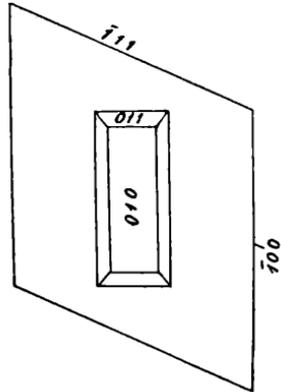


Fig. 64.

Anscheinend Gyps, und anscheinend in orientirter Lage, eingeschlossen in Aragonit, beobachtete F. WESTHOFF¹. In Schliften // $\{001\}$ des Aragonits zeigen die Einschlüsse Spaltungsrisse nach \bar{a} des Aragonits und löschen auch nach dieser Richtung aus. In Schliften ungefähr nach $\{010\}$ des Aragonits löschen sie gleichzeitig, aber schief aus; es scheint also $\{010\} // \{010\}$ zu liegen, aber nicht genau $\bar{c} // \bar{c}$. Es ist nähere Untersuchung nöthig.

57. Astrophyllit mit Lepidomelan.

Die Verwachsung ist vom Verf.² an einer 5 : 7 cm grossen Platte von Lepidomelan von Barkevik bei Brevik beobachtet. Die Astrophyllite sind vom zweiten Habitus BRÖGGER's³, nämlich tafelig nach der vollkommenen Spaltfläche und gestreckt nach der Axe \bar{b} , dabei stets ein wenig geknickt um

¹ WESTHOFF, Dissert. Freiburg i. Schw. p. 45. 1899.

² O. MÜGGE, Centralbl. f. Min. etc. p. 353. 1902.

³ BRÖGGER, Zeitschr. f. Kryst. 16. 205. 1890.

dieselbe Richtung, andere Flächen fehlen; sie sind meist $\frac{1}{2}$ —1 mm breit und etwa 5 mm lang. Es liegen die vollkommenen Spaltungsflächen beider Minerale einander parallel, ausserdem die Axe \bar{b} des Astrophyllits parallel den Schlaglinien des Glimmers, so dass der Astrophyllit als zierliches hexagonales Gitterwerk erscheint. Der Astrophyllit erscheint in dieser Orientirung sowohl an der Oberfläche wie in verschiedenen Niveaus der etwas treppenförmig angespaltenen Glimmerplatte, aber nicht als mikroskopischer Einschluss. Einzelne Astrophyllite liegen mit ihrer Längsrichtung auch senkrecht zu den vorigen, da daneben aber auch unregelmässig gelagerte vorkommen, scheint es fraglich, ob man sie als nach einem zweiten Gesetz gruppirt ansehen darf.

58. Olivin mit Klinohumit.

A. SCACCHI (dies. Jahrb. 1876. p. 637) berichtet, dass am Vesuv Zwillinge von Klinohumit nach $\pm \frac{1}{3}e = \{103\}$ oder $\{\bar{1}03\}$ so mit Olivin verwachsen vorkommen, dass letztere wie Olivinzwillinge nach $\{011\}$ erscheinen. Darnach muss man annehmen,

dass $\{001\}$ des Olivins parallel liegt mit $\langle 100 \rangle$ des Klinohumits,
ferner $\langle 010 \rangle$ " " " " " $\langle 001 \rangle$ " "

wobei dann gleichzeitig die Zwillingschene $\{011\}$ des Olivins und $\{103\}$ (oder $\{\bar{1}03\}$) des Klinohumits nahezu zusammenfallen.

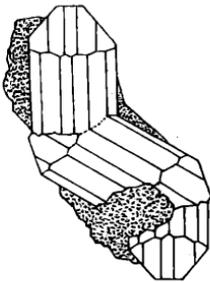


Fig. 65 a.

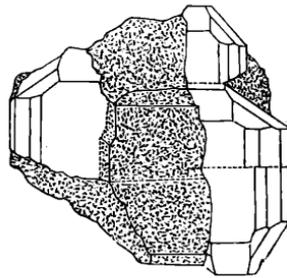


Fig. 65 b.

SCACCHI giebt keine Messungen an, aus seinen Figuren (Fig. 65 a, Projection auf (100) des Olivins, dessen mittlerer Krystall in Zwillingsstellung zum oberen und unteren nach (011) sich befindet; Fig. 65 b, Projection auf 010 des Olivins; das Weisses ist Olivin, das Punktirte Klinohumit) ist auch Näheres kaum

zu entnehmen. Bei den nahen chemischen und geometrischen Beziehungen beider Minerale wäre diese Verwachsung etwa der von Bronzit und Augit zu vergleichen.

59. Humit mit Klinohumit.

Schon DES CLOIZEAUX (dies. Jahrb. 1876. p. 642) beobachtete im Humit in Schnitten senkrecht zur positiven Bisectrix, also // {100}, unregelmässig umgrenzte Einschaltungen, welche dem dritten Typus, also Klinohumit, anzugehören schienen. MICHEL-LÉVY und LACROIX¹ fanden dann in den metamorphen Kalken von Llanos de Juanar in Andalusien Verwachsungen von Humit und Klinohumit derart, dass in beiden die Basis und die spitze positive Bisectrix parallel lagen, also {100} des Humits mit {010} des Klinohumits zusammenfiel. Der Klinohumit scheint dabei unregelmässig umgrenzte Partien des Humits zu umschliessen; da ersterer polysynthetisch nach {001} verzwillingt ist, erscheint er also in zwei zum Humit symmetrischen Stellungen. Ähnliche Verwachsungen fand LACROIX² auch im Cipolin des Ariège. LACROIX neigt hier allerdings zur Annahme, dass der rhombische Humit sich aus sehr feinen verzwilligten Lamellen von Klinohumit aufbaue, da dieser im Gestein in zwei, nach Farbe und Auslöschungsschiefe verschiedenen Varietäten und beide anscheinend in Parallelverwachsung miteinander vorkommen. Solche Verwachsungen zweier optisch verschiedener Klinohumite beobachtete auch R. W. SCHÄFER³ in Serpentin des Allalin-Gebietes.

60. Bronzit mit Augit.

Bereits BLUM⁴ erwähnt, dass zwischen Hypersthen und Diallag ähnliche Verwachsungen vorkommen wie zwischen Augit und Hornblende, und WEBSKY⁵ beobachtete schon Lamellen von Hypersthen im Diallag des Gabbro von Neurode, ebenso TSCHERMAK⁶ die Verwachsung des „Protobastits“ vom

¹ MICHEL-LÉVY und LACROIX, Bull. soc. franç. de min. 9. 81. 1886.

² LACROIX, Bull. d. serv. d. l. carte géol. France. 11. 3, 4. 1890.

³ R. W. SCHÄFER, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 15. 128. 1896.

⁴ BLUM, Pseudomorph. p. 154. 1843.

⁵ WEBSKY, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. p. 530. 1864.

⁶ TSCHERMAK, Min. Mitth. p. 43. 1871.

Radauthal mit einem graugrünen Mineral, das er für eine Mischung von Protobastit und Diallag hielt. Die ausserordentliche Verbreitung dieser Verwachsung ist dann durch die mikroskopisch-petrographischen Untersuchungen festgestellt. ROSENBUSCH¹ erwähnt eine ganze Reihe von Vorkommen aus Gabbros und Noriten bereits 1877 und TRIPPKE (dies. Jahrb. 1878. p. 673) formulirte wohl zuerst das Verwachsungsgesetz: Diallag und Enstatit in den Olivinknollen des Gröditzberges bei Goldberg wechseln in zahlreichen Lamellen so miteinander ab, dass $\{100\} // \{010\}$ und ausserdem die Axen c parallel liegen.

Seitdem ist die Verwachsung sehr häufig beobachtet, sowohl in effusiven wie sogen. Tiefengesteinen; dabei ist die Ausbildung sehr mannigfaltig. So beobachtete G. H. WILLIAMS² in den Peridotiten von Peekshill, N. Y., die Verwachsung ohne bestimmte Grenzlinie beider Minerale, bald ist der Bronzit dem Augit in Lamellen eingelagert, bald umgekehrt. OSANN³ fand als Verwachsungsfläche in Daciten vom Cabo de Gata Prismenflächen, WEINSCHENK (dies. Jahrb. Beil.-Bd. 7. 239, 144. 1891) in japanischen Andesiten neben einfachen Verwachsungen auch Umwachsungen des Hypersthens durch Augit, ferner lamellare, mikroperthitähnliche Durchdringung und Abgrenzungen beider längs $\{001\}$ des Augits. Im Olivingabbro von Ronsperg in Böhmen dagegen fand MARTIN⁴ im Diallag Hypersthenlamellen parallel dem Klinopinakoid eingeschaltet, TARASSENKO (dies. Jahrb. 1899. I. -474-) im Augit der Gabbroformation des Shitomir'schen und Radomyl'schen Kreises in Lamellen nach $\{110\}$, $\{010\}$ oder $\{0kl\}$; wenn hier beide Minerale in paralleler Verwachsung nebeneinander liegen und der Diallag in den rhombischen Pyroxen eindringt, um mit den im Innern vorhandenen Diallaglamellen sich zu verbinden, so war die Verwachsungsebene der Basis des Diallags parallel, entsprach also etwa $\{102\}$ des Bronzits.

Nach BECKE⁵ erscheint der Hypersthen im Andesit der

¹ ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 2. 463 u. 478. 1877.

² G. H. WILLIAMS, Amer. Journ. of Sc. 31. 38. 1886.

³ OSANN, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 43. 688. 1891.

⁴ MARTIN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 17. 117. 1898.

⁵ BECKE, ibid. 18. 537. 1899.

Insel Alboran z. Th. als Kern von Augit, der scharf an ihm absetzt und dann stets vielfach nach $\{100\}$ verzwilligt ist. Über ähnliche, und zwar zonenartig erscheinende Umwachsungen des rhombischen durch monoklinen Augit berichtete SCHWANTKE¹ kürzlich aus Basalt von Burgwald n. Marburg i. H. (Fig. 66); auch hier baut sich der umwachsene Augit aus Zwillingslamellen nach $\{100\}$ auf, und SCHWANTKE ist sogar geneigt, aus dem Umstand, dass gerade dieser „verschlackte“ Augit verzwilligt ist, andere dagegen nicht, zu schliessen, dass der verschlackte aus Enstatit durch Um-

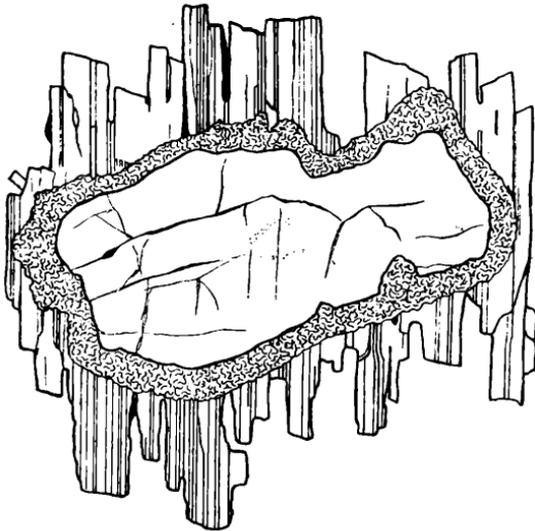


Fig. 66.

schmelzung entstanden ist. Dass gerade hier Zwillinge nach $\{100\}$ entstanden, lässt sich in der That dadurch erklären, dass jene zwei Stellungen des Augits zum rhombischen Pyroxen gleich wahrscheinlich sind.

Auch LACROIX² berichtet übrigens, dass da, wo in den Einschlüssen vulcanischer Gesteine der rhombische Augit geschmolzen ist, aus dem Glas zuweilen Neubildungen von monoklinem entstehen, welche zum rhombischen orientirt gelagert sind. Bei den oben aus Dacit vom Cabo de Gata erwähnten

¹ SCHWANTKE, Centralbl. f. Min. etc. p. 16. 1902.

² LACROIX, Minéralogie de la France. 1. 546. 1893/95.

Vorkommen ist der Bronzit zusammen mit Augit ebenso aus Hornblende hervorgegangen. Indessen ist er, wo er von Augit später umwachsen ist, durchaus nicht stets angeschmolzen, sondern z. B. in den Andesiten von Guatemala nach BERGEAT¹ scharf umgrenzt. MOROZEWICZ² beobachtete, dass auch der Enstatit seiner künstlichen Schmelzflüsse zuweilen rings von einer dünnen Rinde monoklinen Augits umgeben war.

61. Bronzit mit Hornblende.

TSCHERMAK³ scheint diese Verwachsung zuerst beobachtet zu haben, und zwar in Bronzit vom Ulenthal; die Hornblende zeigt sich namentlich in der Rinde der Bronzitkörner, ist also vielleicht uralitisch, ebenso in den vom Verf. (dies. Jahrb. Beil.-Bd. 4. 580. 1886) erwähnten Verwachsungen aus granophyrischem Gestein des Massai-Landes. Unzweifelhaft uralitisch war die Hornblende in den von G. H. WILLIAMS⁴ beschriebenen Verwachsungen aus Gabbrogesteinen von Baltimore und den später von HOBBS⁵ untersuchten von Maryland; in beiden Fällen ist die gegenseitige Orientirung nicht näher angegeben, wird aber anscheinend als sogen. Parallelverwachsung (wie bei Augit-Hornblende) angesehen. OSANN⁶ beobachtete, dass in Dacit vom Cabo de Gata die Hornblende randlich und längs Sprüngen in ein Gemenge von Augit und Bronzit verwandelt war, wobei alle drei mit ihren Prismenflächen parallel lagen, umgekehrt fand A. YOUNG (Dissert. Berlin 1902. p. 214) die Hornblende in Parallelstellung mantelförmig um Hypersthen in Andesit der Caldera Toruno, Quilindaña, Ecuatorianische Ost-Cordillere. Ebenso ist nach LACROIX⁷ diese Verwachsung ganz analog der zwischen Augit und Hypersthen. Lamellare Einlagerungen von Hornblende fand JOHANNSON⁸ in dem Vorkommen von Almeklovdal, Söndmore, Norwegen, MARTIN⁹

¹ BERGEAT, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 46. 131. 1894.

² MOROZEWICZ, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 18. 174. 1899.

³ TSCHERMAK, Min. Mitth. p. 43. 1871.

⁴ G. H. WILLIAMS, U. S. Geol. Survey. Bull. 28. 42. 1886.

⁵ HOBBS, Trans. Wisconsin Acad. Sc. 8. 156. 1892.

⁶ OSANN, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 43. 688. 1891.

⁷ LACROIX, Minéralogie de la France. 1. 544 u. 665. 1893/95.

⁸ JOHANNSON, Ref. Zeitschr. f. Kryst. 23. 153. 1894.

⁹ MARTIN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 16. 116. 1897.

unregelmässige Körner von Bronzit in Hornblende von Ronsperg in Böhmen.

62. Anthophyllit-Hornblende.

Rhombische und monokline Hornblende verwachsen ganz analog wie die Pyroxene, nämlich nach ROSENBUSCH¹ so, dass beide die Axen \bar{c} und \bar{b} gemeinsam haben. Die Verwachsung ist z. Th. lamellar; als Verwachsungsfläche erwähnt LACROIX² $\{110\}$, zuweilen aber umhüllt auch die Hornblende den Anthophyllit (Vorkommen im Amphibolgneiss von Kjærnevands).

63. Lorenzenit-Ägirin.

Auf einem Ägirinkrystall von Julianehaab in Grönland beobachtete FLINK³ Lorenzenitkrystalle so aufgewachsen, dass ihre Verticalachsen parallel waren, während zugleich $\{100\}$ des Ägirin parallel $\{010\}$ des Lorenzenits war. (Geometrische Beziehungen zwischen beiden Mineralen sind in der Zone der $\{hk0\}$ nicht vorhanden, wohl aber in der gemeinsamen Fläche $\{100\}$ bzw. $\{010\}$.)

64. Augit mit Serpentin.

Schon G. ROSE⁴ beobachtete Pseudomorphosen von Serpentin nach Diallag von Miask, bei welchen ihm auffiel, dass die Absonderung nach $\{100\}$ sehr gut erhalten war. ROSENBUSCH⁵ erwähnt, dass die faserigen und schuppigblättrigen Aggregate von Serpentin und Chlorit nicht selten die Mikrostructur des Mutterminerals sehr getreu bewahren, und hält es für wahrscheinlich, dass auch andere als rhombische Pyroxene einer Umwandlung zu Bastit fähig sind, was HINTZE⁶ allerdings bestreitet. Neuerdings hat aber LACROIX⁷ in metamorphen Gesteinen der Pyrenäen Pseudomorphosen von Antigorit nach stark gepresstem und polysynthetisch nach $\{100\}$ ver-

¹ ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 405. 1885.

² LACROIX, Compt. rend. 102. 1329. 1886.

³ FLINK, Meddelelser om Grönland. 24. 137. 1899.

⁴ G. ROSE, Pogg. Ann. 82. 523. 1851.

⁵ ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 529. 1892.

⁶ HINTZE, Handb. 2. 974. Anmerkung 1.

⁷ LACROIX, Bull. d. serv. Carte géol. d. l. France etc. 71. 1900; dies. Jahrb. 1901. II. -229-.

zwillingtem Diopsid beobachtet. Über die gegenseitige Stellung ist nichts angegeben, indessen die gleiche wie bei Bronzit wohl anzunehmen, zumal die Lagerung bei Amphibol auch die entsprechende ist (vergl. folgende Nummer).

65. Hornblende-Serpentin.

PATTON¹ beobachtete im Amphibolgestein von Marienbad als Umwandlungsproduct der Hornblende eine einheitlich auslöschende Substanz mit im Dünnschliff schwer wahrnehmbarer Spaltbarkeit nach $\{100\}$ des Tremolits. Es liegt in ihr $c // \bar{c}$ des Tremolits, $b // \bar{b}$, und in Spaltblättchen nach $\{100\}$ erkennt man den Austritt der optischen Axen um eine negative Bisectrix. Die Substanz ist also durchaus ähnlich dem Bastit und analog, wie dieser zum rhombischen Pyroxen, so hier zur Hornblende gelagert (Fig. 67) (ausserhalb der Randpartien und Spaltrisse).

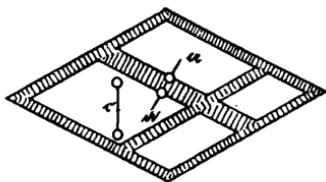


Fig. 67.

In demselben Tremolit erscheint der Serpentin in den Randpartien und längs Spaltrissen $// \{110\}$ noch in einer anderen Orientirung, nämlich in parallel $\{110\}$ eingelagerten Täfelchen, bei welchen wieder $c // \bar{c}$, aber $a \perp \{110\}$ der Hornblende liegt (Fig. 67).

66. Epididymit mit Eudidymit.

Von der Insel Lille Arö im Langesundsfordr beschrieb FLINK (dies. Jahrb. 1900. II. p. -366-) regelmässige Verwachsungen des monoklinen Eudidymits mit dem rhombischen Epididymit. Auf die, nach dem Gesetz „Zwillingsebene in der Zone $(001 : 111)$, senkrecht $\{001\}$ “ verzwilligten Eudidymite legt sich der Epididymit so, dass die Basisflächen beider parallel sind und die Kante zu $\{111\}$ des Eudidymits parallel \bar{a} des Epididymits ist. Schichten dieser Art wechseln nach $\{001\}$ miteinander ab und bilden dicke Säulen.

Dieselbe Verwachsung beobachtete FLINK² später auch an Krystallen von Julianehaab in Grönland.

¹ PATTON, TSCHERMAK'S Min. u. petr. Mitth. 9. 97. 1888.

² FLINK, Meddelelser om Grönland. 24. 61. 1899.

A n h a n g.

1. Cordierit-Glimmer. Es ist bekannt, dass die glimmerartigen Zersetzungsproducte des Cordierits vielfach mit ihrer vollkommenen Spaltungsfläche parallel der Basis des Cordierits gelagert sind, namentlich in der als Gigantolith bezeichneten Varietät. Verf. beobachtete an derartigen vollkommen spaltbaren Blättchen aus Granit von Åbo (Auralith) noch den für Cordieritdrillinge nach $\{110\}$ und $\{130\}$ charakteristischen Zerfall in Sektoren, deren Grenzen unter 30° und 60° zu einander geneigt waren. Axenebene je 30° gegen die Grenzen der 3 Sektoren geneigt, Axenwinkel schwankend, nur klein; Doppelbrechung negativ, erheblich stärker als bei Chlorit, fast wie bei Glimmer; grünbraun, in Spaltblättchen kein merklicher Pleochroismus. Der Auralith ist darnach am ehesten dunklem Glimmer vergleichbar. Auch die „Knoten“ mancher Contactgesteine sind bekanntlich an der wirtelförmigen Zwillingsbildung noch als zersetzte Cordierite zu erkennen; indessen pflegt das, also auch hier regelmässig gelagerte Zersetzungsproduct meist viel schwächer doppelbrechend und insofern mehr chloritähnlich zu sein. Es ist sehr auffallend, dass die Zersetzung namentlich nach $\{001\}$ des Cordierits fortschreitet, da dies keine Spaltfläche ist.

2. Olivin-Augit. Die Verwachsung beider (angeführt bei TSCHERMAK, Lehrb. d. Min. p. 97. 1897) ist nach gefälliger Mittheilung des Verfassers auf Grund goniometrischer Messungen nur als eine zufällige und beiläufig regelmässige zu bezeichnen.

3. Zoisit-Epidot. TERMIER (Bull. soc. franç. de min. 23. 50. 1900) erwähnt vom Mont-Pelvas (W.-Alpen), dass der Zoisit (in der von ihm als α bezeichneten Varietät) häufig den Epidot derartig umwächst, dass seine Spaltfläche $\{010\}$ parallel $\{100\}$ des Epidots liegt, zugleich seine Axe \bar{c} parallel \bar{b} des Epidots. Annähernd parallel liegen in beiden Mineralen also auch die geometrischen (zugleich meist auch die optischen) Symmetrie- bzw. Pseudosymmetrieebenen, welche zugleich z. Th. Zwillings- und Spaltflächen sind. Die Verwachsung ist aber vermuthlich den isomorphen Überwachungen zuzurechnen, da die rhombische Symmetrie des Zoisits sehr zweifelhaft erscheint.

67. Staurolith mit Cyanit.

Diese regelmässige Verwachsung, anscheinend die zuerst beobachtete, ist gleichwohl schon von ihrem Entdecker GERMAR¹ ganz zutreffend definirt. Darnach liegt $\{100\}$ des Cyanits parallel $\{010\}$ des Stauroliths, ausserdem die Axen \bar{c} parallel (Fig. 68, nach TSCHERMAK's Lehrbuch). Beide Minerale sind meist mit $\{100\}$ bzw. $\{010\}$ aneinander gewachsen, zuweilen auch der Staurolith von Cyanit durchwachsen, ebenso findet sich der Staurolith von Cyanit unwachsen, auch kommen nach

¹ GERMAR, Taschenb. f. Min. 11. 465. 1817.

KENNGOTT¹ Staurolithe mit dieser Stellung entsprechend eingelagerten Lamellen von Cyanit vor; diese sind vielleicht in Zwillingstellung nach $\{100\}$ oder nach $[001]$ zu einander, denn diese Zwillingstellungen würden dem obigen Verwachsungsgesetz alle gleichzeitig genügen. Abgesehen von dem annähernd rechten Winkel in der Fläche $\{100\}$ weist der Cyanit keine habituelle Ähnlichkeit mit dem Staurolith auf, indessen ist vielleicht bemerkenswerth, dass in den Zwillingen des Stauroliths nach $\{232\}$ der Winkel der Axen \hat{c} und der Flächen $\{010\}$ sehr ähnlich ist dem Winkel der Axen \hat{c} und der Flächen $\{100\}$ der Zwillinge des Cyanits nach $\{121\}$. Soviel mir bekannt, sind aber Verwachsungen solcher Staurolithzwillinge mit solchen Cyanitzwillingen bisher nicht beobachtet,

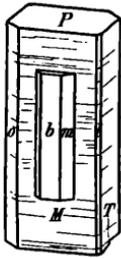


Fig. 68.

obwohl beide am Mte. Campione nebeneinander vorkommen.

Nach einer Angabe bei DANA² scheinen diese Verwachsungen nicht nur am Mte. Campione, sondern auch am Greiner im Zillerthal vorzukommen, sie werden in v. ZEPHAROVICH'S Mineralogischem Lexikon aber nicht erwähnt. Verfasser beobachtete zierliche mikroskopische Verwachsungen in Biotit-Chloritschiefer „aus dem Zillerthal“ der hiesigen Sammlung, der makroskopisch auch grosse Stengel von Hornblende und Rhombendodekaëder von Granat enthält.

Nach mikroskopischen Beobachtungen von M. KOCH³ kommen sie auch vor in den sogen. Bestandmassen des Kersantits von Michaelstein am Harz. Ob an den bei TENNE und CALDERÓN⁴ angegebenen Fundorten die Verwachsung von Staurolith und Cyanit eine regelmässige ist und demselben Gesetze wie oben folgt, ist nicht zu ersehen.

Anhang.

Andalusit-Cyanit. Es scheint, dass der Andalusit bei seiner Umwandlung in Cyanit eine bestimmte Orientirung annimmt. So erwähnt

¹ KENNGOTT, Min. d. Schweiz. p. 137. 1866.

² DANA, Syst. p. 560. 1892.

³ M. KOCH, Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst. f. 1886. p. 94.

⁴ TENNE und CALDERÓN, Die Mineralfundstätten der Iberischen Halbinsel. p. 249. 1902.

BLUM (Pseudom. III. Nachtr. p. 13. 1863), dass Andalusite von Minas Geraës auf zwei gegenüberliegenden Säulenflächen ganz mit Disthen überzogen sind, wobei $\{100\}$ des letzteren parallel $\{110\}$ des Andalusits liegt. Verwachsungen mit parallelen Axen \hat{c} (wobei der Disthen angeblich durch Dynamometamorphose entstanden sein soll) beschreibt auch GRAMMANN (Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich. 44. 346. 1899), indessen sind auch seine Angaben hinsichtlich der Orientirung nicht genau genug. Ebenso wenig vollständig bestimmt ist eine Verwachsung, welche TSCHERMAK (Sitz.-Ber. Wien. Akad. 47. 451. 1863) in solchen Pseudomorphosen von Bodenmais beobachtete. Darnach sind die sämmtlichen Disthensäulchen, aus welchen das Stück besteht, parallel angeordnet, und zwar in der Richtung der längeren horizontalen Diagonale der Andalusitprismen. Nach ONIS (bei TENNE und CALDERÓN, Die Mineralfundstätten der Iberischen Halbinsel p. 249. 1902) erscheint bei Serrada, Prov. Madrid, Andalusit von Disthenlamellen so durchwachsen, „dass beide eine Fläche des Prismas gemeinsam haben, wogegen die anderen einen Winkel von $52^{\circ} 30'$ bilden.“

68. Augit mit Biotit.

Hier sind mehrere verschiedene Verwachsungen bekannt, davon nur die erste vollständig.

a) BLUM¹ beobachtete an einem Vorkommen von Monroe, New York, dass die Krystalle von Augit auf den Seitenflächen ganz mit braunem Glimmer (angeblich Clintonit) bedeckt waren; dieser bildet eine Oberfläche, welche mit der des Augits stets in dasselbe Niveau fällt. Die Glimmerblättchen haben sich nämlich so angeordnet, dass sie sich „in der Richtung der Orthodiagonale des Augits anlegten und aneinander reihten, indem nun auf solche Weise die Querfläche des letzteren mit den glatten glänzenden Endflächen des Glimmers zusammenfallen und dadurch selbst glänzend erscheint, enden die Seitenflächen der Glimmerindividuen, welche zugerundet und wie angeschmolzen sind, in den Seitenflächen $\{110\}$ und $\{010\}$ des Augits, wodurch sich dieselben ganz runzelig oder schuppig zeigen.“ Der Glimmer ist übrigens auch in den Augit eingedrungen. Ähnliches soll nach Angaben von BLUM auch ALBERT MÜLLER bei Fassaiten des Monzoni beobachtet haben, welche dadurch in der Richtung der Querflächen z. Th. so leicht spaltbar wie Glimmer waren².

¹ BLUM, Pseudom. III. Nachtr. p. 93. 1863.

² v. ZEPHAROVICH (Min. Lex.) erwähnt solche Verwachsungen nicht.

Diese beiden, wie ersichtlich, nur unvollständig bestimmten Verwachsungen scheinen doch ganz analog zu sein den später von G. VOM RATH (dies. Jahrb. 1876. p. 389) genau beschriebenen und abgebildeten regelmässigen Verwachsungen aus den Auswürflingen des Vesuv von 1872. Die Augite sind hier theils mit einzelnen, theils mit einer Hülle parallel gestellter Biotittäfelchen überkleidet, die Tafelfläche derselben parallel $\{100\}$ des Augits, und ausserdem zwei Seiten der kleinen sechsseitigen Täfelchen parallel der Axe c des Augits (Fig. 69). Dabei stimmen die ebenen Winkel der Täfelchen

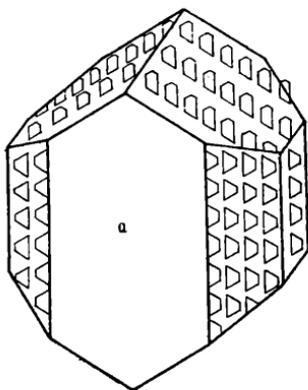


Fig. 69.

nahezu mit den ebenen Winkeln der von $\{110\}$ und $\{\bar{1}11\}$ umgrenzten Orthopinakoidfläche (nämlich $118^{\circ} 58'$ und $120^{\circ} 31'$) überein. Sieht man auf die Fläche $\{100\}$ des Augits, so spiegeln Hunderte von kleinsten Biotiten, welche theils diese Fläche bedecken, theils aus anderen Flächen in gesetzmässiger Stellung hervorragen. In einigen Fällen ist die Biotithülle um die Augite so dicht und dick, dass man kaum noch den Kernkrystall darunter ahnt.

Anscheinend dieselbe Verwachsung ist ferner beobachtet von MOLENGRAAFF (vergl. unter No. 69), ferner von v. KRAATZ-KOSCHLAU¹ im Ägirinaugit des Nephelinsyenits der Foya, von DOERMER (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XV. p. 606) in Amphibolpikrit vom Schlierberg bei Haiger, und von GRABER² an Augit aus basischen Concretionen granitischer Gesteine von Südkärnten. Dieses Vorkommen ist dadurch bemerkenswerth, dass der Biotit auf Kosten des Augits durch Resorption entstanden sein soll. Besonders schön endlich scheint das von LACROIX³ beschriebene Vorkommen aus dem blue Ground von Monastery (Oranje-Freistaat) zu sein, wo der Diopsid bis faustgrosse zugerundete Krystalle bildet, auf dessen Absonderungsflächen

¹ v. KRAATZ-KOSCHLAU, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 16. 226. 1897.

² GRABER, Jahrb. d. geol. Reichsanst. p. 274. 1897.

³ LACROIX, Bull. soc. franç. de min. 21. 21. 1898.

{100} der Biotit in mikroskopischen Lamellen zusammen mit grösseren Ilmenittafeln liegt.

b) In dieser Verwachsung liegen die Blättchen von Biotit parallel {110} des Augits, während eine nähere Bestimmung fehlt. Es beschreibt sie bereits ROSENBUSCH¹; der Pyroxen kann auch Ägirin sein². Auch LACROIX³ nennt diese Verwachsung eine häufige.

69. Hornblende mit Biotit.

Auch hier sind zwei Verwachsungen, ganz entsprechend denen zwischen Augit und Biotit, bekannt.

a) KENNGOTT⁴ beobachtete am Vesuv zusammen mit Davyn-Drusen Pseudomorphosen von Phlogopit nach Hornblende. Sämtliche Kryställchen des ersteren sind parallel gruppiert und liegen mit ihren Tafelflächen parallel {100} der Hornblende, zugleich eine ihrer sechs Seiten (also wohl die (010) oder (hhl) entsprechenden) parallel \bar{c} der Hornblende. Auch MOLENGRAAFF (dies. Jahrb. Beil.-Bd. IX. p. 221) beobachtete in sogenannte Parallelverwachsungen von Hornblende und diallagartigem Augit aus Quarzamphibolgabbro der oberen Capformation Biotit so eingelagert, dass seine Spaltfläche // {100} von Hornblende und Augit lag, und dasselbe fand GRUBENMANN⁵ für Hornblenden des Töllits. Auch der (uralitischen?) Hornblende des Gabbros von Laudenu bei Lindenfels im Odenwald ist nach Beobachtungen des Verfassers vielfach Biotit in derselben Weise eingelagert. Eine nähere Orientirung gelang nicht, da der Biotit keine Krystallumrisse hatte, sein Axenwinkel nahe 0° war und Versuche auf Schlagfiguren erfolglos blieben.

b) Die zweite Art der Verwachsung ist viel häufiger, gleichwohl aber nur unvollständig bestimmt, also möglicherweise keine gesetzmässige. Der Biotit liegt mit seiner Tafelfläche // {110} der Hornblende; nähere Angaben fehlen.

¹ ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. p. 484. 1885; ferner: *ibid.* p. 531 u. 583. 1892.

² ROSENBUSCH, *ibid.* p. 536. 1892.

³ LACROIX, Min. de la France. 1. 315. 1893/95.

⁴ KENNGOTT, Übers. min. Forsch. p. 125. 1855.

⁵ GRUBENMANN, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 16. 191. 1897.

G. VOM RATH (dies. Jahrb. 1876. p. 390) gedenkt dieser Verwachsung bereits beiläufig bei Beschreibung der Verwachsung Augit-Biotit, ROSENBUSCH¹ erwähnt sie aus Graniten, Syeniten, Dioriten, Andesiten etc., G. H. WILLIAMS² von Hornblende und Phlogopit von St. Lawrence Cty., New York, F. E. WRIGHT³ von arfvedsonitischer Hornblende und Lepidomelan aus Umptekit von Cabo Frio⁴, auch nach LACROIX⁴ ist diese Verwachsung häufig.

c) Anscheinend gesetzmässige Einlagerungen von asbestförmiger Hornblende in Biotit, in Pseudomorphosen nach letzterem beschrieb S. UROSCHEWITZ⁵ aus dem Rudnick-Gebirge in Central-Serbien. Die Asbestfasern liegen stets den Strahlen der Schlagfigur des früheren Glimmers parallel und bilden also ein regelmässiges Netzgewebe. Ob die Asbestfasern, auch abgesehen davon, noch regelmässig zum Glimmer orientirt sind, ist leider nicht festgestellt; es wäre nicht unmöglich, dass hier dieselbe Verwachsung wie unter a), aber mit Glimmer als Träger derselben vorläge; dann müssten die in $\{001\}$ des Glimmers liegenden Asbestfasern auf $\{100\}$ liegen und also parallel ihrer Längsrichtung auslöschen.

70. Augit mit Hornblende.

Die ersten Angaben über Verwachsungen von Augit und Hornblende machte Haidinger⁶; er beobachtete am Smaragdit, besonders deutlich an solchem vom Bacher Gebirge, dass sich zwischen die Blättchen der Hornblende längs $\{100\}$ Schichten eines anderen Minerals einlagerten, welches die Eigenschaften des Augits zeigte, u. a. die Absonderung nach $\{001\}$, wie der Salit und Mussit. Über die gegenseitige Orientirung fehlen indessen entscheidende Angaben, und angesichts der späteren Mittheilung in seinem Handbuch muss es zweifelhaft bleiben, ob Haidinger die nach den Angaben von G. Rose und Tschermak

¹ ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 468. 1885; ferner: ibid. 1. 583. 1892 u. 2. 43. 1895.

² G. H. WILLIAMS, Amer. Journ. of Sc. 39. 355. 1890.

³ F. E. WRIGHT, Tschermak's Min. u. petr. Mitth. 20. 247. 1901.

⁴ LACROIX, Minér. de la France. 1. 315. 1893/95.

⁵ UROSCHEWITZ, Zeitschr. f. Kryst. 31. 389. 1899.

⁶ Haidinger, Gilbert's Ann. 75. 367. 1823.

MAK dort thatsächlich vorkommende sogen. Parallelverwachsung beider beobachtet und erkannt hat.

Genauere Mittheilungen machte zuerst FR. KÖHLER¹, und zwar über das Vorkommen von der Baste i. Harz, wo er feststellte, dass der Diallag an seinen Grenzen u. a. von Hornblende durchwachsen ist, derart, dass die Haupttheilungsfläche des Diallags die stumpfe Kante des Spaltungsprismas von 124° abstumpft, während zugleich alle „Structurflächen“ beider Substanzen einer und derselben Zone angehören. Im Jahre 1831 veröffentlichte dann G. ROSE² seine ersten Beobachtungen über den „Uralit“ von Miasik und Arendal, wo Augit und Hornblende „mit parallelen Axen und in correspondirender Stellung“ verwachsen vorkommen. Er zog daraus aber bekanntlich anfänglich den unrichtigen Schluss, dass Augit und Hornblende ebenso wenig wie Diallag und Augit verschiedene Minerale seien und schlug vor, die Varietäten der genannten Art als Uralit zu bezeichnen. Erst als WEISS³ die Uralite mit den Verwachsungen von zwei- und einaxigem Glimmer, Orthoklas und Plagioklas etc. verglichen und bemerkt hatte, dass es unzulässig sei, einen neuen Namen für derartige Abänderungen einzuführen, kam G. ROSE⁴ zu dem Schluss, dass eine homoaxe Pseudomorphose vorliege. Er macht in diesem Aufsatz, wie in einem früheren und späteren⁵, zugleich Mittheilung von einer Anzahl weiterer Uralitvorkommen (Predazzo, Clausen in Tirol, Mysore (Ostindien), Arendal, Smaragdit von Corsica und dem Bacher Gebirge, Geschiebe der Mark Brandenburg u. a.), weitere makroskopische Vorkommen lehrte BLUM⁶ kennen. Augit in regelmässiger Verwachsung nicht mit uralitischer, sondern mit basaltischer Hornblende beobachtete HÄIDINGER⁷ zu Borislau. Die allgemeine Verbreitung uralitischer Hornblende wurde dann durch die

¹ FR. KÖHLER, Pogg. Ann. 13. 145. 1828.

² G. ROSE, ibid. 22. 329. 1831.

³ WEISS, KARSTEN'S Archiv f. Min. p. 566. 1832.

⁴ G. ROSE, Pogg. Ann. 31. 609. 1834.

⁵ G. ROSE, ibid. 27. 97. 1833 u. 34. 21. 1835; ferner: Reise nach dem Ural etc. 2. 347 u. 575. 1842.

⁶ BLUM, Pseudom. p. 159. 1843 und III. Nachtr. p. 151 ff. 1863.

⁷ HÄIDINGER, Sitz.-Ber. Wien. Akad. p. 470. 1855.

mikroskopischen Gesteinsuntersuchungen festgestellt, und H. FISCHER¹ gab die erste mikroskopische Beschreibung.

Da die geometrischen Verhältnisse der Endflächen bei Augit und Hornblende so sehr pseudorhombisch sind, dass im Allgemeinen durch Messung schwer zu entscheiden ist, wo der stumpfe und spitze Winkel β liegt, andererseits die optischen Constanten in weiten Grenzen mit der Zusammensetzung schwanken und die zur Orientirung sehr geeigneten Absonderungsflächen nach $\{001\}$ des Augits, bezw. $\{101\}$ der Hornblende bei letzterer sehr selten sind, endlich Ätzfiguren² bisher selten zur Orientirung benutzt sind, ist aus den meisten Angaben in der Literatur nicht zu entnehmen, ob bei der Verwachsung beider die Klinoaxen nach derselben oder entgegengesetzten Seiten der Axe c geneigt sind, die Verwachsungen also nahezu parallele oder nahezu zwillingsartige nach $\{100\}$ sind. Nimmt man beim Augit die zweite Gleitfläche als $\{001\}$, bei der Hornblende als $\{101\}$, so scheinen bei den gewöhnlichen uralitischen Verwachsungen $\{001\}$ und $\{101\}$ nach derselben Seite geneigt (ebenso bei gemeiner Hornblende und Augit die gleichnamigen Elasticitätsaxen c). Das ist nach der Angabe von ROSEBUSCH³ die herrschende Orientirung beim eigentlichen Uralit, zugleich die von G. VOM RATH (dies. Jahrb. 1876. p. 390) an aufgewachsenen Krystallen in Auswürflingen des Vesuv von 1872 beobachtete und abgebildete (Fig. 70), ebenso die von G. H. WILLIAMS⁴ für ebenfalls makroskopische Verwachsungen von Russell, St. Lawrence Cty., angegebene und abgebildete (Fig. 71, der Augit mit Lamellen nach $\{001\}$). Ferner ergibt sich dieselbe Stellung aus den optischen Beobachtungen von MICHEL-LÉVY⁵ an uralitisirtem Diallag im Gabbro des

¹ H. FISCHER, Krit. mikr. Stud. I. Forts. p. 9. 1871.

² Es steht bisher nicht fest, ob die Ätzfiguren bei den verschiedenen Varietäten hinreichend ähnlich sind, um eine sichere Orientirung derselben zu einander zu gestatten; im Allgemeinen ist anzunehmen, dass sie ebenso schwanken werden wie der Habitus, so dass als feste vergleichbare Richtungen, wie ich schon früher (dies. Jahrb. 1889. I. 239) betonte, in erster Linie die Gleitflächen zu berücksichtigen sind.

³ ROSEBUSCH, Mikr. Phys. 1. 569. 1892.

⁴ G. H. WILLIAMS, Amer. Journ. of Sc. 39. 357.

⁵ MICHEL-LÉVY, Bull. soc. géol. France. (3.) 11. 273. 1883.

Mâconnais und Beaujolais, denen von W. CROSS¹ in Gesteinen von Custer Cty., Colorado, und aus Beobachtungen von LACROIX² über die Lage der Absonderungsflächen {001} bezw. {101}. Endlich führt dieselbe Orientirung auch GRABER³ an, und zwar für Hornblende in basischen Concretionen granitischer Gesteine von Südkärnten, welche aus Augit durch eine Art magmatischer Resorption entstanden sein soll. BECKE⁴ fand in den trachytischen Gesteinen der Columbretes die Elasticitätsaxen c für die basaltische Hornblende und den daraus durch Resorption entstandenen Augit zwar nach entgegengesetzten Seiten von \bar{c} geneigt, da aber die Dispersion der Auslöschungsrichtungen bei dieser Hornblende entgegengesetzt

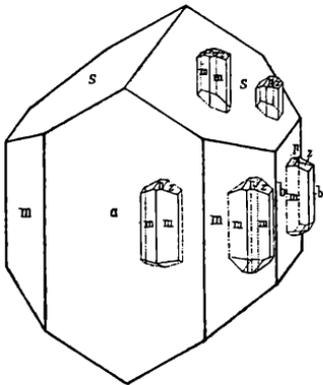


Fig. 70.

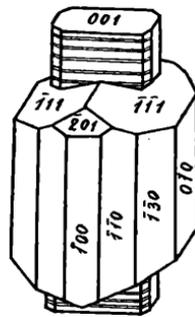


Fig. 71.

ist wie sonst, nämlich $\bar{c}c_v > \bar{c}c_p$, wird geschlossen, dass die Auslöschung nach der entgegengesetzten Seite, wie bei den gewöhnlichen basaltischen Hornblenden, von der Axe \bar{c} abweicht. Die Art der Verwachsung mit Augit ist demnach die gewöhnliche; unter Hunderten von Fällen hat BECKE nach gefälliger Mittheilung nie die zu ihr hemitrope Stellung beobachtet.

Die Art der Ausbildung der Verwachsung ist eine sehr mannigfaltige. So wie am Vesuv erscheint der Augit

¹ W. CROSS, Amer. Journ. of Sc. 39. 368. 1890.

² LACROIX, Min. de la France. 1. 641. 1893/95.

³ GRABER, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. p. 274. 1897.

⁴ BECKE, TSCHERMAK'S Min. u. petr. Mitth. 16. 158. 1897.

mit kleinen Hornblenden besetzt, z. B. bei Arendal, im Brossothal¹, bei Canaan, Connecticut, und Akudlek in Grönland², ferner z. Th. in den nach WILLIAMS oben erwähnten von Russell und anderen Fundorten in New York. Dass umgekehrt auch grosse und kleine Augite auf Hornblende aufgewachsen sind, erwähnt HAWES³ von Edenville, New York. Nicht-uralitische Ausbildungsformen sind ausser den letztgenannten und den Krystallen vom Vesuv wohl auch jene aus der Lava vom Korretsberge bei Kruft⁴, ferner die schon oben erwähnten von Borislau und die von Frascati⁵, endlich die nach GRABER und BECKE eben erwähnten. Solche bemerkte auch LACROIX⁶ in vulcanischen Gesteinen, und ausserdem wird man nach ROSENBUSCH⁷ die Verwachsung auch in manchen Tiefengesteinen als primär ansehen müssen. Bei den eigentlichen Uraliten bildet die Hornblende zuweilen einen gleichmässigen Rand, seltener den Kern der Bildung, öfter scheint sie in unregelmässigen Fetzen den Augit zu durchdringen, so dass Verwachsungen entstehen, welche an schriftgranitische erinnern, wie es z. B. FLETT⁸ aus camptonitischen Gängen der Orkneys beschreibt. War der Augit verzwillingt nach {100}, so ist es, wie mehrfach beobachtet wurde, auch die Hornblende.

Die meisten Glieder der Augit- und Hornblendereihe scheinen dieser Verwachsung fähig zu sein, z. B. der Omphacit und Smaragdit⁹, Augit und barkevikitische Hornblende¹⁰ (Cabo Frio), gewöhnlicher Augit wie Diallag; da aber meist das eine

¹ G. VOM RATH, Pogg. Ann. **135**. 570. 1868.

² TSCHERMAK, Min. Mitth. p. 44. 1871.

³ HAWES, Amer. Journ. of Sc. **16**. 397. 1878.

⁴ G. VOM RATH, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **25**. 233. 1873.

⁵ TSCHERMAK, Min. Mitth. p. 45. 1871.

⁶ LACROIX, Minéral. France. **1**. 666 u. 668. 1893/95.

⁷ ROSENBUSCH, Mikr. Phys. **1**. 557. 1892. So auch z. B. IDDINGS in Diorit und Andesit vom Electric Peak (12. Ann. Rep. U. S. Geol. Survey I. 606 u. 612) und DOERMER in Amphibolpikrit vom Schlierberg bei Haiger (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XV. p. 601. 1902).

⁸ FLETT, Trans. Roy. Soc. Edinburgh. **39**. 880. 1900. Perthitische Durchwachsungen erwähnt z. B. ROSENBUSCH aus Monzonit (Elemente der Gesteinskunde p. 103. 1898).

⁹ TSCHERMAK, Min. Mitth. p. 44. 1871.

¹⁰ ROSENBUSCH, Mikr. Phys. **2**. 246. 1896.

Mineral aus dem anderen hervorgeht, pflegen Pyroxen und Amphibol analogen Varietäten anzugehören, so z. B. Salit und Tremolit von Canaan (Connecticut), weisser Diopsid und weisse Hornblende in körnigem Kalk des niederösterreichischen Waldviertels¹, ebenso von Warwick, New York, deren Überwachsung nach G. VOM RATH² an die von Orthoklas und Albit erinnert. Vor Allem macht sich diese Abhängigkeit aber geltend bei den alkalihaltigen Gliedern. Ägirin von Laaven enthält nach ROSENBUSCH³ Arfvedsonitfetzen untereinander parallel so eingelagert, dass die Elasticitätsachsen c bei beiden (annähernd) zusammenfallen. Ebenso beobachtete beide in „paralleler Orientirung“ auch USSING (dies. Jahrb. 1901. I. p. -43-) in Nephelinstein von Julianehaab; diese sind näher untersucht von FLINK⁴; darnach soll der Ägirin, welcher den Kern bildet, durch Umwandlung aus dem Arfvedsonit entstanden sein; die der Axe c zunächst gelegene Elasticitätsaxe a weicht bei beiden nach entgegengesetzten Seiten von ihr ab. Abweichend war die Verwachsung von Ägirin mit einer arfvedsonitartigen, von ihm Katoforit genannten Hornblende, welche BRÖGGER⁵ in Grorudit von Grusletten beobachtete. Der Ägirin bildet eine scharf absetzende Randzone um den Katoforit, a des Ägirins und c des Katoforits sind nach derselben Seite der Axe c geneigt (Fig. 72). Ferner beschreibt BRÖGGER⁶ orientirte Verwachsungen von Ägirin und Ägirindiopsid mit Katoforit aus den Syeniten, wobei beide zuweilen in zonaren Schalen miteinander abwechseln, bei übrigens unregelmässiger Begrenzung der Schalen⁷. Verwachsung von Ägirin mit Riebeckit beobachtete V. DE SOUZA-BRANDÃO⁸ im Alkaligranulit von Alta-Pedroso (Alemtejo), wobei es sich anscheinend um Parallelverwachsungen handelt. CROSS⁹ be-

¹ BECKE, TSCHERMAK'S Min. u. petr. Mitth. 4. 389. 1882.

² G. VOM RATH, Pogg. Ann. 111. 263. 1860.

³ ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 565. 1892.

⁴ FLINK, Meddelelser om Grönland. 24. 84. 1899.

⁵ BRÖGGER, Erupt. Gest. d. Kristiania-Geb. 1. 36. 1894.

⁶ BRÖGGER, Erupt. Gest. d. Kristiania-Geb. 3. 170. 1898.

⁷ Nähere Orientirung scheint hier kaum angängig, da der Auslöschungswinkel $c : c$ dieser Katoforite zwischen 45—80° schwankt.

⁸ V. DE SOUZA-BRANDÃO, Centralbl. f. Min. etc. p. 52. 1902.

⁹ CROSS, Amer. Journ. of Sc. 39. 368. 1890.

obachtete, dass bei allen Verwachsungen von Pyroxen und Amphibol die gleichnamigen Elasticitätsaxen nach derselben Seite von ϵ geneigt waren; Fortwachsungen blauer faseriger Hornblende aus brauner, welche Augit in der gewöhnlichen Weise umwächst, hatten demnach die in Fig. 73 gezeichnete Orientirung. Eine directe Verwachsung zwischen Diallag und blauer Hornblende ohne Vermittelung von brauner Hornblende beschreibt LACROIX¹ aus alpinen und corsischen Gabbros, ebenso auch solche von Riebeckit mit Ägirin aus corsischen Apliten². Endlich scheint es nach den Angaben von ARZRUNI³, dass auch Jadeit der Uralitisirung und Verwachsung mit einem gleich zusammengesetzten Amphibol unterliegt.

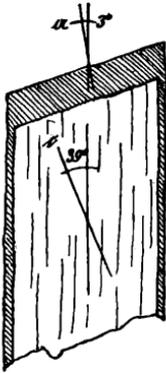


Fig. 72.

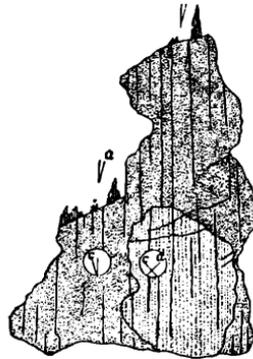


Fig. 73.

Aus den Analysen, namentlich von HAWES⁴, geht übrigens hervor, dass Augit und Hornblende in diesen Verwachsungen auch dann beträchtlich in der chemischen Zusammensetzung verschieden sein können, wenn die Hornblende uralitisch ist.

Die von HÄNDINGER (l. c.) beobachteten Verwachsungen zwischen Omphacit und Smaragdit, wobei dem Augit nach seinen Absonderungsflächen $\{100\}$ der Smaragdit so eingeschaltet ist, dass dessen Prismenflächen parallel $\{100\}$ liegen, scheint keine gesetzmässige zu sein.

¹ LACROIX, *Minéral. France.* 1. 581. 1893/95.

² LACROIX, *ibid.* p. 694—697.

³ ARZRUNI, *Zeitschr. f. Ethnologie.* p. 189. 1883.

⁴ HAWES, *Amer. Journ. of Sc.* 16. 397. 1878.

71. Glimmer mit Chlorit.

Bei Magnetcove, Arkansas, kommen nach G. ROSE¹ grosse, hexagonal umgrenzte Tafeln vor, welche einen sechsseitigen Kern von lauchgrünem Pennin haben, der parallel dem Umriss von hellgelblichgrünem Biotit mit parallelen Spaltflächen umwachsen wird; auf letzteren folgt wieder eine Pennin-, auf diesen wieder eine Biotitzone (Fig. 74). TSCHERMAK² machte darauf aufmerksam, dass nach ROSE's Beobachtungen das lauchgrüne Mineral auch Klinochlor mit kleinem Axenwinkel sein könne und beschrieb selbst mehrere neue Fälle der letzteren Verwachsung. Bei S. Marcel ist Klinochlor mit Phlogopit von ungewöhnlicher Ausbildung, nämlich gestreckt // [010] verwachsen. Die dicken Streifen des letzteren ragen aus den Tafeln des Klinochlors wie Mauern aus einem

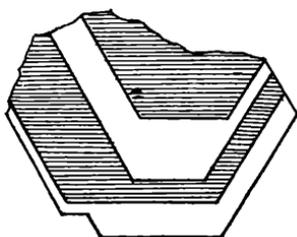


Fig. 74.

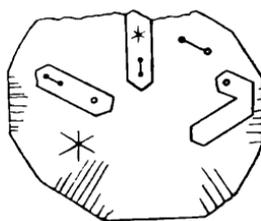


Fig. 75.

breiten Unterbau hervor; die Endflächen beider Minerale sind genau parallel, die Längsrichtung der Phlogopite entspricht den Schlaglinien des Klinochlors, so dass also die Schlagfigur in beiden Mineralen parallel liegt. Da der Klinochlor nach dem Glimmergesetz verzwillingt ist, handelt es sich mithin um parallele Verwachsungen von Drillingen beider Minerale (Fig. 75). Die Verwachsung wiederholt sich in den Spaltungsblättchen verschiedener Niveaus, dabei ist der Phlogopit vielfach weniger regelmässig begrenzt, überwiegt auch zuweilen gegenüber dem Klinochlor, während meist das Umgekehrte stattfindet. Ein anderes Beispiel derselben Verwachsung beschrieb TSCHERMAK von Kariaet in Grönland. Die bis 10 cm grossen Tafeln von Klinochlor erscheinen am Rande

¹ G. ROSE, Monatsber. Berlin. Akad. p. 35. 1869; auch Pogg. Ann. 138. 177. 1869.

² TSCHERMAK, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 99. 85. 1890.

braun gefärbt und von vielen feinen Sprüngen parallel den Druck- und Schlaglinien durchsetzt. Im Innern der Tafeln treten braune, nach den Richtungen der Schlagfigur gestreckte Streifen und Flecken von unregelmässigen und verwaschenen Umrissen auf. Die braunen Stellen haben die Eigenschaften des Phlogopit und aus den optischen Eigenschaften schliesst TSCHERMAK, dass an Stellen des Farbenüberganges eine Mischung von Phlogopit und Klinochlor vorhanden sei und dass dort, wo eine einheitliche Interferenzfigur zu beobachten ist, ungemein dünne Blättchen beider Minerale miteinander abwechseln. Verwachsungen von Pennin und Phlogopit beobachtete TSCHERMAK auch an einer Stufe von Zermatt; zuweilen folgen beide Minerale schichtenweise aufeinander, zuweilen liegt reiner Phlogopit innen, reiner Pennin aussen, in der Mittelzone eine Mischung beider. Endlich ist der Tabergit von Taberg in Wermland nach TSCHERMAK ein Gemenge von Klinochlor oder Pennin, welchen beiden Phlogopit in ähnlicher Weise wie in dem Vorkommen von Kariaet innig beigemischt ist.

Auch LÜDECKE¹ erwähnt beiläufig Verwachsungen von Kaliglimmer und grünem Chlorit aus Glaukophanschiefer von Syra, ebenso WEINSCHENK² solche von Biotit und Chlorit in Parallelverwachsung aus dem Centralgranit des Gross-Venediger-Stockes. Ob auch der aus dunklem Glimmer hervorgehende Chlorit regelmässig zum Muttermineral orientirt ist, lässt sich aus den bisherigen Angaben nicht feststellen.

A n h a n g.

1. Die Verwachsungen der monoklinen Pyroxene untereinander, ebenso der monoklinen Amphibole, der Glimmer, ferner von Orthit und Epidot und ähnliche, über welche mancherlei Angaben vorliegen, sind hier zu den Verwachsungen isomorpher Substanzen gerechnet und demnach von der Betrachtung ausgeschlossen, obwohl die Sanduhrstruktur der Augite und Ähnliches zeigt, dass nicht alle Flächen den verschiedenen Mischungscomponenten gegenüber sich gleich verhalten.

2. Monokline Humite. Vergl. einige Angaben über die Verwachsung optisch erheblich verschiedener Humite unter No. 59.

3. Orthoklas mit Augit und mit Biotit. Hierüber hat ZAMBONINI (Zeitschr. f. Kryst. **32**. 533. 1900 u. **34**. 244. 1901) Angaben gemacht, indessen bedürfen sie der Ergänzung und Bestätigung.

¹ LÜDECKE, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. p. 263. 1876.

² WEINSCHENK, Abh. bayer. Akad. **18**. 87. 1894.

4. Orthoklas mit Muscovit. Der aus der Zersetzung des Orthoklases entstehende Muscovit liegt mit seiner Tafelfläche grösstentheils // {001}, zum kleineren auch // {010} und {hko} (Ebene der perthitischen Einlagerungen?). In Dünnschliffen von zersetzten Orthoklas-Eiern aus Rapakivi parallel {001} bemerkt man vielfach regelmässige Umgrenzung der Muscovite; sie bilden Sechsecke, die längeren Seiten // {010}, die kürzeren // {110} ca. Indessen erweisen sich solche Muscovitblättchen als optisch wenig homogen (wahrscheinlich auch verzwilligt), die Ebene der optischen Axen ist nicht festzustellen.

72. Orthoklas und Plagioklas¹.

Die ersten Angaben über diese Verwachsung rühren wohl von G. ROSE² her. Er erwähnt einen Überzug „von klarem, reinem Adular“ und Albit auf fleischrothem Feldspath vom Prudelberg bei Stonsdorf unweit Hirschberg i. Schl. und von Albit bei Baveno. Letztere hat nach eigener Angabe³ auch Haidinger bereits 1825 in seiner Übersetzung des Mohs'schen Grundrisses beschrieben, sie erfolgt so, dass der Albit in „Parallelstellung“ zum Orthoklas als Krystallhaut namentlich auf {010} erscheint. Bald darauf machte L. v. BUCH⁴ Mittheilungen über solche Verwachsungen aus dem Granit zwischen Melide und Morcote am Luganer See. Ihre Ausbildung ist sehr auffallend (Fig. 76), indem der rothe Orthoklas der Form

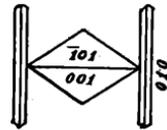


Fig. 76.

¹ Man könnte diese Verwachsung unter der Annahme, dass Orthoklas und Mikroklin nicht wesentlich verschieden sind, den isomorphen Verwachsungen zuzählen. Da aber ersteres immerhin nur eine Vermuthung ist (man könnte fast ebenso gut dann auch z. B. die Humite vereinigen), und die Mischung von Orthoklas und Plagioklas anscheinend stets nur eine mechanische ist, habe ich es für richtiger gehalten, sie den regelmässigen Verwachsungen nicht isomorpher Substanzen zuzuzählen. Dementsprechend müsste nun auch die Verwachsung von Orthoklas und Mikroklin hier eine Stelle finden, und zugleich die Verwachsung von Orthoklas mit Plagioklas von der Verwachsung Mikroklin mit Plagioklas getrennt werden. Das ist indessen nicht ausführbar, da in der älteren Literatur naturgemäss nie, in der neueren fast nie hierbei zwischen Orthoklas und Mikroklin unterschieden ist.

² G. ROSE, GILBERT'S ANN. 73. 191. 1823.

³ Haidinger, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 1. 193. 1848.

⁴ L. v. BUCH, Abh. Berlin. Akad. a. d. J. 1827. p. 193 (gelesen 19. Febr. 1826).

{110} . {001} . {101} von zwei weit vorstehenden, fast farblos durchsichtigen papierdünnen Albitzwillingen nach {010} wie von einem Rahmen umgeben wird; andere klare Albite liegen wie ein Schmelz auf den Flächen {110} und {010}, fast keine auf {001} und {101}. WEISS¹ verweist nun bei Gelegenheit der Auffindung des Uralits bereits darauf, dass „bekanntlich“ der aufgewachsene Albit ganz constant auf bestimmte Weise auf dem Orthoklas aufgewachsen ist, „denselben, soweit seine Structur ihm ein solches möglich macht, verlängernd.“ Eine nähere Beschreibung solcher Verwachsungen gab dann HÄIDINGER (l. c.). Besonders schön sind sie darnach entwickelt an den Krystallen vom Cavalierberg bei Hirschberg i. Schl.; die Albite erscheinen wie ausgeschwitzt aus dem Orthoklas und sind nach dem dreifachen Reflex der Spaltungsflächen durch den ganzen Orthoklas vertheilt; es liegt also hier die erste Beobachtung über die später als „perthitisch“ bezeichnete Durchwachsung beider Feldspäthe vor.

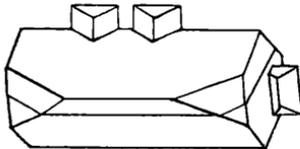


Fig. 77.

Als analoge Erscheinungen erwähnt HÄIDINGER auch bereits theilweise von Adular überdeckte

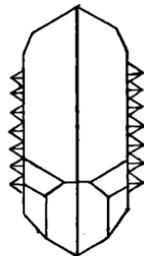


Fig. 78.

Zwillinge von Periklin (Fig. 77) und Albit (Fig. 78). HÄIDINGER betrachtet die Bildung der Albite auf dem Orthoklas als eine dem Saigerungsprocess analoge Umkrystallisation² und auch G. ROSE³ war hinsichtlich der Krystalle aus dem Riesengebirge zu demselben Resultat gekommen, erwähnte aber gleichzeitig, dass auch unzweifelhaft primäre Umrundungen von Orthoklas durch Oligoklas in ganz frischen Porphyren und Gneissen vorkommen. BREITHAUPT⁴ endlich lenkte gelegentlich einer Wiederholung der oben angeführten Beobachtungen die Aufmerksamkeit auf Feldspäthe von Perth bei Bathurst in Canada als einer ähnlichen Verwachsung von zweierlei Feld-

¹ WEISS, KARSTEN'S Arch. f. Min. p. 566. 1832.

² HÄIDINGER, Sitz.-Ber. Wien. Akad. p. 92. 1853.

³ G. ROSE, Pogg. Ann. 80. 123. 1850.

⁴ BREITHAUPT, Berg- u. hüttenm. Ztg. p. 69. 1861.

späthen, bei welchen aber viele Lagen beider längs $\{100\}$ miteinander abwechseln und nannte sie „Perthite“.

Orientirung. L. v. BUCH hat an seinen Krystallen Messungen anscheinend nicht angestellt, aber vermuthlich $\{010\}$ und die Axen \bar{c} als parallel betrachtet. HAIDINGER (l. c. 1848) scheint es, dass die Axen \bar{c} parallel liegen, ausserdem vielleicht die Flächen $\{010\}$; später (1853) bezeichnet er die Stellung als eine „möglichst parallele“. Demgegenüber giebt BREITHAUP (l. c.) an, dass bei Krystallen von Baveno namentlich die Flächen $\{001\}$ zusammen einspiegeln, bei den mit Adular besetzten Periklinen sollen dagegen die Axen \bar{c} und Flächen $\{\bar{1}01\}$ parallel liegen, endlich im Perthit die beiderlei Basisflächen 2^0 zu einander geneigt sein. Nach GERHARD¹ liegen im Perthit die Axen \bar{c} parallel, um dieselben sind die übrigen Flächen „ganz analog gruppirt“, die Flächen $\{\bar{1}01\}$ fallen nicht zusammen. Für die Verwachsungen von Stokö konnte BRÖGGER² die Angaben BREITHAUP's, nach welchen hier die Axen und die Flächen $\{001\}$ parallel sein sollten, nicht bestätigen³; die Axen \bar{c} sind allerdings jedenfalls parallel, ausserdem, wie es scheint, bald $\{100\}$, bald $\{010\}$, bald ausschliesslich \bar{c} . Jetzt wird in den Lehr- und Handbüchern meist angegeben, dass \bar{c} und $\{010\}$ parallel liegen (Fig. 79, nach TSCHERMAK's Lehrbuch), indessen konnte neuerdings VIOLA⁴ feststellen, dass auf Periklin von der Weidalp im Habachthal Adulare so aufgewachsen sind, dass die $\{001\}$ bis auf wenige Minuten und ausserdem die Axen \bar{b} parallel sind. Mir scheint es sehr wohl möglich, dass die parallelen Elemente je nach der Art des Wachstums und der Ausbildung der Verwachsung verschieden sind, indessen dürften in den allermeisten Fällen $\{010\}$ und die Axen \bar{c} parallel sein, und zwar so, dass die Flächen $\{001\}$ beider Componenten nach derselben Seite von \bar{c} neigen. Der-

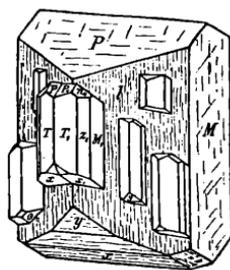


Fig. 79.

¹ GERHARD, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 14. 151. 1862.

² BRÖGGER, Zeitschr. f. Kryst. 16. 523. 1890.

³ In Strenge ist das überhaupt nicht möglich.

⁴ VIOLA, Zeitschr. f. Kryst. 32. 307. 1900.

artige Stellungen sind für den Albit noch zwei möglich, welche zu einander hemitrop nach $\{010\}$ sind.

Die Art der Ausbildung, hauptsächlich bedingt durch die Lage der Verwachsungsfläche, ist eine sehr mannigfaltige. Bei den Aufwachsungen fand HAIDINGER (l. c. 1848) an den Krystallen von Baveno alle Flächen $\{hk0\}$ von Albit überzogen, die übrigen frei, E. BECKER¹ bei den Striegauer Krystallen die Überwachsung gewöhnlich nur auf $\{110\}$ und $\{010\}$, auf $\{001\}$ nur dann, wenn die Fläche verletzt war; nach KLOCKMANN² sind die Mikrokline von Hirschberg entweder vollständig von Albit überzogen oder einzelne Flächen bevorzugt; zusammenhängende Überzüge kommen fast nur auf Flächen $\{001\}$, $\{010\}$ und $\{10\bar{1}\}$ vor, während auf den Flächen der „Horizontalzone“³, mit Ausnahme von $\{010\}$, durchgängig eine Auflösung in einzelne Individuen stattfindet und $\{20\bar{1}\}$, $\{11\bar{1}\}$ und $\{\bar{1}11\}$ niemals Überwachsungen tragen, WOITSCHACH⁴ hingegen beobachtete auf dem perthitischen Feldspath im Granit von Königshain den Albit auf den Flächen $\{010\}$. $\{\bar{1}11\}$. $\{20\bar{1}\}$. $\{001\}$ und $\{110\}$, zuweilen auch auf $\{10\bar{1}\}$, einige Krystalle auch mit einer vollständigen Kruste von Albit bedeckt. Auf den Harzburger ebenfalls perthitischen Orthoklasen fand STRENG Albit auf $\{100\}$. $\{010\}$ und $\{001\}$, ebenso auf Säulenflächen, z. Th. als glatten Überzug, z. Th. in Krusten, BRÖGGER auf den Krystallen der Gänge von Frederiksvärn, Laurvik und den Inseln des Langesundfjords einen gleichmässigen Überzug, besonders dick auf den Prismenflächen, dagegen meist ganz dünn auf den Endflächen und auf $\{010\}$. Es scheinen darnach bei den verschiedenen Vorkommen verschiedene Flächen hinsichtlich der Überwachsung bevorzugt, $\{010\}$ aber niemals frei zu sein, ersteres vielleicht in ähnlicher Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Nährlösung, wie der Habitus der Krystalle.

Mehrfach wird berichtet, dass die aufgewachsenen Krystalle mit den perthitischen Einlagerungen von Albit zusammenhängen (KLOCKMANN, WOITSCHACH l. c.). Die auf den Ortho-

¹ E. BECKER, Dissert. Breslau. p. 7. 1868.

² KLOCKMANN, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 34. 416. 1882.

³ Muss wohl heissen Verticalzone.

⁴ WOITSCHACH, Ref. Zeitschr. f. Kryst. 7. 84. 1883.

klasen des Riesengebirgsgranits aufgewachsenen Albite sind nach KLOCKMANN meist verzwillingt nach $\{010\}$, nach BEUTELL¹ macht sich aber zwischen den (selten) auf $\{001\}$ und den auf $\{110\}$ aufgewachsenen ein Gegensatz bemerklich, indem erstere meist feine Zwillingsstreifen haben, letztere meist einfach sind. Ferner fand KLOCKMANN die auf den beiden Flächen (110) und $(\bar{1}\bar{1}0)$ aufgewachsenen Albite

gleich orientirt, dabei zwillingmässig nach $\{010\}$ zu denen auf $(1\bar{1}0)$ und $(\bar{1}10)$ Fig. 80), was BEUTELL bestätigte und SABERSKY (dies. Jahrb. Beil.-Bd. VII. p. 391) mit den Durchkreuzungszwillingen der Albite vom Roc-tourné in Parallele stellte; indessen bleibt die Erscheinung immerhin auffallend, da nicht anzunehmen ist, dass der überwachsene Feldspath ein einfacher Zwilling nach $\{010\}$ von Mikro-

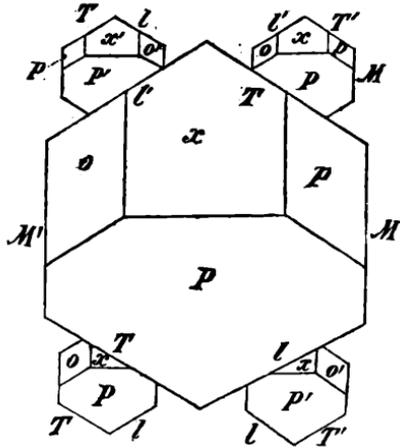


Fig. 80.

klin gewesen sei. Periklinzwillinge sind nach BEUTELL auf dem Orthoklas sowohl bei Striegau wie bei Hirschberg etc. selten und dann stets auf $\{010\}$ aufgewachsen, übrigens charakteristischerweise nicht gestreckt // \bar{b} , sondern tafelig nach $\{010\}$.

Bei den klaren Feldspäthen von Adularhabitus scheint im Gegensatz zu den eben besprochenen Vorkommen von Schlesien, Elba, Baveno, Lugano, dem Harz etc. fast stets der Kalifeldspath die jüngere Bildung zu sein, der daher auf Krystallen bald von Albit-, bald von Periklin-Habitus aufgewachsen ist, sehr selten aber sie vollständig überzieht. (Pfitschthal: sowohl der Albit wie der gleichzeitig vorkommende Periklin von Adular überwachsen, am reichlichsten meistens $\{101\}$, Periklin zuweilen vollständig²; Untersulzbachthal: das

¹ BEUTELL, Zeitschr. f. Kryst. 8. 368. 1884.

² HAIDINGER, l. c. p. 196. 1848 und v. ZEPHAROVICH, Min. Lex. 2. 4. 1873.

Ganze erscheint wie ein Adularzwilling nach dem Karlsbader Gesetz, bei welchem $\{010\}$ die Zusammensetzungsfläche ist und längs derselben ein schmaler Albitzwilling nach demselben Gesetz so eingeschaltet ist, dass die im Contact befindlichen Theile der verschiedenen Individuen die Axe \hat{c} und die Fläche $\{010\}$ so gemein haben, dass $\{001\}$ beider nach derselben Seite der Axe \hat{c} neigt¹ (Fig. 81); vom St. Gotthard und dem Mader-

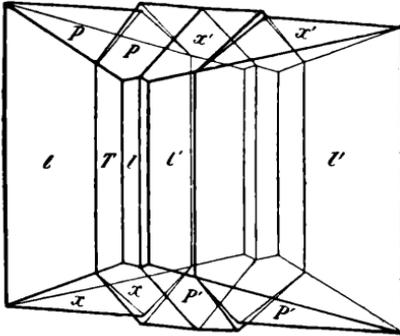


Fig. 81.

aer Thal², vom Skopi³: Albitzwillinge auf $\{010\}$ mit Adular besetzt; aus dem Dauphiné⁴; von der Piquette déras lids (Pyrenäen): kammförmige Überwachungen⁵). Eine Überwachung von grossen Anorthiten des Monzoni durch kleine Orthoklase erwähnt TSCHERMAK⁶; dass umgekehrt auch der Plagioklas den Adular

überwachsen kann, zeigen u. a. das Vorkommen von Zöptau⁷, sowie die von VOLGER⁸ am St. Gotthard beobachteten Perimorphosen von Albit nach Adular⁹.

Die bekannten Umwachsungen nach Art der Feld-

¹ TSCHERMAK, Min. Mitth. p. 196. 1872.

² KENNGOTT, Min. d. Schweiz. p. 82, 83. 1866.

³ G. VOM RATH, Zeitschr. f. Kryst. 5. 39. 1881.

⁴ TSCHERMAK, l. c.

⁵ LACROIX, Minéralogie d. l. France. 2. 111. 1896/97.

⁶ TSCHERMAK, Verh. geol. Reichsanst. p. 37. 1874.

⁷ G. VOM RATH, Sitz.-Ber. niederrhein. Ges. Bonn. 37. 52.

⁸ Nach BLUM, Pseudom. IV. Nachtr. p. 32. 1879.

⁹ (Anmerkung während des Druckes.) Sehr mannigfaltige Bildungen dieser Art sind kürzlich von V. NEUWIRTH aus der Umgebung von Zöptau beschrieben und abgebildet (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 21. 347. 1902). Der Albit bildet hier z. Th. nach $\{010\}$ tafelige Zwillinge nach $\{010\}$, welche den Adular kreuzweise so durchwachsen, dass sie als zierliche Aufsätze auf seinen Flächen erscheinen; sie selbst sind dabei auf $\{110\}$ und $\{1\bar{1}0\}$ noch wieder von Adular überrindet. Umgekehrt zeigen auch Albite von Periklin-Habitus Aufsätze, und auf $\{10\bar{1}\}$ und $\{001\}$ auch Überwindungen von Adular.

spathe des Rapakiwi¹ schliessen sich insofern jenen vom Riesengebirge etc. an, als bei ihnen der Kalifeldspath ebenfalls innen, der Plagioklas aussen liegt. Schon G. ROSE² erwähnt ähnliche Umwachsungen (durch Oligoklas) aus Granit des Riesengebirges, BREITHAUPT³ aus Granitporphyr von Altenberg i. S. Die mikroskopischen Untersuchungen haben dann vielfach auch die umgekehrte Verwachsung kennen gelehrt, sie scheint darnach die häufigere zu sein⁴. Als noch verbreiteter als diese makroskopischen und mikroskopischen Umwachsungen haben sich aber die perthitischen Durchwachsungen von Orthoklas (Mikroclin) und Plagioklas erwiesen. Bereits oben wurde darauf hingewiesen, dass eigentlich HAIDINGER sie schon an schlesischen Feldspathen beobachtete, ehe BREITHAUPT sie nach dem Vorkommen von Perth benannte. Ihre weitere Verbreitung stellte dann wohl zuerst GERHARD (l. c.) fest, auch ermittelte er namentlich die chemische Zusammensetzung ihrer Plagioklase. Als Zusammensetzungsfläche giebt BREITHAUPT {100} an, nach TSCHERMAK⁵ sind Flächen einer mittleren Lage zwischen {100} und {110} besonders häufig, am seltensten sind dagegen Einlagerungen längs {010} (z. B. Karlsbad); STRENG (l. c.) giebt als Einlagerungsfläche für Perthit vom Radauthal ebenfalls {100} an. Für die bald als weit verbreitet erkannten mikroskopischen Verwachsungen derart⁶ führte BECKE⁷ den Namen „Mikroperthit“, für die noch feiner struirten, mikroskopisch nicht mehr auflösbaren BRÖGGER (l. c.) den Namen „Kryptoperthit“ ein; als Verwachsungsebene bestimmte er für jene Kryptoperthite, welche secundärer Entstehung sind {100}, für die primärer Entstehung dagegen {80I}, nachdem BECKE (l. c.) und OSANN (dies. Jahrb. 1888, I. p. 120) bereits früher Abweichungen von der Lage {100} durch Messung festgestellt hatten, die auch von späteren

¹ Vergl. darüber die Angaben bei ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 2. 54. 1896 und namentlich SEDERHOLM, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 12. 1. 1892.

² G. ROSE, Ber. Verh. preuss. Akad. p. 247. 1842.

³ BREITHAUPT, Berg- u. hüttenm. Ztg. p. 70. 1861.

⁴ ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 638. 1892.

⁵ TSCHERMAK, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 50. 572. 1864.

⁶ Vergl. darüber bei ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 514. 1885; 2. 62 u. 530. 1887.

⁷ BECKE, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 4. 199. 1882.

Beobachtern (TARASSENKO, dies. Jahrb. 1899. I. - 470-) bestätigt wurden. Eingehendere Untersuchungen machte dann USSING (dies. Jahrb. 1899. II. - 358-); er ermittelte für grönländische Krystalle als normale Zusammensetzungsfläche bei gleichzeitiger Entstehung beider Feldspathe {861} und {861} für Mikroklin und {801} für Orthoklas; er ist der Meinung, dass dieser Fläche eine ähnliche Bedeutung zukommt, wie dem rhombischen Schnitt der Periklinzwillinge¹; entstanden die Feldspathe nacheinander, so erscheinen als Verwachsungsflächen {001} und {010} oder die Absonderungsfläche {100}. Ähnliche Einlagerungsflächen wie USSING giebt auch HÖGBOM² für Krystalle von Hitterö an.

Die grosse Mannigfaltigkeit dieser Bildungen ist namentlich von USSING an grönländischen Feldspathen nachgewiesen; er unterscheidet zwischen Orthoklasperthit und Mikroklinperthit, und nach dem Grade der Innigkeit der Verwachsung zwischen Mikroperthiten, welche u. d. M. noch deutlich als Verwachsung von Albit und Kalifeldspath zu erkennen sind, Kryptoperthiten, welche bei mässiger Vergrösserung noch homogen erscheinen, und Natronorthoklasen bezw. Natronmikroklinen (= Anorthoklasen), welche optisch homogen sind. Bei gleichzeitiger Krystallisation von Kali- und Natronfeldspath sollen solche homogene Massen dann entstehen, wenn die zur Krystallisation³ nothwendigen Diffusionsströmungen nur sehr schwierig oder gar nicht vor sich gehen können; im anderen Falle sollen perthitische Structures auftreten, um so feiner, je schwieriger die Diffusion sich gestaltet. Übergänge zwischen den perthitischen Structures und submikroskopischen, gewissermaassen molecularen, isomorphen Mischungen schilderte übrigens bereits ROSENBUSCH⁴ und machte auch auf den Zusammenhang der Einlagerungen mit dem Lichtschein der Mondsteine und mancher Orthoklase des südlichen Norwegens aufmerksam.

¹ Dann ist allerdings zu erwarten, dass sie ebenso wenig constant ist wie jene, sondern sich mit der chemischen Zusammensetzung und den geometrischen Constanten des durchsetzten und durchsetzenden Feldspaths ändert.

² HÖGBOM, Ref. Zeitschr. f. Kryst. 31. 314. 1899.

³ Muss wohl heissen: „getrennten Krystallisation“.

⁴ ROSENBUSCH, Mikr. Phys. 1. 515 f. 1885.

Nirgends dürfte in der That die Annahme eines Zusammenhanges zwischen den regelmässigen Verwachsungen und isomorphen Mischungen so nahe gelegt werden als hier bei den Feldspäthen, wo die verschiedene Symmetrie und die genaue Kenntniss der optischen Eigenschaften der Componenten die Erkennung der Verwachsung auch bei sehr mikroskopischen Dimensionen noch gestattet.

Anhang.

1. Arfvedsonit mit Ainigmatit. BRÖGGER (Zeitschr. f. Kryst. 16. 432. 1890) beobachtete an Krystallen von Ainigmatit von Naugakasik und Kangerdluarsuk in Grönland u. d. M. Parallelverwachsungen mit Arfvedsonit; sie sind nach ihm wahrscheinlich ursprüngliche. Nähere Angaben fehlen.

2. Gyps und seine Entwässerungsproducte. Die Entwässerungsproducte, welche sich aus Gyps beim Erhitzen auf 125—140° bilden, sind nach den Angaben von DOSS (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. p. 146. 1897) und LACROIX (Compt. rend. 126. 360 u. 553. 1898) z. Th. regelmässig zum Gyps orientirt. Es sind folgende:

a) Parallel \hat{c} des Gypses verlängerte Bänder, in welchen c merklich schief zur Längsrichtung liegt (die Tafelfläche parallel (010) des Gypses). Sie erscheinen in Schnitten nach $\{100\}$ des Gypses ebenfalls mit schiefer Auslöschung und verzwillingt nach $\{100\}$; auch nach Schnitten $\perp \hat{c}$ des Gypses ist das Mineral triklin und stark verzwillingt. LACROIX hält diese Bildungen für wasserfreies CaSO_4 , DOSS¹ für Halbhydrat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), VAN'T HOFF und WEIGERT (Sitz.-Ber. Berlin. Akad. p. 1141. 1901) für ein lösliches Anhydrid. Sie nehmen sehr schnell wieder Wasser auf und verwandeln sich dabei nach LACROIX wieder in Gyps, z. Th. in Parallelstellung zum ursprünglichen.

b) Rosettenförmige Gruppierungen von unregelmässig achtseitigem Umriss und complicirter Structur, anscheinend ebenfalls triklin und verzwillingt, die Orientirung zum Gyps für einzelne Bänder ähnlich wie vorher. LACROIX scheint sie für chemisch nicht verschieden von den vorigen zu halten; DOSS beschreibt ähnliche Gruppierungen und bildet sie auch ab, vermuthet darin aber Durchkreuzungszwillinge von Anhydrit nach $\{011\}$.

c) Unterhalb 125° erhielt LACROIX auch noch optisch positive, hexagonale Kryställchen, deren Längsrichtung parallel \hat{c} des Gypses lag. LACROIX vermuthete darin zuerst das von LE CHATELIER dargestellte Halbhydrat, später giebt er an, dass sie ebenfalls CaSO_4 seien, während sie nach VAN'T HOFF und WEIGERT in der That mit dem Halbhydrat identisch sind.

Die orientirte Stellung dieser Neubildungen ist von Interesse angesichts der natürlichen, unter Wasseraufnahme entstandenen orientirten Neubildungen, wie Serpentine etc.

¹ Auf Grund von Versuchen von H. ROSE, HOPPE-SEYLER, G. ROSE u. a. vergl. die bei DOSS aufgeführte Literatur.

Allgemeiner Theil.

I. Die geometrischen Verhältnisse der regelmässigen Verwachsungen.

Die gemeinsamen Elemente. Überblickt man die Gesetzmässigkeiten in der Stellung der beiden Componenten, so ergibt sich, dass in allen hinreichend genau untersuchten Fällen eine (eventuell mehrere) bestimmte Flächen der einen mit einer (eventuell mehreren) der anderen parallel liegen; dasselbe gilt hinsichtlich der Kanten.

Krystalle des gleichen Krystallsystems, also sehr ähnlicher Symmetrie und mit z. Th. völlig übereinstimmenden Winkeln, verwachsen zwar meist so, dass die krystallographischen Axen und die Symmetrieelemente parallel oder nahezu parallel liegen (No. 1, 3—5, 27—30, 42, 47a, 40—52, 67—71), es giebt aber sehr entschiedene Ausnahmen (No. 2, 26, 43, 47 b u. c, 48). Man darf daraus wohl schliessen, dass es bei allen diesen Verwachsungen von Krystallen ähnlicher Symmetrie nicht sowohl darauf ankommt, die krystallographischen Axen und Symmetrieelemente parallel zu orientiren, als vielmehr darauf, eine oder mehrere Flächen und Kanten mit gleichen oder ähnlichen Winkeln gleich zu richten. Dieses Princip ergibt sich dann namentlich aber mit grosser Evidenz aus der Verwachsungsart der viel zahlreicheren Componenten aus verschiedenen Krystallsystemen, und also mit verschiedener Symmetrie und verschiedenen Winkeln. Besonders häufig ist hier das Zusammenfallen von Flächen mit drei Symmetrie- oder Pseudosymmetrielinien, welche also Winkel von genau oder nahezu 120° miteinander bilden (No. 6, 9, 10, 12, 23—25, 34, 36—41, 44, 46, 57, 62, 65, 68—70), dann fallen auch alle anderen in der gemeinsamen Ebene möglichen Kanten ganz (bezw. nahezu) zusammen. Andererseits sind Beispiele, wo die parallel liegenden Flächen in ihren Winkelverhältnissen einander ganz unähnlich sind, nicht häufig (Bleiglanz-Pyrit, Bleiglanz-Chlorblei, Pyrit-Markasit, Magnetit-Hornblende, Kalkspath-Quarz, Baryt-Witherit, Aragonit-Gyps, Astrophyllit-Glimmer); in diesen Fällen liegen meist doch noch ein Paar zu einander senkrechter

Kanten in beiden Flächen parallel. Man kann daher wohl sagen, dass Ähnlichkeit in den Winkelverhältnissen der gemeinsamen Flächen für regelmässige Verwachsung verschiedenartiger Krystalle ebenso bezeichnend ist, wie Ähnlichkeit aller Winkel bei isomorphen Verwachsungen.

Darnach ist zu erwarten, und wird durch die Statistik bestätigt, dass regelmässige Verwachsungen zwischen höher symmetrischen (oder höher pseudosymmetrischen) Krystallen häufiger sind als zwischen niedriger symmetrischen. An den aufgezählten Verwachsungen sind nämlich betheilt: reguläre Krystalle 30mal, hexagonale 27mal, tetragonale 14mal, also höher symmetrische im Ganzen 71mal; ferner rhombische 35mal, monokline 34mal, triklone nur 2mal, also niedriger symmetrische im Ganzen 71mal. Unter den letzteren kommen aber nicht weniger als 41mal solche vor, bei welchen die gemeinsamen Flächen höhere Pseudosymmetrie aufweisen.

Sehr auffallend ist, wie oft manche Minerale, und zwar keineswegs nur die besonders häufigen, sich an Verwachsungen betheiligen. Man findet z. B. Arsenkies 3mal, Augit 5mal, Glimmer 11mal, Bleiglanz 7mal, Eisenglanz (Titaneisen) 5mal, Fahlerz 4mal, Hornblende 5mal, Kalkspath 7mal, Kupferkies 5mal, Pyrit 5mal, Rutil 5mal. Andere, sehr gemeine Minerale dagegen erscheinen auffallend selten, z. B. Quarz nur 1mal, Feldspath 1mal, Apatit, Granat, Epidot, Titanit, Zeolithe, Flussspath gar nicht, obwohl sie z. Th. zugleich unter sehr mannigfaltigen paragenetischen Verhältnissen vorkommen, und obwohl ihre Seltenheit in Verwachsungen auch nicht, wie bei Gyps, Steinsalz u. a. in der leichten Vergänglichkeit ihrer Krystalle begründet sein kann. Beim Quarz könnte man an einen Zusammenhang mit seinen eigenthümlichen geometrischen Verhältnissen (Enantiomorphie) denken.

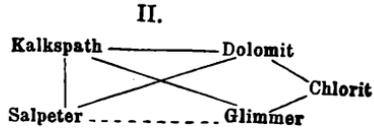
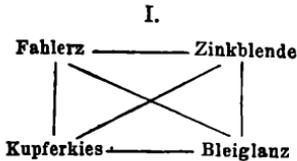
Aus der Übersicht geht ferner hervor, dass isomorphe Substanzen meist die Fähigkeit haben, mit derselben dritten Substanz in analoger Weise zu verwachsen, nämlich Magnetit, Magnoferrit und Pleonast mit Eisenglanz (bezw. Titaneisen), Markasit und Arsenkies mit Pyrit, und mit Magnetkies; Muscovit und Biotit mit Jod-, Brom- und Chlorkalium, ebenso mit NaNO_3 und mit $(\text{Na}, \text{K})\text{NO}_3$, die Bronzite mit den verschiedenen monoklinen Augiten und auch mit ver-

schiedenen Hornblenden, Orthoklas mit den verschiedenen Plagioklasen. Bei der grossen Ähnlichkeit aller Winkel isomorpher Substanzen und ihrer chemischen Analogie scheint dieses Verhalten selbstverständlich. Dasselbe trifft auch vielfach zu bei nicht streng isomorphen, aber sehr winkelähnlichen und dabei chemisch verwandten Substanzen, wie Kalkspath und Dolomit gegenüber NaNO_3 , monoklinen und rhombischen Pyroxenen gegenüber Titaneisen und gegenüber Bastit, Glimmer und Chlorit gegenüber Magneteisen. Indessen machen sich hier doch schon Unterschiede bemerklich, indem z. B. Dolomit mit Natronsalpeter anscheinend sehr viel schwieriger als mit Kalkspath verwächst, ebenso Bastit anscheinend schwieriger mit monoklinem als mit rhombischem Pyroxen u. ä.

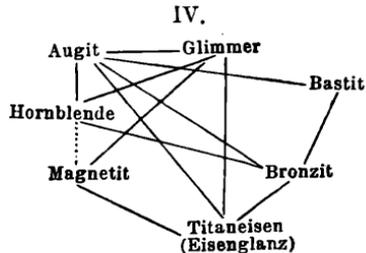
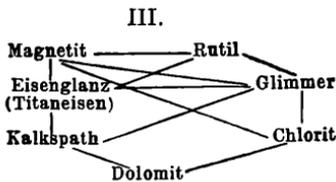
Unter den Componenten der Verwachsungen befinden sich dann eine ganze Reihe solcher, bei welchen von drei oder mehr nicht isomorphen jede mit jeder oder mit mehreren der anderen in Verbindung treten kann; es entstehen so gewissermassen Verwachsungsketten. Obwohl in Strenge der Satz nicht zu gelten scheint, dass zwei Minerale, welche mit einem dritten regelmässig verwachsen, auch allemal untereinander regelmässig verwachsen können — ein Satz, der etwa dem entsprechen würde, dass zwei Substanzen, die mit einer dritten isomorph sind, es auch untereinander sind —, so scheint doch die Frage berechtigt, inwieweit die Verwachsungsgesetze bei verschiedenen Gliedern einer Kette miteinander harmoniren, ob also A und B, welche beide mit C verwachsen, wenn sie miteinander verwachsen, dieselbe Stellung einnehmen, welche ihnen zukommen würde, wenn man sie sich gleichzeitig auf C aufgewachsen denkt. Dies trifft thatsächlich in den meisten Fällen zu, aber nicht ausnahmslos. Die zutreffenden Fälle sind in den folgenden Schematen solcher Ketten durch ausgezogene, die nicht zutreffenden durch gestrichelte Linien angedeutet, wenn dagegen überhaupt keine Verwachsung zwischen gewissen Gliedern beobachtet ist, fehlt die Verbindungslinie zwischen ihnen.

Zwischen den Gliedern der Kette I, welche alle 6 möglichen Combinationen ihrer 4 Componenten umfasst, herrscht vollkommene Concordanz.

Bei II, welche 7 Verbindungen unter 5 Componenten umfasst, herrscht Concordanz bis auf die Verbindung von Salpeter und Glimmer; nach der Verbindung beider mit Kalkspath sollte {0001} des Salpeters 30° gegenüber der beobachteten Lage auf dem Glimmer gedreht sein.

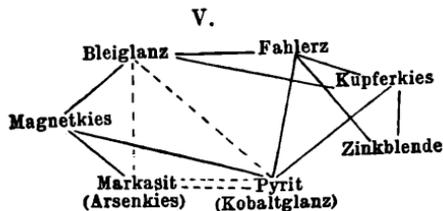


III. Enthält 7 Glieder in 12 Verbindungen, welche alle in Concordanz sind. Der Verwachsungstriplet Magnetit-Titan-eisen-Rutil ist in den jüngst von PELIKAN beschriebenen Pseudomorphosen verwirklicht.



IV. Enthält ebenfalls 7 Componenten, und zwar in 13 Combinationen, unter welchen Concordanz herrscht bis auf die Verwachsung der Hornblende mit Magnetit, wo nach der Stellung beider zum Glimmer die Oktaëderfläche parallel {100} der Hornblende liegen müsste.

V. Enthält ebenfalls 7 Componenten in 13 Verwachsungen, zeigt in dessen mehrfache Abweichungen von der Concordanz sowohl in der Stellung des Bleiglanzes zum Pyrit (welche nach der Verwachsung beider mit Fahlerz und Kupferkies¹ eine solche



¹ Allerdings sind Verwachsungen von Eisenkies mit Kupferkies nicht bekannt, wohl aber vom nahe verwandten Kobaltglanz, der hier für ersteren eintretend gedacht ist.

mit parallelen krystallographischen Axen sein sollte), wie in der Stellung des Markasits (Arsenkies) zum Pyrit, wo keine der beiden bekannten Gruppierungen derart ist, wie sie nach der Verbindung beider Minerale mit Magnetkies und der Verbindung des Arsenkieses mit Bleiglanz sein sollte¹.

Es ist natürlich nicht anzunehmen, dass die Concordanz in einer „Kette“ auf chemische Ähnlichkeit der Componenten ähnlich wie bei isomorphen Reihen hinweist, sie resultirt einfach daraus, dass, wie wir gesehen haben, je 2 Componenten bestrebt sind, sich in Flächen zu berühren, welche in ihren Winkeln möglichst übereinstimmen, und da ist dann bei der beschränkten Zähligkeit der krystallographischen Symmetriaxen die Auswahl, wenn man so sagen darf, keine sehr grosse, so dass bei demselben Mineral vielfach dieselbe Fläche als gemeinsames Element für ganz verschiedene Componenten wiederkehrt. Man wird auch aus der Thatsache der regelmässigen Verwachsung im Allgemeinen nicht auf höhere Analogie der chemischen Constitution schliessen dürfen, als sie sich schon aus dem Vergleich der Formen der Componenten ergibt. Es scheint demnach z. B. nicht angebracht, mit SADEBECK deshalb für Kupferkies die der Zinkblende (Zn, Fe)S analoge Constitutionsformel $\text{CuS} \cdot \text{FeS}$ anzunehmen, weil beide sehr häufig regelmässig verwachsen.

Dass die Stellung, in welcher zwei Minerale sich verbinden, nicht durch ihre Verwachsung mit demselben dritten bedingt ist, geht dann namentlich auch daraus hervor, dass manche auf mehrere verschiedene Weise miteinander verwachsen. Bei Fahlerz mit Zinkblende können die gleichartigen, aber auch die ungleichartigen Oktanten zusammenfallen; bei Turmalin mit Glimmer (Verwachsungsart b) und ebenso bei Astrophyllit mit Glimmer und Rutil mit Glimmer liegen angesichts der Abweichung des Glimmers von hexagonaler Symmetrie, streng genommen, jedesmal zwei, in der Neigung entsprechender Flächen allerdings wenig verschiedene Verwachsungsgesetze vor, und ähnliches gilt vermuthlich in manchen anderen Fällen (wo die eine Componente pseudo-

¹ Natürlich kann man mit demselben Recht sagen, dass die Stellung des Bleiglanzes und Pyrits zum Magnetkies nach ihrer Verwachsung mit Markasit nicht die zu erwartende ist und ähnlich vorher.

symmetrisch ist), ohne dass sich dies wegen der Kleinheit ihrer Krystalle nachweisen liesse. Ausserdem kommen mehrfach auch völlig verschiedene Verwachsungen zwischen denselben Componenten vor, besonders auffallend bei Pyrit und Markasit, Kalkspath mit Aragonit, Turmalin mit Glimmer, Andalusit mit Sillimanit u. a., ebenso in den sogen. Paramorphosen von Rutil nach Anatas und Brookit.

Wenn man die physikalische Bedeutung der gemeinsamen Elemente untersucht, so lässt sich nicht verkennen, dass physikalisch ausgezeichnete Flächen und Kanten besonders häufig darunter sind, und zwar speciell auch solche, welche nicht als Symmetrieelemente eo ipso dazu zählen (Spaltflächen, Gleitflächen für einfache Schiebungen und Translationen, Zwillings Ebenen, Schiebungs- und Translationsrichtungen, Schlag- und Drucklinien, Zwillingsachsen). Indessen finden sich doch sehr zahlreiche Ausnahmen davon, indem Flächen und Kanten der genannten Art nicht zu den gemeinsamen Elementen gehören (z. B. bei KJ etc., KNO_3 , Kalkspath in seinen Verwachsungen mit Aragonit, Biotit, Quarz u. a.), und zugleich sind unter den regelmässigen Verwachsungen Minerale ohne dergleichen ausgezeichnete Richtungen sehr häufig, zum mindesten nicht seltener als andere (vergl. das alphabetische Register). Man wird daher eher geneigt sein, anzunehmen, dass diese Flächen nur deshalb so häufig unter den gemeinsamen Elementen erscheinen, weil sie auch als Krystallflächen zu den häufigsten der betreffenden Minerale gehören.

Die Symmetrie des Verwachsungscomplexes. Die Bestimmung der Verwachsung durch die Parallelität einer Fläche und einer in ihr liegenden Kante ist im Allgemeinen noch mehrdeutig (z. B. bei zwei triklin holoëdrischen Krystallen vierdeutig, entsprechend: 1. der Parallelstellung, 2. der Zwillingsstellung nach der gemeinsamen Fläche, 3. der Zwillingsstellung nach der gemeinsamen Kante, 4. der Zwillingsstellung nach der normalen der gemeinsamen Kante in der gemeinsamen Fläche bei Verwachsungen gleichartiger Krystalle), und zwar in Bezug auf jede der beiden Componenten. Sie kann für beide eindeutig werden, wenn z. B. für beide Componenten die gemeinsame Ebene Symmetrieebene und die

gemeinsame Kante gradzählige Symmetrieaxe ist, wie bei der Verwachsung von Andalusit mit Sillimanit mit parallelen Axen. Da das aber im Allgemeinen nicht der Fall ist, wird man, wenn beide Componenten nur in einer einzigen Stellung vorkommen, zur weiteren Formulierung des Gesetzes jenen ersten Bedingungen noch weitere hinzufügen müssen. So verbinden sich z. B. Arsen und Arsenolith so, dass nicht allein $\{0001\}$ parallel einer Fläche $\{111\}$ und die Kanten zu $\{10\bar{1}1\}$ parallel den Oktaëderkanten liegen, sondern zugleich derart, dass die stumpfen genannten Kanten beider Minerale nach derselben Seite gewendet sind. Das Verwachsungsgesetz ist hier also (allerdings nur in Bezug auf die Arsenblüthe) eindeutig. In vielen Fällen ist aber eine derartige eindeutige Formulierung nicht möglich, z. B. dann, wenn die gemeinsamen Elemente an der einen Componente in mehreren verschiedenen Lagen vorkommen (wodurch in dem obigen Beispiel Mehrdeutigkeit in Bezug auf Arsen eintritt), oder wenn die gemeinsame Fläche eine Symmetrielinie enthält, welche der Parallelfäche der anderen Componente fehlt. Man könnte alsdann erwarten, dass das später gebildete Mineral an jeder Stelle des zuerst gebildeten in so vielen verschiedenen Orientierungen auftritt, dass der Symmetrie des ersteren genügt wird. Die Beobachtung zeigt, dass dies im Allgemeinen nicht der Fall ist.

Bei der Verwachsung von Quarz mit Kalkspath ist letzterer unzweifelhaft der ältere. Nach dem Verwachsungsgesetz kann der Quarz, obwohl es ihn als holoëdrisch betrachtet, doch noch 6 verschiedene Stellungen zum Kalkspath einnehmen. Diese finden sich nun auch alle verwirklicht, aber nicht an jeder beliebigen Stelle des Kalkspathes, sondern auf jeder Fläche $\{01\bar{1}2\}$ desselben höchstens zwei, so dass wohl der Symmetrie der überwachsenen Fläche, nicht aber der des Krystalls genügt ist. Ganz Analoges gilt für die Überwachsung von Bleiglanz durch Chlorblei, von Witherit durch Baryt, von Bolëit durch Cumengëit; ebenso müssten bei der Verwachsung a) von Kalkspathzwillingen nach $\{02\bar{2}1\}$ mit Aragonit die ersteren noch in einer anderen Orientierung auf $\{001\}$ des Aragonits vorkommen (nämlich so, dass die Zwillinge die stumpfe Polkante des Skalenoëders nach aussen

wenden). Bei Fahlerz-Kupferkies erscheinen nach der Angabe von SADEBECK die Kupferkiese auf $\{001\}$ des Fahlerzes nicht in allen drei nach dem Verwachsungsgesetz möglichen Stellungen, sondern die auf jeder Würfelfläche aufgewachsenen Kupferkiese legen ihre Flächen $\{001\}$ dieser Aufwachsungsfläche parallel. Analog ist es anscheinend bei Kobaltglanz-Kupferkies und für Bleiglanz-Bourbonit bei den unter a) beschriebenen.

Von besonderem Interesse sind nun jene Fälle, wo das überwachsene Mineral, um der Symmetrie der überwachsenen Fläche zu genügen, gewissermaassen zur Zwillingbildung gezwungen wird. In den von SADEBECK und von TRECHMANN abgebildeten Fällen waren nicht einfache Markasite auf dem Pyrit aufgewachsen, sondern Zwillinge nach $\{110\}$, welche in der That erst der Symmetrie der Fläche genügen. Ebenso sind die auf Pyrit aufgewachsenen Bleiglanzoktaëderchen vielfach verzwillingt, und zwar stets nur nach der mit dem Pyrit gemeinsamen Fläche $\{111\}$. Der Eisenglanz erscheint auf und in den Oktaëdern des Magnetit (Magnoferrit) in Zwillingen nach $\{0001\}$, weil die einzelnen Krystalle desselben der Symmetrie der Oktaëderflächen bei dem angegebenen Verwachsungsgesetze nicht genügen würden; ebenso ist es mit den oben schon erwähnten Kalkspathzwillingen nach $\{0221\}$ auf Aragonit; endlich sei noch erinnert an die Überwachsung von Bronzit durch Augit, welcher dann nach $\{100\}$ öfter und stärker verzwillingt ist.

Die Zwillingbildung des überwachsenen Minerals nach der gemeinsamen Fläche und Kante fehlt dagegen, wo sie durch die Symmetrie der überwachsenen Fläche nicht gefordert wird, z. B. bei Arsenolith auf Arsen, bei Kalkspath auf Barytocalcit, obwohl beim Kalkspath sonst Zwillingbildung nach den im letzten Beispiele gemeinsamen (oder nahezu gemeinsamen) Flächen $\{01\bar{1}2\}$ und $\{10\bar{1}1\}$ erheblich häufiger ist als die oben erwähnte nach $\{0221\}$. Charakteristisch ist hier auch das Verhalten des Albits auf dem Orthoklas. Er erscheint auf $\{001\}$ der Symmetrie dieser Fläche entsprechend in Zwillingen nach $\{010\}$, auf den Prismenflächen dagegen meist in einfachen Krystallen¹. Ähnlich verhält sich der

¹ Darans, dass die Zwillingbildung des Plagioklas fast stets nach $\{010\}$ erfolgt, wird zugleich wahrscheinlich, dass $\{010\}$ die beiden Feldspäthen

Arsenkies in den Pseudomorphosen nach Magnetkies; seine Krystalle haben auf jeder Fläche $\{10\bar{1}0\}$, von wenigen Ausnahmen abgesehen, der Symmetrie dieser Fläche entsprechend nur eine Orientirung, obwohl sie durch Drillingsbildung nach $\{101\}$, welche bei dem Mineral ja häufig ist und zu pseudo-hexagonalen Gruppierungen führt, sehr leicht der hexagonalen Symmetrie des Magnetkieskrystalls sich nähern könnten. Ähnlich ist es vermuthlich in anderen Fällen, wo genauere Beobachtungen bisher nicht möglich waren, zumal wenn das überwachsene Mineral pseudosymmetrisch ist, wie bei den vielfachen Verwachsungen des Kupferkieses.

In manchen Fällen scheint die Überwachsung nicht nur der Symmetrie, sondern auch der Pseudosymmetrie der überwachsenen Fläche — nicht des ganzen Krystalls — Rechnung zu tragen, wenn diese nämlich von wahrer Symmetrie nur sehr wenig abweicht. Belege dazu liefern namentlich die Verwachsungen der Glimmer. Wenn die auf seinen Flächen $\{001\}$ aufgewachsenen Kryställchen von KJ, KBr, KCl, NaNO_3 und Kalkspath der wahren Symmetrie dieser Flächen folgten, brauchten sie in nur einer Stellung sich anzusiedeln; sie erscheinen aber in mindestens zwei, wie sie erst hexagonale oder rhombische Holoëdrie fordern würde und welche hemitrop nach der mit dem Glimmer gemeinsamen Fläche $\{111\}$ (und nur nach dieser) sind, obwohl Zwillinge nach diesem Gesetze bei ihnen sonst mindestens nicht häufig sind. Ähnlich ist es bei Rutil und Astrophyllit auf Glimmer. Diese Thatsachen erinnern lebhaft an die Wachstumsverhältnisse der pseudosymmetrischen Krystalle selbst, bei welchen die Annäherung an höhere Symmetrie meist in den Winkeln, wie auch im Habitus zum Ausdruck gelangt.

Bei jenen Verwachsungen, welche als sogen. homoaxe Pseudomorphosen erscheinen, ist im Allgemeinen nicht mehr ersichtlich, auf welcher Fläche des ursprünglichen Minerals das andere sich zuerst ansiedelte. Ging die Verdrängung und Überwachsung von allen Flächen aus gleichmässig vor sich, so musste ein Aggregat zu Stande kommen, in welchem alle nach dem Verwachsungsgesetz möglichen Stellungen promiscue

gemeinsame Fläche ist, und nicht etwa $\{001\}$ und die Axe \bar{b} , oder eine Fläche $\{021\}$ etc.

vorhanden waren. Das scheint z. B. der Fall zu sein bei den allermeisten Pseudomorphosen von Bleiglanz nach Pyromorphit, wo der Bleiglanz an allen Stellen in allen drei möglichen Stellungen in kleinsten Individuen vorhanden ist. Gingen die Veränderungen dagegen wesentlich nur von einer Art von Flächen aus, so konnte dies sich darin zeigen, dass die Neubildungen innerhalb von Sektoren, die jene Flächen als Basis haben, immer nur gewisse oder nur eine Stellung einnehmen. Das war offenbar der Fall in den Pseudomorphosen von Pyrit, Bleiglanz und Arsenkies (Markasit) nach Magnetkies. Hier ist die Verdrängung oder Umwandlung offenbar von den Flächen $\{10\bar{1}0\}$ aus fortgeschritten, denn auf jeder derselben erscheint der Bleiglanz wie Pyrit und Markasit in nur einer Stellung. Es erscheint bemerkenswerth, dass hier also die Flächen, von denen die Verdrängung und Überwachsung ausging, jene sind, welche in ihren Symmetrieverhältnissen mit der gemeinsamen Würfelfläche (bzw. der basischen Endfläche des Markasits) am besten übereinstimmen.

Die Anzahl der Stellungen, in welchen ein Mineral auf einem anderen orientirt aufgewachsen vorkommt, gestattet also zuweilen einen Schluss auf das Altersverhältniss beider Componenten. Wenn der Eisenglanz vom Vesuv etc. auf

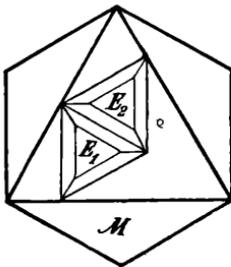


Fig. 82 a.

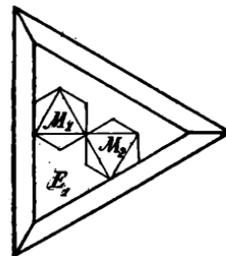


Fig. 82 b.

jeder Oktaëderfläche des Magnoferrit (M) in zwei nach $\{0001\}$ hemitropen Stellungen, nämlich E_1 und E_2 (Fig. 82 a) vorkommt, so gehorcht er damit der Symmetrie der Fläche $\{111\}$. Wenn jetzt auf der basischen Endfläche des Eisenglanzes wieder Magnoferrit nach demselben Gesetz aufgewachsen wäre, müsste letzterer ebenfalls in zwei nach $\{111\}$ hemitropen Stellungen erscheinen (z. B. auf E_1 in den Stellungen M_1

und M_2 , Fig. 82 b), da dies die Symmetrie der Basis des Eisenglanzes fordert. Die Magnoferritkrystalle sind aber nicht nach $\{111\}$ verzwillingt, sie werden daher nicht gleichzeitiger Entstehung mit dem Eisenglanz sein, sondern älter. Wäre ebenso der im Diallag (und Hypersthen) längs $\{100\}$ (bezw. 010) orientirt eingelagerte Ilmenit gleichzeitig mit dem Pyroxen gebildet, wie z. B. von ROSENBUSCH angenommen wird, so müsste man analog wie vorher erwarten, dass die Pyroxene hier auf demselben Ilmenitblättchen ihrerseits in 3 Stellungen aufgewachsen vorkämen (welche annähernd einer Drillingsstellung nach $\{\bar{1}22\}$ entsprechen würden). Da das nicht der Fall ist (wie auch aus anderen Gründen), halte ich es für wahrscheinlicher, dass die Titaneisenblättchen sekundäre Bildungen sind. Diese Einseitigkeit des Verwachsungsverhältnisses würde auch bei Triphylin-Graftonit nicht für gleichzeitige Bildung beider Minerale, sondern sekundäre Bildung des Triphylin sprechen. Auch bei Cyanit und Staurolith wird man ersteren, wo er in nur einer Stellung mit Staurolith verwachsen vorkommt, als den älteren betrachten dürfen. Bei den Einlagerungen der Glimmer ist ein analoger Schluss auf ihre sekundäre Natur nur dann gestattet, wenn festgestellt ist, dass die Glimmer einfache Krystalle sind, nicht Theile in Zwillinglage (oder genauer genommen zwillingähnlicher Lage) enthalten. Bei rhombischem und monoklinem Pyroxen wurde auf diese Folgerung schon in der Zusammenstellung aufmerksam gemacht. Ganz Ähnliches trifft zu für die Verwachsung von Klinohumit mit Humit. Ersterer erscheint in zwei Stellungen (hemitrop nach $\{001\}$ beider Krystalle), was also daran liegen kann, dass beide Componenten gleichalterig sind (indessen können die Lamellen auch z. B. durch Druck entstanden sein).

Das Oberflächenminimum. Aus dem Vorstehenden geht schon hervor, dass bei den regelmässigen Verwachsungen Oberflächenkräfte im Spiel sein müssen und damit stimmt zunächst eine Reihe allgemeiner Erfahrungen. So ist bekannt, dass manche Minerale an demselben Fundort Überzüge anderer (in gewöhnlich regelloser Stellung) nur auf Flächen bestimmter Art zeigen. Ferner wird angegeben, dass es, um künstliche Überwachsungen zu erhalten, nöthig sei, frische Flächen

zu benutzen. Die Angabe BEUTELL's, wonach die auf (110) und (110) des Mikroklin's aufgewachsenen Albite in Zwillingstellung nach {010} zu denen auf (110) und (110) sich befinden, weist ebenfalls darauf hin.

Solche Oberflächenkräfte scheinen ganz allgemein jene Eigenschaften der Krystalle zu beherrschen, welche im Gegensatz zu den sogen. geometrischen Constanten und der Symmetrie auch innerhalb bestimmter Grenzen von Druck und Temperatur in hohem Grade veränderlich sind, nämlich der durch die Art der auftretenden Formen und ihre Ausdehnung bedingte Habitus, ferner auch die Art der Verwachsung der Krystalle, sowohl der Zwillinge, wie solcher verschiedener Art. Bei allen diesen Wachstumserscheinungen scheint ein Princip von grosser Bedeutung zu sein, das man als das der kleinsten Oberfläche bezeichnen kann. Es besagt, dass das Gleichgewicht zwischen einem Krystall und seiner wässerigen oder sonstwie beschaffenen, für bestimmte Temperatur und Druck gesättigten Lösung im Allgemeinen erst dann erreicht ist, wenn die Grösse der Berührungsfläche zwischen beiden ein Minimum ist¹.

Den umfassendsten Beleg hierfür liefern die körnigen Krystallaggregate, welche die Erdrinde aufbauen. Überall, wo sie von ihren wässerigen Lösungen dauernd durchtränkt werden oder wurden, also längs Spalten, längs der Grenze wasserundurchlässiger Gebiete, in Contacthöfen, in hohen geothermischen Tiefenstufen geht oder ging eine Umkrystallisation der feinkörnigen Aggregate in gröber körnige vor sich. Das zeigen die Marmore des Archaicums und der stark gestörten älteren wie jüngeren Sedimentformationen gegenüber den gewöhnlichen Kalksteinen, die hochkrystallinen Phyllite im Vergleich mit dem Thonschlamm, aus dem sie entstanden, bei denen allen man, meines Erachtens mit Unrecht, meist den Druck als wesentlichste Ursache der grobkrystallinen

¹ Es wird hier davon abgesehen, dass die Oberflächen verschiedenartiger Krystallflächen dabei mit verschiedenem Maasse zu messen sind, etwa nach Maassgabe der CURIE'schen Theorie der kleinsten Summe der Oberflächenspannungen.

Entwicklung anzusehen pflegt¹, das zeigt das Wachstum des Gletscherkorns vom Firn bis zur Gletscherstirn, wobei der Druck dafür Sorge trägt, dass die flüssige Phase stets und überall mit der festen in Berührung sei. Dasselbe Princip macht sich geltend in der Grobkörnigkeit der stockförmigen Gesteine, welche mit ihrem Schmelzfluss längere Zeit in Contact waren gegenüber der Feinkörnigkeit ihrer rasch erstarrten Grenzfacies, speciell in der Unbeständigkeit der zuerst entstehenden, durch grosse Oberflächen ausgezeichneten Wachstumsformen (Krystallskelette, Trichite, Mikrolithe), welche fast nur in glasreichen, rasch erstarrten Gesteinen erhalten geblieben sind, auch beim Eindampfen kleiner Lösungsmengen u. d. M. vielfach zu beobachten sind, dagegen nicht auftreten oder wieder verschwinden, wenn grössere Mengen zur Krystallisation gebracht werden. Die hier wirksamen Oberflächenkräfte scheinen allerdings gering gegenüber den sonstigen Einflüssen (namentlich Druck und Temperatur), wie daraus hervorgeht, dass die Löslichkeit von der Korngrösse des Bodenkörpers nur in geringem Maasse abhängig zu sein scheint². Immerhin werden sie bei submikroskopischer Grösse der aufzulösenden Partikel oder bei sonstiger enormer Vergrösserung der Oberfläche von erheblicher Bedeutung werden können.

Besonders lehrreich im Verhältniss zu den regelmässigen Verwachsungen sind dann namentlich die Wachstumsverhältnisse der Zwillingskrystalle. Zunächst wird ihre freie Oberfläche durch Berührung längs einer möglichst ausgedehnten Fläche vermindert, sie werden häufig tafelig nach der Zwillings- oder sonstigen Zusammensetzungsfläche; dann suchen sie gewissermaassen ihren Charakter als im Allgemeinen sternförmige Polyëder durch möglichste Vermeidung einspringender Winkel zu mildern, vielfach auf Kosten sogar der symmetrischen Entwicklung des Einzelkrystalls, oder indem Flächen, welche an den einfachen Krystallen selten oder nur klein

¹ Womit nicht gesagt sein soll, dass der Druck, abgesehen von seinen unmittelbaren mechanischen Wirkungen, einflusslos ist; er mag vielleicht in manchen Fällen die Löslichkeit stark beeinflussen, obwohl SPEZIA'S Versuche am Quarz dies nicht ergeben haben.

² HULETT, Zeitschr. f. phys. Chemie. 37. 386. 1901.

auftreten, also der Lösung gegenüber weniger widerstandsfähig erscheinen, an ihnen häufiger oder grösser entwickelt werden, oder indem sogar Abweichungen vom Gesetz der rationalen Indices zugelassen werden, so dass Vicinalflächen an die Stelle der Hauptflächen treten (man erinnere sich der Flächen $\{hk0\}$ auf den Würfelzwillingen von Flussspath und Bleiglanz, der flachen Skalenoëder an Durchkreuzungszwillingen von Chabasit, der Vicinalflächen zu $\{110\}$ an Bavenoer, zu $\{10\bar{1}\}$ an Karlsbader Zwillingen, der Vicinalflächen an Zwillingen von Aragonit und anderen mimetischen Krystallen u. ä.).

Auch die Gesetze, nach welchen Krystalle gleicher Art sich gruppieren, sind mit dem Princip der kleinsten Oberfläche im Einklang. Sie erfolgen stets (oder fast stets) derart, dass entweder zwei gleichartige Flächen beiden Individuen gemeinsam sind, und auch sämtliche Richtungen in denselben, oder so, dass eine gleichnamige Kante und sämtliche Flächen ihrer Zone parallel liegen (eine Bestimmung, die bei nichttriklinen Krystallen vielfach mit der ersten identisch wird). Andere Gruppierungen sind kaum bekannt, namentlich nicht solche, bei welchen ungleichartige Elemente parallel liegen. Letzteres würde aber, da die Kanten der gemeinsamen Flächen dann nicht zur Deckung zu bringen wären, eine Vergrößerung der freien Oberfläche bedeuten. Unter den Zwillingsflächen sind wieder allgemein solche mit Symmetrielinien bevorzugt, was die Deckung weiterer Flächen, also weitere Verkleinerung der freien Oberfläche zur Folge hat.

Besondere Eigenthümlichkeiten zeigen hier die nach einer Richtung hemimorphen Krystalle hinsichtlich des Verhaltens von Fläche und Gegenfläche. Traubenzuckerkrystalle sind nach BECKE¹ stets mit dem leichter löslichen Ende aufgewachsen; in Analogie damit wird man bei Kieselzinkerz von Altenberg daher die von Pyramidenflächen begrenzte Seite der Verticalaxe für die gegenüber der Nährlösung weniger beständige halten dürfen. Dem entspricht es, dass ihre nach $\{001\}$ symmetrischen Zwillinge sich stets mit jenen Enden der Verticalaxe berühren. Ebenso ist das Verhältniss zwischen einfachen und Zwillingskrystallen von Pyrargyrit von Andreasberg nach

¹ BECKE, TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 10. 492. 1889.

SCHUSTER¹, ebenso anscheinend bei NaLiSO_4 nach TRAUBE (dies. Jahrb. 1892. II. p. 62).

Wenn aus einer Lösung mehrere verschiedenartige Krystalle sich bilden, wird das Minimum der Oberfläche bei grosser Formenähnlichkeit der Componenten dann erreicht werden, wenn die in ihren Winkeln einander entsprechenden Flächen sich parallel legen, d. h. bei paralleler oder z. Th. hypoparalleler Umwachsung. Bei geometrisch erheblich verschiedenen Krystallen kann gegenüber der regellosen Lagerung eine Verringerung der freien Oberfläche dadurch erreicht werden, dass sie sich mit solchen Flächen aneinander legen, welche in ihren ebenen Winkeln ganz oder z. Th. übereinstimmen, so dass, wie bei den Zwillingen, die hinsichtlich des Wachsthumms ausgezeichneten Kanten aufeinander passen, vorspringende Kanten und Ecken dagegen möglichst vermieden werden; ferner dadurch, dass die Berührungsfäche möglichst gross wird, die eine Substanz also möglichst als Überzug der anderen erscheint. Dabei muss natürlich die Berührung eine so innige sein, dass die Trennungsfäche der Einwirkung des Lösungsmittels entzogen ist, da sie sonst als freie Oberfläche gelten müsste.

Dafür, dass die Verwachsungen im Allgemeinen so erfolgen, dass die freie Oberfläche möglichst verringert wird, giebt es zahlreiche Hinweise. GERMAR fiel es auf, dass die Staurolithe, an denen sonst $\{010\}$ kleiner als $\{110\}$ oder gar nicht ausgebildet zu sein pflegt, tafelig nach $\{010\}$ werden, wenn sie mit dieser Fläche mit dem Cyanit verwachsen. BECKE beobachtete, dass bei der Verwachsung von Fahlerz und Zinkblende die Krystalle des ersteren stets so ausgebildet sind, dass sie möglichst wenig über die Oberfläche der Zinkblende hervorragen; Ähnliches vermerkt ZIMÁNYI hinsichtlich Bleiglanz-Fahlerz. Die Albite auf Orthoklas pflegen tafelig nach $\{010\}$ zu sein soweit sie auf $\{010\}$ sitzen, tafelig nach $\{110\}$ bzw. $\{1\bar{1}0\}$ soweit sie auf den Prismenflächen aufgewachsen sind. Auch bei den Überzügen von Fahlerz auf Zinkblende kann man bemerken, dass die auf $\{001\}$ aufgewachsenen gegen ihre sonstige Gewohnheit $\{001\}$ gross entwickeln.

¹ SCHUSTER, Zeitschr. f. Kryst. 12. 121. 1887.

Die Bleiglanze auf Eisenkies sind papierdünn, ebenso die Arsenblüthe auf der Basis des Arsens; die sonst im Allgemeinen nicht nach einer Oktaëderfläche tafelligen Krystalle von KJ etc., ebenso die basischen Tafeln von NaNO_3 und Kalkspath auf und im Glimmer zeigen dieselbe Tendenz an, ebenso die nach einer Rhomboëderfläche tafelligen Quarze auf Kalkspath. Die Rutilie liegen der Basis des Eisenglanzes, wie man an durchgebrochenen Tafeln desselben sehen kann, mit einer breiten Fläche $\{100\}$ auf und entwickeln ausserdem als freie Flächen vorwiegend zwei der gemeinsamen Fläche naheliegende von $\{130\}$.

Als eigentlich typische Beispiele für diesen verzerrenden Einfluss der überwachsenen Fläche auf die überwachsenden Krystalle müssen aber die Einlagerungen auf Spalt- und anderen Absonderungsflächen gelten, welche eigentlich als orientirte Überzüge auf inneren Oberflächen anzusehen sind. Bei der Deformation, namentlich der Biegung, der Gesteinsgemengtheile entstehen fast stets Aufblätterungen längs Spalt- und besonders feine längs Translationsebenen, sie mögen oft von nahezu molecularen Dimensionen sein und auf ihnen dann Oberflächenkräfte eine grosse Bedeutung gewinnen. Es erscheint daher verständlich, wenn die regelmässig eingelagerten Krystalle von Rutil, Turmalin, Eisenglanz, Magnetit im Glimmer, die Neubildungen von geringerem Wassergehalt und von Aragonit im Gyps, die von Titaneisen und Bastit im Diallag und Hypersthen alle tafelig nach der gemeinsamen Fläche werden.

Bemerkenswerth erscheint auch, dass der Überzug vielfach vorwiegend oder allein auf jenen Flächen sich bildet, welche beiden Componenten gemeinsam sind. So findet sich der Bleiglanz nur auf den Würfelflächen des Pyrits, fehlt auf den anderen; die sonst sehr wechselnden Angaben über die Verbreitung des Plagioklases auf dem Orthoklas stimmen doch darin überein, dass er auf der gemeinsamen Fläche $\{010\}$ stets vorhanden ist, nächst dieser scheinen bevorzugt die Flächen der gemeinsamen Zone $[001]$. Bei Arsen-Arsenolith ist die Basis besonders reichlich von Arsenolith bedeckt, beim Eisenglanz trägt sie allein die Rutilie.

Mit dem Princip der kleinsten Oberfläche ist auch in Einklang die vorher ausführlich dargelegte Symmetrie des

ganzen Verwachsungscomplexes. Würde das überwachsene Mineral auf allen Flächen in allen nach der Symmetrie der anderen Componente möglichen Orientirungen erscheinen, z. B. der Bleiglanz auf der Würfelfläche des Pyrits in sechs statt nur in zweien, so könnten die Bleiglanze sich nicht zu einem zusammenhängenden einheitlichen oder verzwilligten Überzuge aneinander schliessen, ebensowenig der Quarz auf Kalkspath, der Markasit auf Magnetkies etc., es entstünden vielmehr zahlreiche Einzelkrystalle oder Zwillinge, bei denen die Summe der freien Oberfläche sehr viel grösser wäre. Es ist aber auch ersichtlich, dass aus demselben Grunde die gemeinsamen Elemente von möglichst hoher und möglichst gleichartiger Symmetrie sein müssen, denn je grösser der Unterschied der Symmetrie ist, desto grösser ist die Anzahl der Stellungen, in denen die niedriger symmetrische Componente auf der höher symmetrischen erscheinen muss, um so geringer also die Wahrscheinlichkeit, dass es zur Bildung eines einheitlichen Krystalls kommt. Kann die zweite Componente der höheren Symmetrie der Überwachungsfläche durch Zwillingbildung, zumal mimetische, genügen, so ist das für das Oberflächenminimum ein besonders günstiger Fall, da die Zusammensetzungsfläche der Zwillinge nicht als freie Oberfläche zählt. Dieser Fall ist aber, wie oben gezeigt wurde, sehr oft verwirklicht¹.

Es ist wohl nur ein scheinbarer Widerspruch gegen das Princip der kleinsten Oberfläche, wenn bei den meisten Verwachsungen statt eines einzigen zusammenhängenden Individuums zahlreiche kleine den Überzug oder die Einlagerung bilden. Es ist zu bedenken, dass alle Punkte der Oberfläche zunächst gleichberechtigt zur Überwachung sind, dass also zunächst unzählig viele mikroskopische Kryställchen entstehen können (etwa mit Bevorzugung verletzter Stellen, deren unregelmässige Oberfläche Lösungen gegenüber am wenigsten stabil ist, ähnlich wie bei der Entstehung der Ätzfiguren). Von diesen werden unter sonst gleichen, und zwar andauernd gleichen, Verhältnissen nur jene bestehen

¹ Hier mag daran erinnert werden, dass die Quarze auf Kalkspath nahe in Zwillingstellung sind nach {11 $\bar{2}$ 1}, wie DANA hervorhob.

bleiben, welche durch ihre Lagerung am besten gegen Aufzehrung geschützt sind, d. h. einen möglichst grossen Theil ihrer Oberfläche durch Berührung mit der anderen Componente oder durch Zwillingbildung gedeckt haben. Erst nachdem diese „Auslese“ vor sich gegangen, können die übrigen zu einem oder wenigen einheitlichen Krystallen oder Zwillingstöcken sich vereinigen. Diese „andauernd gleichen“ Verhältnisse für alle Theile einer Krystallfläche werden im Allgemeinen erst dann eintreten, wenn die chemischen Vorgänge, durch welche die eine Componente (meist aus der anderen) erst entsteht, äusserst langsam verlaufen, so dass z. B. die Concentration der Lösung dauernd fast unverändert bleibt, wie man es z. B. da wohl annehmen darf, wo in Begleitung gebirgsbildender Vorgänge feinste Sprünge in den Gesteinsgemengtheilen entstehen, durch welche neue Oberflächen den Lösungen zugänglich werden. Geht die chemische Umsetzung einigermaassen energisch vor sich, so wird es bald zur völligen Umwandlung des ursprünglichen Minerals, also zur Bildung von Pseudomorphosen kommen, in diesen aber werden bald Umkrystallisationen eintreten müssen, welche dahin führen, aus den zahlreichen kleineren Krystallen womöglich einen einzigen grossen hervorgehen zu lassen, der natürlich Beziehungen zum ursprünglichen Mineral in der Stellung nicht mehr verrathen kann.

Es muss aber schliesslich darauf hingewiesen werden, dass es andere Erscheinungen giebt, welche mit dem Princip der kleinsten Oberfläche einstweilen nicht in Einklang zu bringen sind. Dahin gehört vor Allem, dass die Überwachsung zwar vorzugsweise, aber doch nicht ausschliesslich, auf jenen Flächen erfolgt, welche beiden Componenten gemeinsam ist, was dann eine erhebliche Vergrösserung der freien Oberfläche nach sich zieht, wenn nicht beide in allen ihren Winkeln, wie z. B. Feldspäthe, Pyroxene, Amphibole, einander sehr nahe stehen und die Ausbildungsform der Überwachsung sich der überwachsenen Fläche anschliesst. So fand z. B. WEBSKY Quarz auch auf $\{0.16.1\bar{6}.1\}$ des Kalkpaths in derselben Stellung wie auf $\{01\bar{1}2\}$ aufgewachsen (während CÉSARO auf $\{10\bar{1}0\}$ allerdings unregelmässige Gruppierungen beobachtete); nach SÉNARMONT werden auch $\{02\bar{2}1\}$,

{1010} und {2131} des Kalkspaths von Natronsalpeter überwachsen, ohne dass dieser die genannten Formen dabei annimmt; ebenso überzieht der Baryt alle Flächen des Barytcalcits wie auch des Witherits u. ä. Hier wären weitere Beobachtungen nöthig, ob die überwachsene Fläche auch wirklich die Grenzfläche beider Minerale ist, ob die Überwachsung von ihnen ausging und nicht etwa von anderen, in Combinationsstreifungen gelegenen Flächenelementen, oder ob von kleinen Ätzflächen etc.

Ferner aber würde die strenge Durchführung des Principes der kleinsten Oberflächensumme verlangen, dass reguläre Krystalle stets mit parallelen Axen verwachsen, während doch Eisenkies mit Bleiglanz eine ganz eclatante Ausnahme davon macht. Es ist nun denkbar, dass solche „Ausnahmen“ darin begründet sind, dass das Verhältniss der Oberflächenspannungen bei Pyrit und Bleiglanz für entsprechende Flächen ein sehr ungleiches ist (z. B. für die Würfelflächen beider ganz verschieden, für die Würfelfläche des Pyrits dagegen ähnlich wie für die Oktaëderfläche des Bleiglanzes), indessen wird man eher geneigt sein anzunehmen, dass ausser dem Oberflächenminimum noch andere Umstände für die Art der Verwachsung maassgebend sein müssen, darauf weisen auch schon die Verwachsungen von Krystallen derselben Art hin, namentlich der Zwillinge nicht mimetischer, z. B. regulärer Krystalle mit geneigten Axensystemen, bei welchen im Verhältniss zu einer gleich schweren einheitlich krystallisirten Masse stets Oberflächenvergrösserung statt hat.

II. Die chemischen Verhältnisse der regelmässigen Verwachsungen.

Es ist vorhin mehrfach die Analogie der regelmässigen Verwachsungen fremder mit denen isomorpher Krystalle in geometrischer Hinsicht gestreift, es scheint also die Frage berechtigt, in welchem Verhältniss die chemische Zusammensetzung der Componenten steht¹.

¹ Man vergleiche beim folgenden auch die alphabetische Übersicht der regelmässigen Verwachsungen (in welche auch die nicht sicher bekannten aufgenommen sind).

Manche sind offenbar chemisch sehr ähnlich und diese Ähnlichkeit scheint zugleich der Grund für Ähnlichkeiten in der Krystallform, mindestens indirect also auch ein Hauptfactor für die regelmässige Verwachsung. Es lassen sich dahin etwa folgende rechnen:

Miersit-Jodyrit.	Triphylin-Graftonit.
Bolëit-Cumengëit.	Olivin-Humit.
Kalkspath-Dolomit.	Pyroxene-Amphibole.
Kalkspath-Barytocalcit.	Glimmer-Chlorite.
Stephanit-Polybasit.	Orthoklas-Plagioklase,
vielleicht auch Staurolith-Cyanit.	

Auch bei manchen der übrigen Componenten lassen sich zwar fast zwanglos noch Ähnlichkeiten in chemischer Hinsicht construiren, z. B. zwischen Titaneisen als $(\text{Fe}, \text{Mg})\text{TiO}_3$ und Hypersthen $(\text{Mg}, \text{Fe})\text{SiO}_3$, Kalkspath und Natronsalpeter u. a., indessen scheint es doch zweifelhaft, ob die Winkelähnlichkeiten, welche bei diesen Substanzen auftreten und bei ihrer Verwachsung anscheinend eine Rolle spielen, wirklich auf Rechnung chemischer Ähnlichkeit zu setzen sind.

Dagegen lässt sich nicht verkennen, dass in den allermeisten regelmässigen Verwachsungen beide Componenten ein gleiches Atom oder eine gleiche Atomgruppe enthalten.

So erscheint bei allen folgenden Verwachsungen in beiden Componenten Schwefel, in manchen ausserdem ein gleiches Metall:

Pyrit = Bleiglanz.	Kupferkies = Polybasit.
Fahlerz = Bleiglanz.	Pyrit = Markasit (Arsenkies).
Fahlerz = Pyrit.	Bleiglanz = Kupferkies.
Fahlerz = Zinkblende.	Kobaltglanz = Kupferkies.
Magnetkies = Bleiglanz.	Zinkblende = Kupferkies.
Magnetkies = Pyrit.	Fahlerz = Kupferkies.
Magnetkies = Arsenkies (Markasit).	Bleiglanz = Bournonit.
Stephanit = Polybasit.	Bleiglanz = Arsenkies.
Proustit = Markasit.	

Die folgende kleine Gruppe enthält als Componenten nur Oxyde oder oxydähnliche Salze und die zugehörigen Metalle:

Kupfer = Cuprit.
Arsen = Arsenolith.
Magnoferrit (Spinelle) = Eisenglanz (Titaneisen).
Magnetit = Rutil.
Eisenglanz = Rutil.

Die folgende Gruppe enthält als Componenten nur ausgesprochen salzartige Verbindungen, und zwar sind entweder beide Componenten Haloidsalze oder beide Sauerstoffsalze, im letzteren Falle vielfach von Säuren desselben Metalloids, und auffallend viele Combinationen von Sulfaten mit Carbonaten:

Miersit = Jodyrit.	Lorenzenit = Ägirin.
Boléit = Cumengéit.	Humit = Klinohumit.
Triphylin = Graftonit.	Astrophyllit = Glimmer.
Xenotim = Zirkon.	Turmalin = Glimmer.
Olivin = Serpentin.	Augit = Titaneisen.
Bronzit = Serpentin.	Orthoklas = Plagioklas.
Olivin = Humit.	Kalkspath = Barytocalcit.
Bronzit = Augit.	Baryt = Barytocalcit.
Anthophyllit = Hornblende.	Aragonit = Gyps.
Pyroxen = Amphibol.	Witherit = Baryt.
Glimmer = Chlorit.	Kalkspath = Dolomit.
Augit = Biotit.	Dolomit = Natronsalpeter.
Hornblende = Biotit.	Kalkspath = Natronsalpeter.
Staurolith = Cyanit.	Aragonit = Natronsalpeter.

In der folgenden Gruppe endlich enthalten beide Componenten wenigstens noch ein gleichartiges für die Zusammensetzung charakteristisches Element:

Pyromorphit = Bleiglanz.
Chlorblei = Bleiglanz.
Dolomit = Chlorit.

Wenn es nun auch selbstverständlich erscheint, dass die Componenten vielfach dasselbe Element enthalten, da die eine vielfach aus der anderen oder beide nebeneinander oder nacheinander an derselben Stelle, also vermuthlich aus ähnlichen Lösungen entstanden sind, so ist doch sehr auffallend, dass trotz der wohl nahezu überall auf Gängen geschwefelter Erze vorhandenen Lösungen von Carbonaten, Sulfaten, Silicaten und der Kieselsäure selbst diese niemals mit den geschwefelten Erzen regelmässig verwachsen sind.

Pyrit ist gemein auf Lagerstätten geschwefelter Erze wie auf solchen oxydischer, sehr häufig auch in kalkigen, kieseligen und thonigen Sedimenten und in Eruptivgesteinen und in krystallinischen Schiefern, dennoch aber bisher niemals mit Oxyden, Carbonaten, Sulfaten und Silicaten, wohl aber sehr häufig mit geschwefelten Verbindungen verwachsen ge-

funden. Baryt ist eine der gewöhnlichsten Gangmassen geschwefelter Erzlagerstätten, aber seine regelmässigen Verwachsungen beschränken sich auf Sauerstoffsalze, ebenso ist es beim Barytocalcit, ebenso beim Kalkspath, der mit 7 Sauerstoffverbindungen, aber nicht einer einzigen geschwefelten, Verwachsungen eingeht etc. Diese Exklusivität der Schwefelverbindungen ist um so auffallender, als sie untereinander gar nicht wählerisch sind, denn von den nicht sehr zahlreichen allgemeiner verbreiteten Schwefelverbindungen sind nicht weniger als 17 Verwachsungen mit chemisch verschiedenen Componenten bekannt. Die einzige Ausnahme macht hier der Bleiglanz in seinen Verwachsungen mit Chlorblei und Pyromorphit.

Die Haloidsalze scheinen ebenfalls eine Vorliebe für Verbindungen unter sich zu haben, indessen sind unter den natürlichen nur zwei Fälle bekannt. Die Sauerstoffverbindungen bleiben ebenfalls unter sich, gehen aber innerhalb dieses Rahmens recht mannigfaltige Combinationen ein.

Aus dem Vorstehenden darf man wohl schliessen, dass regelmässige Verwachsung dadurch begünstigt wird, dass die Componenten gleiche Atome oder Atomgruppen enthalten. Das ist bei Componenten, welche dieselbe Säure oder dasselbe Metallatom enthalten, vielleicht dadurch zu erklären, dass die ältere von einer dünnen Haut ihrer mehr oder minder concentrirten Lösung umgeben ist, innerhalb welcher das zweite Salz sich niederschlägt, weil durch seinen Eintritt die Concentration des einen Ion noch erhöht wird. Macht man nun die weitere Annahme, dass die Dicke der Lösungshaut an der Oberfläche des älteren Krystalls noch innerhalb der molecularen Wirkungssphäre desselben liegt, so wird es verständlich, dass ein unmittelbarer Contact zwischen beiden Componenten zu Stande kommt, die Berührungsfläche also der Einwirkung der Lösung entzogen ist und nicht als freie Oberfläche zählt¹.

Bei jenen Componenten, welche kein gleichartiges Ion abspalten oder überhaupt nicht in Ionen zerfallen, darf man

¹ Die Concentration dieser Lösungshaut mag über ungleichwerthigen Flächen eine verschiedene sein und damit der Betrag der Ausfällung der zweiten Componente.

vielleicht annehmen, dass die Löslichkeit der zweiten in der Lösungshaut, welche die erste umgiebt, wegen der Gleichartigkeit der in beiden vorhandenen Atome oder Atomgruppen verringert wird und dadurch zur Abscheidung gelangt. Man könnte nun meinen, dass bei der innigen Berührung, welche dadurch zwischen beiden Componenten erreicht wird, auch eine Einwirkung von Atom zu Atom der festen Verbindungen oder wenigstens von Krystallpartikel zu Krystallpartikel stattfände und die Regelmässigkeit der Orientirung bewirkte. Das ist indessen nicht sehr wahrscheinlich; denn denkt man sich die Partikel netzförmig in der gemeinsamen Ebene gelagert mit Parallelstellung bestimmter (eventuell, wenn solche vorhanden sind, ähnlich besetzter) Reihen, so werden doch die Abstände der Partikel in jenen Reihen für beide Substanzen im Allgemeinen incommensurabel sein, ebenso die Abstände der Reihen selbst, ausserdem veränderlich mit der Temperatur etc., so dass keineswegs die beiderseitigen Partikel alle oder in bestimmten Perioden aufeinanderfallen oder bestimmte Abstände von einander innehalten¹. Man wird vielleicht eher annehmen dürfen, dass beide Componenten zunächst im Allgemeinen regellos gruppirt sind, dass dann aber unter den Elementarkryställchen eine Auslese stattfindet, bei welcher u. a. das Minimum der Oberfläche in Frage kommt.

Es scheint von erheblichem Interesse, hier, wo es sich nicht darum handelt, die Art der Verwachsung, als vielmehr die Thatsache derselben zu erklären, auch die (meist nur mikroskopisch beobachteten) Verwachsungen künstlicher Krystalle zu berücksichtigen. Im Folgenden ist eine Reihe von solchen zusammengestellt, welche nicht im Verdacht der Isomorphie oder Isodimorphie stehen und bei denen über die chemische Zusammensetzung der beiden Componenten, soweit das Vorhandensein desselben Elementes in beiden in Frage kommt, kein Zweifel besteht (soweit Literaturangaben fehlen, sind dieselben O. LEHMANN's Molecularphysik. I. 400 ff., 416 ff., 1888 entnommen).

¹ Das ist ein erheblicher Unterschied gegenüber den Zwillingsverwachsungen.

Jod mit Chlorkalium.

Jod mit Jodblei.

Chlornatrium mit Chlorkalium¹.

Chlornatrium mit Chlorsilber.

Chlorsilber mit Chlorkalium.

Wasserfreies mit wasserhaltigem Baryumsulfat.

Salmiak mit rhombischem Ammoniumnitrat.

Cäsiumchlorid mit Salmiak und Eisenchlorid.

Manganchlorid mit Chlorkalium.

Salmiak mit rhomboëdrischem Ammoniumnitrat.

Salmiak mit regulärem Ammoniumnitrat.

Quecksilberchlorid mit Cadmiumchlorid.

Salmiak mit Hydroxylaminchlorhydrat.

Salmiak mit Chlorcalcium.

Chromchlorid mit Quecksilberchlorid.

Wasserärmeres mit wasserreicherem Kobaltchlorür.

Wasserärmeres mit wasserreicherem Eisenchlorür.

Kupferchlorid mit Kupferchlorid-Chlorammonium.

Dioxychinonparadicarbonsäureester mit Chinondihydroparadicarbonsäureester.

Rhombödrisches mit regulärem Natriumchlorat².

Nitrate von Pb, Ba und Sr mit Methylenblau³.

Diimid des Succinylobernsteinsäureesters mit p-Diamidoterephthal-säureester⁴.

Roths Bleioxyd PbO mit PbO₂⁵.

Rhombisches K₂SO₄ mit (hexagonalem) KNaSO₄⁶.

Ammoniumchromat (monoklin) mit Ammoniumsulfat (rhombisch⁷).

Fast in allen diesen Fällen enthalten die beiden Componenten ebenfalls ein gleichartiges Atom und bei den allermeisten würde in wässriger Lösung jede Componente ein gleichnamiges Ion abgeben.

Eine völlige Verschiedenheit der beiden Componenten in chemischer Hinsicht zeigen unter den natürlichen Verwachsungen eigentlich nur folgende:

¹ KÜSTER, Zeitschr. f. phys. Chemie. 15. 87. 1894; diese und die beiden folgenden Gruppen sind vielleicht der Isomorphie verdächtig.

² R. BRAUNS, dies. Jahrb. 1898. I. 43.

³ P. GAUBERT, Bull. soc. franç. de min. 23. 211. 1900; auf Regelmässigkeit der Verwachsung ist hier nur aus dem anomalen Pleochroismus geschlossen.

⁴ W. MUTHMANN, Zeitschr. f. Kryst. 15. 66. 1889.

⁵ O. LÜDECKE, ibid. 8. 82. 1884.

⁶ J. W. RETGERS, Zeitschr. f. phys. Chemie. 5. 460. 1890.

⁷ WYROUBOFF, Bull. soc. franç. de min. Taf. I Fig. 11. 13. 81. 1890.

Magnetit mit Hornblende.	Eisenglanz mit Glimmer.
Magnetit mit Glimmer.	Kalkspath mit Glimmer.
Magnetit mit Chlorit.	Kalkspath mit Eisenglanz.
Jodkalium etc. mit Glimmer.	Kalkspath mit Quarz.
Salpeter mit Glimmer.	Rutil mit Glimmer.

Darunter sind namentlich viele (6) Verwachsungen der Glimmer; bei der Häufigkeit und Mannigfaltigkeit der Verwachsungen gerade dieses Minerals muss man vielleicht annehmen, dass seine Oberfläche, ähnlich wie die gewisser unkrystallisirter Substanzen, in hohem Grade die Fähigkeit hat, fremde Stoffe festzuhalten, zumal diese Eigenschaft für die sehr verschiedenartigen fremden Stoffe auf die durch mancherlei Cohäsionseigenthümlichkeiten in hohem Grade ausgezeichnete Spaltfläche beschränkt ist.

Aus dem eben erörterten chemischen Gesichtspunkte muss man erwarten, dass regelmässige Verwachsungen zwischen polymorphen Substanzen besonders häufig sind (auch abgesehen von den eigentlichen Paramorphosen). Das wird durch die Zusammenstellung bestätigt; sie enthält nicht weniger als 9 Fälle der Art¹. Ferner erscheinen darnach die isomorphen Verwachsungen wieder als ein Specialfall der Verwachsungen überhaupt, da sie fast stets ein gleichartiges Atom oder Atomgruppe enthalten, und soweit sie Salze sind, meist auch ein gleichartiges Ion liefern.

In geometrischer Hinsicht macht sich die Analogie zwischen den Verwachsungen isomorpher und nicht-isomorpher Componenten darin geltend, dass bei beiden meist Winkelähnlichkeiten vorhanden sind, die sich bei ersteren meist auf sämtliche Flächen erstrecken, bei letzteren im Allgemeinen auf die ebenen Winkel der gemeinsamen Fläche beschränkt sind. Es giebt demnach bei isomorphen Substanzen nicht mehr eine gemeinsame Fläche, sondern alle liegen annähernd (oder z. Th. oder alle ganz) parallel, und man kann sich denken, dass alle, wenn auch nicht mit gleicher Leichtigkeit, als Ver-

¹ Dass hier in irgend einem Falle eine wahre Paramorphose vorliege, scheint mir ausgeschlossen; die regelmässige Stellung beider Modificationen ist jedenfalls kein Grund dafür. Auch bei Rutil-Anatas, wo BAUER Paramorphosirung annimmt, scheinen mir die vorgebrachten Gründe nicht stichhaltig.

wachungsflächen fungiren können. Bei nicht-regulären Krystallen würden daher die beiden Componenten einer isomorphen Verwachsung in zahlreichen, etwas voneinander abweichenden Stellungen zu einander sich befinden können, je nachdem welche Flächen sich genau parallel gestellt haben. Es scheint nicht unmöglich, dass es u. a. deshalb so schwer ist, gute Mischkrystalle von manchen Substanzen zu erhalten, dass es mit daher rührt, wenn diese so vielfach in zahlreiche kleinere Krystalle dismembrirt sind, sobald sie grösser werden. Denn denkt man sich die Componenten A und B in zahllosen Partien von submikroskopischer Grösse miteinander verwachsen und dabei die Verwachsungsebene wechseln¹, so können die kleinen Winkeldifferenzen isomorpher Krystalle offenbar doch zu erheblichen Störungen des Krystallbaues Anlass geben. Ist eine Ebene als Normalebene von Symmetrieelementen oder sonst durch Constanz ihrer ebenen Winkel ausgezeichnet und dadurch als Verwachsungsebene bevorzugt, so kann dieser ungünstige Einfluss der Winkeldifferenzen vermindert werden. Ich vermag nicht zu übersehen, wie weit die Erfahrungen an künstlichen Krystallen diese Erwartung bestätigen, und auch bei den natürlichen Krystallen ist ein Urtheil kaum möglich, da die Häufigkeit scharf ausgebildeter Krystalle auch jeder der Componenten, die Grösse der Winkeldifferenzen, Gleichartigkeit der Bildungsweise etc. in Frage kommen würde. Indessen scheint mir doch, dass unter den regulären natürlichen Mischkrystallen auffallend viele durch scharfe Ausbildung ausgezeichnet sind (Amalgame, Fahlerze, Boracite, Spinelle, Granaten u. a.).

Diese Beziehungen zwischen regelmässigen Verwachsungen chemisch verschiedener und chemisch nahe verwandter Substanzen werden noch dadurch befestigt, dass anscheinend geradezu Übergänge zwischen beiden vorkommen. Ein typisches Beispiel hierfür sind, wie ROSENBUSCH² schon 1887 betonte, Orthoklas und Plagioklas in ihren gewöhnlichen Überwach-

¹ Etwa in Abhängigkeit von Temperatur, Mischungsverhältniss, Lösungsgenossen etc., hinsichtlich deren dann also Schwankungen zu vermeiden wären, wenn die Verwachsungsfläche dieselbe und der Krystall möglichst homogen bleiben soll.

² Mikroskopische Physiographie. 2. 62. 1887.

sungen und in den perthitischen, mikro- und kryptoperthitischen Durchwachsungen. Aus den vielen Beobachtungen über diese kann man, wie mir scheint, schliessen, dass eigentliche isomorphe Mischungen der Zusammensetzung (K, Na) AlSi_3O_8 nur in Schmelzflüssen zu Stande kommen und nur dort beständig sind, dass sie dagegen bei gewöhnlicher Temperatur (namentlich in Berührung mit Wasser) in ihre Componenten zerfallen, welche dann aber meist noch regelmässig miteinander verwachsen. Dabei halte ich es für wahrscheinlich, dass die sogen. Kryptoperthite die ersten Anfänge des Zerfalls der Mischkrystalle, also schon secundäre, nicht pyrogene, Bildungen sind¹. Bemerkenswerth ist für diese perthitischen Durchwachsungen im Vergleich mit anderen Verwachsungen die grosse Variabilität der Zusammensetzungsfläche (es werden angegeben 100, 801 (im Mikroklin 861 und 861), 010 und 001), eine Erscheinung, welche auch bei Verwachsungen anderer Componenten wiederkehrt, wenn sie sich geometrisch nahe stehen, weil sie chemisch ähnlich sind, und welche daher an die regellose oder doch wechselnde Begrenzung beider Componenten bei isomorphen Überwachsungen erinnert. Es gehören dahin z. B. die Verwachsungen der Pyroxene und Amphibole, der rhombischen Pyroxene mit den monoklinen, der Glimmer mit den Chloriten, anscheinend auch die von Kalkspath mit Dolomit, Kupferkies und Fahlerz. Bei einander ferner stehenden Componenten isomorpher Mischungsreihen machen sich andererseits auch bereits Bevorzungen gewisser Flächen bei der Überwachsung bemerklich, es sei erinnert an die Sanduhrstructur mancher Pyroxene, an die scharfe Abgrenzung von hellem und dunklem Glimmer u. ä. Hinsichtlich der Verwachsungsebene wiederholt sich so bei verschiedenartigen Substanzen, was von den regelmässigen Verwachsungen gleichartiger Krystalle längst bekannt ist: bei Zwillingen mit geneigten Axensystemen pflegt die Grenzfläche eben zu sein, bei sogen. Ergänzungszwillingen, wo die Anzahl der gleichnamigen parallel liegenden Elemente grösser ist, wird die Zusammensetzungsfläche unregelmässig, wechselt von Stelle zu Stelle.

¹ Diese Umbildung wurde anscheinend begünstigt durch mechanische Vorgänge, welche die freie Oberfläche vergrösserten und Lösungen zugänglich machten.

Noch in einer anderen Beziehung scheint ein Vergleich der regelmässigen mit den isomorphen Verwachsungen von Interesse. Ist die Stetigkeit in der Änderung der physikalischen Constanten ein wesentliches Erforderniss isomorpher Mischkrystalle, so erscheinen isomorphe Mischungen zwischen Componenten verschiedener Symmetrie unmöglich. Verwächst aber die niedriger symmetrische Componente mit der anderen in so vielen verschiedenen Orientirungen, dass der Symmetrie einer jeden Fläche der letzteren genügt wird, so wird ihr damit gewissermaassen die höhere Symmetrie der anderen aufgezwungen, und es hängt nur noch von den Dimensionen der Componenten ab, ob der Übergang ein stetiger wird. Wenn es so möglich erscheint, die Mischbarkeit isomorpher Krystalle zurückzuführen auf ihre Fähigkeit, regelmässig mit wechselnden Zusammensetzungsflächen miteinander zu verwachsen, so liegt es nahe, diese Fähigkeit umgekehrt anzusehen als ein Symptom der Mischbarkeit, wobei dann aber, wenn man so sagen darf, die Gruppierbarkeit auf eine einzige Art von Flächen beschränkt ist.

Andererseits erinnern die regelmässigen Verwachsungen, worauf zuerst wohl **BODLÄNDER** (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XII. 84, 89) aufmerksam gemacht hat, an die namentlich bei künstlichen Substanzen beobachteten Adsorptionen, und die darauf anscheinend zurückführbaren anomalen Mischungen krystallisirter Stoffe. Die mannigfaltigen Verhältnisse, welche in dieser Hinsicht bei künstlichen Substanzen schon beobachtet sind, kehren auch bei den natürlichen wieder. Den Adsorptionen einander chemisch ganz unähnlicher Substanzen, welche wie bei Kohle gegenüber Gasen und Lösungen, bei Fasern gegenüber Farbstoffen etc. auf die Oberfläche des festen Körpers beschränkt sind, lassen sich vergleichen die Verwachsungen der Glimmer mit KJ etc., NaNO_3 , Magnetit, Eisenglanz, Rutil, Kalkspath; die von Quarz mit Kalkspath, Magnetit mit Rutil u. a. Adsorptionen, welche durch morphotropische Beziehungen erleichtert werden, ähnlich wie es nach **BODLÄNDER** bei Dihydronaphtalin und Naphtalin, Tetrahydrodiphenyl und Diphenyl, Phenol und Benzol u. a. der Fall ist, lassen sich, wie aus früheren hervorgeht, ebenfalls zahlreiche regelmässige Verwachsungen vergleichen.

Für die auf Adsorptionen zurückzuführenden anomalen Mischungen liefern zunächst, wie unter den künstlichen Salzen, die dilut gefärbten Minerale zahlreiche Belege. Die Menge der färbenden Substanz ist hier meist äusserst gering und ihrer Natur nach meist noch unbekannt, krystallographische Beziehungen des Farbstoffs zum gefärbten Krystall daher nicht nachweisbar; indessen sei daran erinnert, dass GAUBERT¹ aus dem anomalen Pleochroismus der mit Methylenblau gefärbten Krystalle von $(\text{Pb}, \text{Ba}, \text{Sr})(\text{NO}_3)_2$ auf gesetzmässige Orientirung von Kryställchen des Farbstoffs geschlossen hat. Diese künstlichen Färbungen erinnern durchaus an das Farbig- und Pleochroitischwerden der Olivine, wenn sie sich, anscheinend unter Ausscheidung von Eisenoxyden oder -hydraten (?) beim Glühen oder in wässrigen Lösungen zersetzen, an den Wechsel der Färbung und des Pleochroismus beim Glühen der Hornblende. Unter den anomalen Mischungen erscheinen dann weiter namentlich die Verbindungen mit zeolithischem Wasser. Es ist bemerkenswerth, dass hier die Veränderung des Wassergehaltes längs krystallographisch bestimmter Flächen fortschreitet, wie es beim Calciumchloroaluminat nachgewiesen wurde und auch beim Heulandit nach dem sanduhrähnlichen Bau der Krystalle der Fall zu sein scheint. Diese anomalen Mischungen scheinen wieder einigermassen verwandt mit jenen regelmässigen Verwachsungen, bei welchen die überwachsene Substanz nicht bloss durch Aufnahme² von Wasser, sondern durch weiter gehende chemische Veränderungen aus der anderen hervorgeht, wie bei der Abscheidung des Antigorit bzw. Bastit aus Olivin bzw. Pyroxen, der Bildung von Chlorit aus Biotit, von Gigantolith aus Cordierit etc.; auch die von JUDD als schillerization³ bezeichneten Erscheinungen beruhen wohl z. Th. auf solchen Adsorptionen. Der Umstand, dass in den genannten Beispielen die chemischen Umsetzungen meist von zahllosen Absonderungsflächen aus fortschreitet, führt hier zu Producten, einigermassen vergleichbar jenen anomalen Mischungen, bei welchen während des Wachstums auf jeder neu zum Absatz gelangten molecularen Schicht der

¹ Bull. soc. franç. de min. **23**. 211. 1900.

² Oder wie bei den Entwässerungsproducten des Gypses, durch Abgabe.

³ Mineralog. Mag. **7**. 81—92. 1887.

einen Componente eine eben solche der zweiten adsorbirt wird, so dass physikalisch nahezu oder völlig homogene Gebilde entstehen. Eigentliche anomale Mischungen sind unter den natürlichen Krystallen bisher nicht nachgewiesen, indessen neigt G. FRIEDEL¹ zu der Ansicht, dass die auffallende Variabilität in der Zusammensetzung mancher Silicate, welche sich nur schwierig oder gar nicht als isomorphe Mischungen chemisch analog gebauter Componenten deuten lassen, solche anomale Mischungen seien. Ausserhalb der Gruppe der Silicate werden sich vielleicht Boléit-Cumengéit, Miersit-Jodyrit als solche ausweisen.

Hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung der Componenten scheint bei den Adsorptionen krystallisirter Stoffe Ähnliches zu gelten wie bei den regelmässigen Verwachsungen: fast stets enthalten beide ein gleiches Element, oder eine gleichartige Atomgruppe, wie folgende Zusammenstellung zeigen mag²:

Salmiak-Kupferchlorid mit Kupferchlorid.

Salmiak mit Eisenchlorür.

Salmiak mit Eisenchlorid.

Salmiak mit Manganchlorür.

Salmiak mit Nickelchlorür.

Salmiak mit Kobaltchlorür.

Kupferchlorid-Chlorammonium mit Eisenchlorid.

Kupferchlorid-Chlorammonium mit Kobaltchlorür.

Cäsiumchlorid mit Salmiak und Eisenchlorid.

Thalliumchlorid mit Salmiak und Eisenchlorid.

Lithiumchlorid mit Eisenchlorid.

Salmiak mit Roseokobaltchlorid.

Salpetersaures Ammon mit salpetersaurem Roseokobaltchlorid.

α -Naphtylaminsaurer Natrium mit einem Isomeren.

Chlorsaures (und bromsaures) Natrium mit salpetersaurem Natrium und Kalium³.

Neutrales Ammonium-Racemat mit Thallium-Racemat.

Ammonium- (und Kalium-)bichromat mit gleichnamigen, wasserhaltigen Sulfaten.

¹ G. FRIEDEL, Bull. soc. franç. de min. 24. 141 ff. 1901.

² Nach O. LEHMANN, Molecularphys. 1. 416—435 u. 478—480, wo nichts Anderes bemerkt ist.

³ MALLARD zählt diese Verbindungen, welche keine gleiche Atomgruppen enthalten, zu den isomorphen.

Tetraoxybenzolparadicarbonsäureester mit Dioxychinonparadicarbonsäureester, und mit Succinylobernsteinsäureester und mit Chinondihydroparadicarbonsäureester.

Kupfersulfat mit Ammoniumsulfat¹.

Kupfersulfat mit Kaliumsulfat.

Jod mit Jodkalium.

Jod mit Benzol.

Phenol und Benzol.

Dihydronaphtalin mit Naphtalin.

Tetrahydrodiphenyl mit Diphenyl.

Aus den vorstehenden Betrachtungen erhellt zur Genüge, dass die regelmässigen Verwachsungen in vielfacher Hinsicht nähere Untersuchung verdienen und bedürfen. Wie schon früher hervorgehoben, scheint es zunächst von geringerer Bedeutung, das genaue Gesetz der Verwachsung festzustellen, als zu ermitteln, welche Substanzen solcher Verwachsungen fähig sind, und unter welchen Bedingungen, und da werden voraussichtlich Untersuchungen an künstlichen Substanzen mit variirbarer Zusammensetzung der Nährlösung, des Druckes und der Temperatur rascher zum Ziele führen als die Untersuchung der natürlichen Verwachsungen.

Aus den an letzteren beobachteten That-sachen kann man wohl den Schluss ziehen, dass die eine Componente auf die Lösung der anderen nach Art der Katalysatoren wirkt, d. h. sie zur Abscheidung zwingt. Die Fähigkeit zu solcher Einwirkung scheint meist gebunden an das Vorhandensein gleichartiger Atome, oder Atomgruppen, oder Ionen, sowie daran, dass zwischen beiden Componenten gewisse geometrische Ähnlichkeiten mindestens hinsichtlich einer Fläche bestehen. Dieselben beiden Umstände, und zwar hier in ursächlicher Verknüpfung, scheinen in erster Linie auch die isomorphen Verwachsungen zu bedingen. Dabei zeigt sich in der Art der Ausbildung der Verwachsung dasselbe Princip wirksam, welches allgemein das Wachsthum der Krystalle und speciell auch der regelmässigen

¹ Diese und die folgenden nach E. SOMMERFELDT, dies. Jahrb. 1902. II. 54–59, und BODLÄNDER l. c.

Verwachsungen gleichartiger Krystalle, der Zwillinge, in hohem Grade beeinflusst, nämlich das der kleinsten Oberflächensumme, das aber infolge der Ungleichheit der Oberflächenspannung für krystallographisch ungleichwerthige Flächen und infolge der Mannigfaltigkeit der Zusammensetzung der Nährlösung, der Ausbildungsweise noch einen grossen Spielraum gewährt.

Königsberg i. Pr., Juli 1902.

Register zum speciellen Theil.

	Seite		Seite
Ägirin-Lorenzenit	413	Augit-Orthoklas	428
Ainigmatit-Arfvedsonit.	437	— -Serpentin	413
Alaun-Bleinitrat	341	— -Titaneisen	385
— -Boracit	342	Baryt-Barytocalcit.	406
Ammoniumchromat-Ammonium-		— -Enargit	404
sulfat	461	— -Witherit.	399
Ammoniumsulfat - Ammonium-		Barytocalcit-Baryt.	406
chromat	461	— -Kalkspath	385
Amphibole (monokline) unter-		Bastit-Bronzit	403
einander	428	Biotit-Augit	417
Anatas-Rutil	392	— -Hornblende	419
Andalusit-Cyanit	416	— -Kalkspath	387
— -Sillimanit	397	— -Melilith	397
Anthophyllit-Hornblende	413	— -Orthoklas	428
Antigorit-Periklas	366	Bleiglanz-Arsenkies	366
Aragonit-Gyps	406	— -Bournonit	363
— -Kalialpeter	404	— -Chlorblei	362
— -Kalkspath	379	— -Fahlerz	339
Arfvedsonit-Ainigmatit.	437	— -Kupferglanz	366
Arsen-Arsenolith	342	— -Kupferkies	353
Arsenkies-Bleiglanz	366	— -Magnetkies	343
— -Magnetkies	381	— -Pyrit	338
— -Pyrit	363	— -Pyromorphit	350
Arsenolith-Arsen	342	Bleinitrat-Alaun	341
Astrophyllit-Lepidomelan	407	Bolëit-Cumengëit	352
Augit-Bastit	413	Boracit-Alaun	342
— -Biotit	417	Bournonit-Bleiglanz	363
— -Bronzit	409	— -Kupferkies	396
— -Hornblende	420	Bromkalium-Glimmer	368
— -Olivin	415	Bronzit-Augit	409

	Seite		Seite
Bronzit-Bastit	403	Glimmer-Rutil	396
— -Hornblende	412	— -Salpeter	389
Brookit-Rutil	396	— -Turmalin	388
Buntkupfererz-Magnetit	342	— untereinander	428
Cancrinit-Nephelin	376	Graftonit-Triphylin	405
Cerargyrit-Jodyrit	351	Gyps-Aragonit	406
Chlorblei-Bleiglanz	362	— und seine Entwässerungs-	
Chlorit-Dolomit	386	producte	437
— -Glimmer	427	Hornblende-Anthophyllit	413
— -Magnetit	368	— Augit	420
Chlorkalium-Glimmer	368	— -Biotit	419
Cordierit-Glimmer	415	— -Bronzit	412
Cristobalit-Tridymit	351	— -Magnetit	367
Cumengéit-Boléit	352	— -Serpentin (Bastit)	414
Cuprit-Kupfer	337	Humit-Klinohumit	409
Cyanit-Andalusit	416	Humite, monokline, untereinan-	
— -Staurolith	415	der	428
Diaspor-Korund	384	Hypersthen-Titaneisen	384
Dolomit-Chlorit	386	Jodkalium (Brom-, Chlor-Ka-	
— -Kalkspath	374	lium)-Glimmer	368
— -Natronsalpeter	375	Jodyrit-Cerargyrit	351
— -Nemaphyllit	383	— -Miersit	349
Eisenglanz-Glimmer	388	Kalisalpeter-Aragonit	404
— -Kalkspath	373	Kalkspath-Aragonit	379
— -Magnetit (und Magno-		— -Barytocalcit	385
ferrit) (und Spinell)	344	— -Biotit	387
— -Rutil	376	— -Dolomit	374
Enargit-Baryt	404	— -Eisenglanz	373
Epididymit-Eudidymit	414	— -Natronsalpeter	375
Epidot-Zoisit	415	— -Quarz	370
Eudidymit-Epididymit	414	Katapleit-Zirkon	378
Fahlerz-Bleiglanz	339	Klinohumit-Humit	409
— -Kupferkies	357	— -Olivin	408
— -Pyrit	339	Kobaltglanz-Kupferkies	354
— -Zinkblende	340	Korund-Diaspor	384
Flussspath-Pyrit	342	— -Rutil	378
— -Quarz	351	Kupfer-Cuprit	337
— -Scheelit	361	Kupferglanz-Bleiglanz	366
Glimmer-Astrophyllit	407	Kupferkies-Bleiglanz	353
— -Chlorit	427	— -Bournonit	396
— -Cordierit	415	— -Fahlerz	357
— -Eisenglanz (und Titan-		— -Kobaltglanz	354
eisen)	388	— -Polybasit	394
— -Jodkalium (Chlor- und		— -Silberglanz	361
Bromkalium)	368	— -Zinkblende	354
— -Magnetit	367	Lepidomelan-Astrophyllit	407

	Seite		Seite
Lorenzenit-Ägirin	413	Pyrit-Markasit	363
Magnetit-Buntkupfererz	342	Pyromorphit-Bleiglanz	350
— -Chlorit	368	Pyroxene(monokl.)untereinander	428
— -Eisenglanz	344	Quarz-Flussspath	351
— -Glimmer	367	— -Kalkspath	370
— -Hornblende	367	— -Orthoklas	391
— -Rutil	352	Rutil-Anatas	392
Magnetkies-Bleiglanz	343	— -Brookit	396
— -Markasit (und Arsenkies)	381	— -Eisenglanz	376
— -Pyrit	343	— -Glimmer	396
Magnoferrit-Eisenglanz	344	— -Korund	378
Markasit-Magnetkies	381	— -Magnetit	352
— -Proustite	378	Salpeter-Glimmer	389
— -Pyrit	363	Scheelit-Flussspath	361
Melilith-Biotit	397	Serpentin (Bastit)-Augit	413
Miersit-Jodyrit	349	— -Bronzit	403
Monazit-Xenotim	397	— -Hornblende	414
Muscovit-Orthoklas	429	— (Antigorit)-Olivin	401
Natronsalpeter-Dolomit	375	Silberglanz-Kupferkies	361
— -Glimmer	389	— -Polybasit	366
— -Kalkspath	375	— -Pyrargyrit	351
Nemaphyllit-Dolomit	383	Sillimanit-Andalusit	397
Nephelein-Cancrinit	376	Spinell-Eisenglanz	344
Olivin-Augit	415	Staurolith-Cyanit	415
— -Klinohumit	408	Stephanit-Polybasit	401
— -Serpentin	401	Titaneisen-Augit	385
— -Titaneisen	384	— -Glimmer	388
Orthoklas-Augit	428	— -Hypersthen	384
— -Biotit	428	— -Magnetit	344
— -Muscovit	429	— -Olivin	384
— -Plagioklas	429	— -Perowskit	351
— -Quarz	391	— -Spinell	344
Periklas-Antigorit	366	Tridymit-Cristobalit	351
Perowskit-Titaneisen	351	Triphylin-Graftonit	405
Plagioklas-Orthoklas	429	Turmalin-Glimmer	388
Polybasit-Kupferkies	394	Urauglimmer untereinander	397
— -Silberglanz	366	Witherit-Baryt	399
— -Stephanit	401	Xenotim-Monazit	397
Proustite-Markasit	378	— -Zirkon	391
Pyrargyrit-Silberglanz	351	Zinkblende-Fahlerz	340
Pyrit-Arsenkies	363	— -Kupferkies	354
— -Bleiglanz	338	Zirkon-Katapleit	378
— -Fahlerz	339	— -Xenotim	391
— -Flussspath	342	Zoisit-Epidot	415
— -Magnetkies	343		

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	335
Specieller Theil (Zusammenstellung der regelmässigen Verwachsungen).	
I. Reguläre mit	
a) regulären	
1. Kupfer mit Kuprit	337
2. Pyrit mit Bleiglanz	338
3. Bleiglanz mit Fahlerz	339
4. Fahlerz mit Pyrit	339
5. Fahlerz mit Zinkblende	340
Anhang	341
1. Alaun mit Bleinitrat.	
2. Alaun mit Boracit.	
3. Magnetit mit Buntkupfererz.	
4. Flussspath-Pyrit.	
b) hexagonalen	
6. Arsen mit Arsenolith	342
7. Magnetkies mit Bleiglanz	343
8. Magnetkies mit Pyrit	343
9. Magnetit (Magnetferrit, Pleonast) mit Eisenglanz (Titaneisen)	344
10. Miersit mit Jodyrit	349
11. Pyromorphit mit Bleiglanz	350
Anhang	351
1. Cristobalit mit Tridymit.	
2. Pyrargyrit mit Silberglanz.	
3. Flussspath mit Quarz.	
4. Perowskit mit Titaneisen.	
5. Cerargyrit mit Jodyrit.	
c) tetragonalen	
12. Magnetit mit Rutil	352
13. Boléit mit Cumengéit	352
14. Bleiglanz mit Kupferkies	353
15. Kobaltglanz mit Kupferkies	354
16. Zinkblende mit Kupferkies	354
17. Fahlerz mit Kupferkies	357
Anhang	361
1. Silberglanz mit Kupferkies.	
2. Scheelit mit Flussspath.	
d) rhombischen	
18. Bleiglanz mit Chlorblei	362
19. Bleiglanz mit Bournonit	363
20. Pyrit mit Markasit (Arsenkies)	363
21. Bleiglanz mit Arsenkies	366

	Seite
Anhang	366
1. Harrisit.	
2. Silberglanz mit Polybasit.	
3. Periklas mit Serpentin.	
e) monoklinen	
22. Magnetit mit Hornblende	367
23. Magnetit mit Glimmer	367
24. Magnetit mit Chlorit	368
25. Jodkalium (Bromkalium, Chlorkalium) mit Muscovit (Biotit)	368
II. Hexagonale mit	
a) hexagonalen	
26. Kalkspath mit Quarz	370
27. Kalkspath mit Eisenglanz	373
28. Kalkspath mit Dolomit	374
29. Kalkspath mit Natronsalpeter	375
30. Dolomit mit Natronsalpeter	375
Anhang. Nephelin mit Cancrinit	376
b) tetragonalen	
31. Eisenglanz (Titaneisen) mit Rutil.	376
Anhang	378
1. Korund mit Rutil.	
2. Katapleit mit Zirkon.	
c) rhombischen	
32. Proustite mit Markasit	378
33. Kalkspath mit Aragonit	379
34. Magnetkies mit Markasit (Arsenkies)	381
35. Dolomit mit Nemaphyllit	383
Anhang	384
1. Titaneisen mit Hypersthen.	
2. Titaneisen mit Olivin.	
3. Korund mit Diaspor.	
d) monoklinen	
36. Kalkspath mit Barytocalcit	385
37. Titaneisen mit Augit	385
38. Dolomit mit Chlorit	386
39. Kalkspath mit Biotit	387
40. Turmalin mit Glimmer	388
41. Eisenglanz (Titaneisen) mit Glimmer	388
42. Glimmer mit Salpeter	389
Anhang	391
Quarz mit Orthoklas.	
III. Tetragonale mit	
a) tetragonalen	
43. Zirkon mit Xenotim	391
44. Rutil mit Anatas	392

	Seite
b) rhombischen	
45. Kupferkies mit Polybasit	394
46. Rutil mit Brookit	396
Anhang. Kupferkies mit Bournonit	396
c) monoklinen	
47. Rutil mit Glimmer	396
Anhang	397
1. Melilith mit Biotit.	
2. Xenotim mit Monazit.	
3. Uranglimmer.	
IV. Rhombische mit	
a) rhombischen	
48. Andalusit mit Sillimanit	397
49. Witherit mit Baryt	399
50. Stephanit mit Polybasit	401
51. Olivin mit Serpentin	401
52. Bronzit mit Bastit	403
53. Aragonit mit Kalisalpeter	404
Anhang. Baryt mit Enargit	404
b) monoklinen	
54. Triphylin mit Graftonit	405
55. Baryt mit Barytocalcit	406
56. Aragonit mit Gyps	406
57. Astrophyllit mit Lepidomelan	407
58. Olivin mit Klinohumit	408
59. Humit mit Klinohumit	409
60. Bronzit mit Augit	409
61. Bronzit mit Hornblende	412
62. Anthophyllit mit Hornblende	413
63. Lorenzenit mit Ägirin	413
64. Augit mit Bastit (Serpentin)	413
65. Hornblende mit Serpentin	414
66. Epididymit mit Eudidymit	414
Anhang	415
1. Cordierit mit Glimmer (?).	
2. Olivin mit Augit.	
3. Zoisit mit Epidot.	
c) triklinen	
67. Staurolith mit Cyanit	415
Anhang. Andalusit mit Cyanit	416
V. Monokline mit	
a) monoklinen	
68. Augit mit Biotit	417
69. Hornblende mit Biotit	419
70. Augit mit Hornblende	420
71. Glimmer mit Chlorit	427

	Seite
Anhang	428
1. Monokline Pyroxene untereinander, ebenso Amphibole, Glimmer, Epidote.	
2. Monokline Humite.	
3. Orthoklas mit Augit und mit Biotit.	
4. Orthoklas mit Muscovit.	
b) triklinen	
72. Orthoklas mit Plagioklasen	429
Anhang	437
1. Arfvedsonit mit Ainigmatit.	
2. Gyps mit seinen Entwässerungsproducten.	
Allgemeiner Theil.	
I. Die geometrischen Verhältnisse der regel- mässigen Verwachsungen.	
Die gemeinsamen Elemente	438
Die Symmetrie des Verwachsungscomplexes.	443
Das Oberflächenminimum	448
II. Die chemischen Verhältnisse der regelmässigen Verwachsungen	456
Schluss	468
Register	469

