

Arbeiten aus dem mineralogischen Institut der Universität Breslau.

Mitgetheilt durch

Prof. A. v. Lasaulx.

(Fortsetzung.)

II.

4. Über den Enstatit aus den Olivinknollen des Gröditzberges.

Von P. TRIPPKE.

(Hiezu Tafel XI.)

Bei Gelegenheit eines Besuches des Gröditzberges bei Liegnitz in Schlesien auf einer von Hrn. Prof. v. LASAULX geleiteten Excursion fanden wir in einem der zahlreichen, durch die Herauswitterung der Olivinknollen in den anstehenden Basaltfelsen gebildeten Hohlräume ein die Höhlung quer durchsetzendes krystallinisches Mineralbruchstück von etwa 3,5 cm Länge und 1,5 cm Breite. Dasselbe erwies sich als identisch mit einem in den Sammlungen des Breslauer mineralogischen Museums als Enstatit bezeichneten, gleichfalls aus einer Olivinknolle des Gröditzberger Basaltes stammenden Minerale. Dünnschliffe zeigten, dass dasselbe aus zwei in lamellarer Verwachsung befindlichen Mineralien zusammengesetzt sei. Diese Beobachtung wurde die Veranlassung zu einer genauen Untersuchung dieses Vorkommens.

Die am Gröditzberg gewonnenen Enstatitbruchstücke besitzen nur Spaltbarkeit nach den Pinakoiden. Die anderweit an Enstatiten beobachtete Spaltbarkeit nach dem Prisma ist hier völlig versteckt. Die vollkommenere, ebene Flächen liefernde pinakoidale Spaltbarkeit entspricht, wie dies auch von anderen Enstatiten, zum Beispiel den grossen Enstatiten von Bamle, be-

kannt ist, dem Brachypinakoid. Die dazu rechtwinkeligen Spaltungsdurchgänge nach dem Makropinakoid liefern keine so ebenen Flächen und zwar augenscheinlich deshalb, weil zahlreiche, sie rechtwinkelig kreuzende Absonderungsfugen das Herausbrechen treppenförmiger Flächen bewirken.

Die mikroskopische Untersuchung eines Schliffes nach dem Brachypinakoid ergab, dass das ganze Mineral aus lauter parallelen Lamellen zusammengesetzt sei, welche sich ihrem optischen Verhalten und ihrer Mikrostruktur nach als zwei verschiedene Mineralien erwiesen. Die Hauptschwingungsrichtungen der einen Lamellen machten mit der durch die Längserstreckung der Lamellen indicirten krystallographischen Hauptaxe einen Winkel von nahezu 38° . Es ist dies der Winkel der Auslöschungsschiefe des Pyroxen's. Diese Beobachtung bestätigte die brachydiagonale Lage des untersuchten Schnittes¹. Dagegen liegen in den anderen Lamellen die Hauptschwingungsrichtungen parallel und senkrecht zur krystallographischen Hauptaxe.

In Schliffen nach dem Makropinakoid liegen die Hauptschwingungsrichtungen in beiderlei Lamellen parallel und senkrecht zur krystallographischen Hauptaxe. Die hiernach gebotene Auffassung der mit einander verwachsenen Lamellen, als einem monoklinen und rhombischen Minerale angehörig, findet in der Mikrostruktur der betreffenden Lamellen ihre volle Bestätigung. Die monoklinen Lamellen besitzen die Mikrostruktur des Diallages. Namentlich sind die für denselben charakteristischen Einlagerungen gelbbrauner Täfelchen in ausgezeichneter Weise vorhanden. Dagegen zeigen die mit dem Diallag verwachsenen Lamellen des rhombischen Mineralen die Mikrostruktur des Enstatites. Eine dichte feine Streifung parallel der Längsaxe verleiht ihnen im Gegensatz zum Diallag ein eigenthümlich trübes Aussehen.

Diese Untersuchungen ergeben, dass in dem Mineral aus den Olivinknollen des Gröditzberges eine lamellare Verwachsung von Enstatit und Diallag vorliegt. Beide Mineralien liegen entsprechend dem gewöhnlichen Zwillingsgesetze des Pyroxen's

¹ Der Einfachheit wegen sind im Nachfolgenden die für den Enstatit geltenden Bezeichnungen Makro- und Brachypinakoid auch für das Ortho- und Klinopinakoid des mit dem Enstatit verwachsenen monoklinen Mineralen gebraucht.

mit ihren Makropinakoiden aneinander. Die Verwachsung ist eine äusserst regelmässige, denn die Lamellen sind durchaus ebenflächig begrenzt, keilen sich nicht aus, sondern setzen gleichmässig durch das ganze Mineral hindurch, so dass das mikroskopische Bild im polarisirten Licht durchaus einer polysynthetischen Zwillingsbildung gleicht. Ausserdem wechseln die Enstatit- und Diallaglamellen regelmässig mit einander ab, so dass sogar ihrer Masse nach beide Mineralien sich ziemlich das Gleichgewicht halten. Die Dicke der einzelnen Lamellen ist verschieden, sie variiert von 0,01 mm bis 0,07 mm. So viel mir bekannt geworden, ist eine derartige regelmässige lamellare Verwachsung von Enstatit und Diallag bis jetzt noch nicht näher beschrieben worden, obwohl bereits ROSENBUSCH darauf hinweist, dass die Enstatite in den Gesteinen der Plagioklas-Enstatitreihe in Schnitten aus der Vertikalzone bei gekreuzten Nicols Erscheinungen zeigen, welche auf eine lamellare Verwachsung von rhombischem und klinorhombischem Pyroxen mit parallelen Vertikalaxen hinzuweisen scheinen².

Was nun die Mikrostruktur zunächst des Enstatites betrifft, so zeigt derselbe, wie schon erwähnt, in Dünnschliffen parallel dem Brachypinakoid eine äusserst feine Streifung parallel der Vertikalaxe. Bei starker Vergrösserung löst sich dieselbe in lauter mehr oder weniger lange nadelförmige Einlagerungen von schwach gelblicher Farbe auf. Schlifflinien nach dem Makropinakoid zeigen die nadelförmigen Einlagerungen in derselben Gestalt und Anordnung zur Hauptaxe. Während aber die Breite derselben auf $\infty \check{P}_{\infty}$ durchschnittlich 0,0005 mm beträgt, so beträgt sie auf $\infty \bar{P}_{\infty}$ 0,0006 bis 0,0007 mm. Sie haben also ihre grösste Flächenausdehnung in der Ebene des Makropinakoides und dürfen deshalb als nach diesem eingeschaltet zu betrachten sein. Auf $\infty \check{P}_{\infty}$ würden diese nadelförmigen Einlagerungen danach in ihrer Seitenansicht erscheinen. Von anderweitigen Einschlüssen ist der Enstatit fast ganz frei. Ziemlich selten finden sich einige Glaseinschlüsse und zwar dann immer im Zusammenhange mit einer Anhäufung solcher Einschlüsse im benachbarten Diallag. In gewissen Abständen werden die Enstatitlamellen von Spalten senk-

² Mikroskop. Physiogr. Bd. II, p. 463 u. 478.

recht zu ihrer Streifung durchsetzt, welche durch ihren regelmässigen Verlauf auffallen. Diese Spalten sind nur auf die Enstatitlamellen beschränkt; treffen sie auf die benachbarten Diallaglamellen, so hören sie entweder ganz auf oder durchsetzen doch den Diallag in ganz unregelmässiger Weise, wobei dann oft in der folgenden Enstatitlamelle der Sprung wieder glatt und senkrecht zur Streifung weitergeht. Hierdurch erhalten die Enstatitlamellen das Aussehen quergegliederter Faserbündel und heben sich in Folge dessen deutlich vom Diallag ab. Schläffe nach dem Makropinakoid zeigen die erwähnten Spalten über die ganzen Flächen der Enstatitlamellen hinüberlaufend, senkrecht zu der hier neben der Streifung sichtbaren brachydiagonalen Spaltbarkeit. Diese Spalten sind die Ursache für das oben erwähnte Herausbrechen treppenförmiger Flächen auf dem Makropinakoid. Trotz ihrer Regelmässigkeit sind sie wohl kaum als wirkliche Spaltungsdurchgänge, vielmehr als Absonderungsklüfte aufzufassen, wie solche auch ROSENBUSCH vom Enstatit erwähnt³.

Wie sich diese Absonderungsklüfte zum Diallag verhalten, ist bereits angegeben. Zu erwähnen ist aber noch, dass zuweilen die Fortsetzung einer solchen Kluft im Diallag durch eine Schicht reihenweise geordneter Glaseinschlüsse gebildet wird. Überhaupt ist der Diallag ungemein reich an Glaseinschlüssen, manchmal vollständig von ihnen durchspickt. Mitunter durchsetzen lange Schwärme derselben in schräger Richtung Enstatit und Diallag. Stets aber sind diese Einschlüsse im Enstatit spärlicher, während sie im benachbarten Diallag sich dann massenhaft einstellen. Viel seltener als diese Glaseinschlüsse mit fixer, auch bei Erwärmung unveränderlicher Libelle sind die Flüssigkeitseinschlüsse im Diallag. Dieselben sind äusserst dunkel umrandet, besitzen eine sehr mobile Libelle und ähneln in jeder Beziehung den Einschlüssen, welche sich vereinzelt auch in den grösseren Augiten des Gröditzberger Basaltes finden und ihrer ganzen Erscheinungsweise nach nur als Flüssigkeitseinschlüsse in Glaseinschlüssen gedeutet werden können. Die Flüssigkeit ist hier wie dort flüssige Kohlensäure. Mit dem FUESS'schen Apparat erwärmt, verschwinden die Libellen zwischen 29° und 30°.

³ Mikr. Physiogr. Bd. I. 253.

Vor allem sind in diesem Diallag die kleinen, gelblichen oder bräunlichen, tafelförmigen Einlagerungen bemerkenswerth, welche sich in Schnitten parallel dem Brachypinakoid beobachten lassen. Dieselben ähneln in ihrem Aussehen ganz denen in den meisten anderen schon untersuchten Diallagen. Die Ansichten über die Natur der in dem Diallag und in ähnlicher Weise im Hypersthen sich findenden tafelförmigen Einlagerungen sind noch ziemlich verschieden. So hält DES CLOIZEAUX die in dem Diallag eines Hyperites von Le Prese im Veltlin vorkommenden Blättchen für Hypersthen, während andererseits KOSMANN die in dem Hypersthen der Labradorküste vorhandenen Einlagerungen ihrer Ähnlichkeit wegen mit den von VOGELSANG in dem Labrador desselben Fundortes aufgefundenen als Diallag bezeichnen zu dürfen glaubt⁴. KOSMANN kommt übrigens in der citirten Arbeit über den Hypersthen schon zu dem Resultate, dass diese tafelförmigen Einlagerungen in Hypersthen und Diallag späterer Entstehung sind als die sie beherbergenden Mineralien, dass sie den auf den Durchgängen dieser durch ihre Spaltbarkeit ausgezeichneten Mineralien circulirenden Lösungen ihre Entstehung verdanken.

Die Einlagerungen in dem mit dem Enstatit verwachsenen Diallage zeichnen sich durch äusserst scharfe und bestimmte Conturen aus. Es lassen sich im Allgemeinen zwei Formentypen unterscheiden, nämlich solche, welche in der Richtung der Hauptaxe des Diallages verlängert und solche, welche in dieser Richtung verkürzt erscheinen. Bei den ersteren beträgt der Durchmesser in der Richtung der Hauptaxe $c = 0,027$ mm, in der Richtung der Axe $a = 0,003$ bis $0,009$ mm, bei den letzteren aber in der Richtung von $c = 0,0015$ bis $0,012$ mm und in der Richtung von $a = 0,015$ bis $0,018$ mm. In Folge dieser Formverschiedenheit hat es den Anschein, als ob die Einlagerungen nach verschiedenen Richtungen dem Diallag eingeschaltet seien. Dem ist jedoch nicht so. Vielmehr liegen sämtliche Einlagerungen in derselben Ebene und zwar der des Brachypinakoides. Als Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung mag zunächst der Umstand angeführt sein, dass in Schliffen nach dem Makropinakoid sich im Diallag nur Einlagerungen in Gestalt oblonger Körnchen und

⁴ N. Jahrb. 1869. 532.

Leistchen erkennen lassen, welche mit ihren Längsaxen ausnahmslos der Hauptaxe des Diallages parallel angeordnet sind. Dann aber sind, wie die Schlitze nach dem Brachypinakoid zeigen, öfters verlängerte und verkürzte Formen mit einander verwachsen, wobei die Umrisse der combinirten Täfelchen sich gleichzeitig scharf im Mikroskope einstellen lassen und daher in einer Ebene liegen. (Fig. 1). Ferner, und diese Thatsache scheint zumeist entscheidend, sind die Winkelverhältnisse der verlängerten und verkürzten Formen, wie die angestellten Messungen beweisen, genau dieselben, was unmöglich wäre, wenn nicht sämtliche Einlagerungen in derselben Ebene liegen würden. Überhaupt erscheinen die Verhältnisse aller dieser tafelförmigen Einlagerungen so regelmässig, dass der Versuch einer Bestimmung der Formen aus den ebenen Winkeln gemacht werden durfte. Den Messungen wurde die durch die lamellare Verwachsung in ihrer Richtung stets genau zu fixirende Hauptaxe des Diallages zu Grunde gelegt, welche gleichzeitig auch als Hauptaxe der eingelagerten Täfelchen angenommen wurde. Es wurden die Winkel gemessen, welche die Umgrenzungslinien der Täfelchen mit ihrer Hauptaxe machen. Aus einer grossen Zahl von Messungen ergab sich, dass ausser den der Hauptaxe parallel verlaufenden Kanten nur noch solche vorkommen, welche vier ganz bestimmte Winkel mit der Hauptaxe machen. Es fanden sich nämlich als Mittel von je zehn Messungen die Winkel:

$$\begin{aligned} \alpha &= 78^{\circ} 6' ; \mu' = 74^{\circ} 3' 3'' = P \\ \beta &= 50^{\circ} 24' ; \mu' = 49^{\circ} 51' = -P \\ \gamma &= 48^{\circ} 24' ; \mu' = 50^{\circ} 2' 14'' = 2P \\ \delta &= 22^{\circ} ; \mu' = 21^{\circ} 36' 23'' = -4P. \end{aligned}$$

Vergleicht man nun die Werthe der gemessenen Winkel $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ mit den ihnen gegenüber gestellten Werthen des Winkels μ' (Winkel der klinodiagonalen Polkanten zur Vertikalaxe) verschiedener Hemipyramiden, wie sie v. KOKSCHAROW am Pyroxen gemessen hat, so fällt sofort ihre nahe Übereinstimmung auf. Die wirklich noch vorhandenen Differenzen sind nicht derartig, dass sie die durch die Methode der Messung im Mikroskope begründete Fehlergrenze überschritten. Setzt man nun gestützt auf die jedesmal gefundenen Winkelwerthe für die Taf. XI abgebildeten Formen der

Täfelchen die entsprechenden Combinationen, als deren klinodiagonale Hauptschnitte sie sich gewissermassen darstellen, so erhält man folgende Combinationen:

Taf. XI, Fig. 11.	P,	4P,	∞P_{∞} .
" " " 12.	2P,	∞P_{∞} ,	∞P_{∞} .
" " " 13.	-4P,	∞P_{∞} ,	∞P_{∞} .
" " " 14.	P,	2P,	∞P_{∞} , ∞P_{∞} .
" " " 15.	2P,	-4P,	∞P_{∞} , ∞P_{∞} .
" " " 16.	2P,	-P,	∞P_{∞} , ∞P_{∞} .
" " " 17.	P,	2P,	-4P, ∞P_{∞} , ∞P_{∞} .

Abgesehen von den Formen, bei denen durch starke Verkürzung in der Richtung von *c* die in der Vertikalzone liegenden Flächen nicht zur Entwicklung gelangt sind, so dass dieselben ganz schmale Leisten darstellen, stehen die hier zusammengestellten Combinationen den wirklich am Pyroxen beobachteten nicht blos sehr nahe, sondern fallen in einigen Fällen geradezu mit ihnen zusammen. Es scheint sonach als erwiesen gelten zu dürfen, dass in vorliegendem Diallag die tafelförmigen Einlagerungen die Form des Pyroxen's oder nach der Bezeichnung ROSENBUSCH'S die Form ihres Wirthes besitzen.

Es fragt sich nun, aus welcher Substanz bestehen diese Täfelchen. Trotzdem dieselben sich durch ihre Farbe und scharfen Umrisse deutlich von der Diallagmasse abheben, wirken sie doch in keiner Weise auf das polarisirte Licht. Sie werden mit dem Diallag gleichzeitig hell und dunkel und wirken nicht im Geringsten störend auf die empfindlichsten Farben einer eingeschobenen Quarzplatte. Es können also diese Täfelchen, wenn sie nicht selbst Diallag oder negative Krystalle sind, nur aus einer durchaus isotropen Substanz bestehen. Günstige Umstände gestatteten auch hier, der Entscheidung näher zu treten. Ausser den beschriebenen Täfelchen lassen sich nämlich in Schlifren parallel dem Brachypinakoid hin und wieder bräunlich-gelbe Häute beobachten, welche manchmal die ganze Breite der Diallaglamellen auf grosse Strecken ihrer Länge einnehmen, manchmal aber nur als schmale Streifen an der Grenze der Enstatit- und Diallaglamellen erscheinen, genau so, als ob sie in die Fugen zwischen Enstatit und Diallag fortsetzten. In der That gelang es an

Spaltungsstücken nach dem Makropinakoid das Vorhandensein dieser gelblich-braunen Masse in Gestalt feiner Häute zwischen den Enstatit- und Diallaglamellen nachzuweisen. Diese gelbbraune Masse stimmt nun in Aussehen und optischem Verhalten auf das Genaueste mit der Substanz der tafelförmigen Einlagerungen überein. Namentlich konnte ihre Apolarität sicher festgestellt werden, da kleine Splitterchen der zwischen Enstatit und Diallag sitzenden Häute isolirt werden konnten. Durch ihr Auftreten zwischen den Enstatit- und Diallaglamellen und ihr Eindringen von diesem Orte aus in die Ebene des Brachypinakoides wird diese braune Substanz deutlich als ein Infiltrationsprodukt gekennzeichnet. Ihre Ähnlichkeit mit einer in einem Augit des Gröditzberger Basaltes vorkommenden opalartigen Substanz veranlasst mich, auch sie als Opal anzusprechen. Ihr Aussehen und ihre Widerstandsfähigkeit gegen Rothgluth und concentrirte Säuren scheint durchaus für eine solche Annahme zu sprechen. Da nun nach ihrem optischen und physikalischen Verhalten das hier als Opal gedeutete Infiltrationsprodukt und die Substanz der Täfelchen durchaus als identisch betrachtet werden müssen, so erscheint es gerechtfertigt, auch letzteres als Opal anzusehen. Diese Annahme stimmt mit der Ansicht KOSMANN's von der secundären Entstehung derartiger Einlagerungen recht wohl überein.

Die Form, unter welcher eine infiltrirte amorphe Mineralsubstanz erscheint, wird immer bedingt durch die Gestalt des Raumes, in welchem sie zur Ablagerung gelangt. Da nun in vorliegendem Falle die infiltrirte Opalsubstanz in Formen auftritt, welche dem sie beherbergenden Diallag als einer Pyroxenvarietät zukommen, so darf mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden, dass die gelbbraunen tafelförmigen Einlagerungen in dem mit dem Enstatit verwachsenen Diallag nichts anderes sind als mit Opal erfüllte negative Formen des Diallages.

Die nadel- und leistenförmigen Einlagerungen im Enstatit gestatten zwar ihrer Feinheit wegen keine Formenbestimmung, verhalten sich aber im übrigen genau so wie die tafelförmigen Interpositionen des Diallags. Deshalb glaube ich auch sie als durch dieselbe Opalmasse erfüllte Hohlräume annehmen zu können.

Die vorstehenden Untersuchungen an dem bisher für Enstatit

gehaltenen Mineral aus den Olivinknollen des Gröditzberges haben also folgende Resultate geliefert:

1) Enstatit und Diallag kommen hier in regelmässiger lamellarer Verwachsung vor, in der Weise, dass dem Enstatit parallel seinem Makropinakoid Lamellen von Diallag eingeschaltet sind.

2) Die nadel-, leisten- und tafelförmigen Einlagerungen in beiden Mineralien sind als mit Opal erfüllte negative Formen der Wirthe zu betrachten.

5. Über die Zwillingsbildung des Sirgwitzer Phillipsites.

Von P. TRIPPKE.

(Hierzu Taf. XI.)

In seiner Abhandlung „Zur Naturgeschichte des Kreuzsteines oder Harmotomes“ erwähnt bereits KÖHLER das Vorkommen von Phillipsitkrystallen in den Blasenräumen des Sirgwitzer Basaltes⁵. Später ist die äussere Form derselben von STRENG näher beschrieben worden⁶. Die Krystalle sind nach ihm vollkommene Durchkreuzungszwillinge des seltenen Niddaer Typus. In der Prismenzone werden die Krystalle nach Aussen begrenzt durch die horizontal gestreiften Flächen von $\infty\check{P}\infty$, während $\infty\bar{P}\infty$ in den einspringenden Winkeln liegt. Die Endigung wird gebildet durch die Pyramide P, deren makrodiagonale Endkanten durch $\check{P}\infty$ resp. $m\check{P}\infty$ abgestumpft werden. Die parallel diesen Kanten gestreiften Flächen P der beiden sich durchkreuzenden Individuen fallen, wenn beide sich das Gleichgewicht halten, in eine Ebene. Es ist dann die Spitze des Winkels, den die Streifung auf beiden Flächen bildet, nach oben gerichtet.

STRENG hat nun an den Phillipsitkrystallen von Nidda und vom Stempel b. Marburg eine dem Harmotom entsprechende Federstreifung auf dem Makropinakoid aufgefunden. Er erwähnt nicht, dass ihm ein Gleiches auch bei den Sirgwitzer Krystallen gelungen ist. Es liegt dies wahrscheinlich daran, dass die ihm zu Gebote stehenden Krystalle, wie er selbst angiebt, bereits stark zersetzt waren und Glasglanz nur noch an einigen Stellen

⁵ POGG. Ann., Bd. 37, 1836, p. 560.

⁶ N. Jahrb. 1875, p. 585.

zeigen. Das Breslauer mineralogische Museum besitzt jedoch auch viele ganz frische Krystalle von Sirgwitz, die überall vollkommenen Glasglanz aufweisen. Einige von diesen Krystallen zeigen nun die besagte Federstreifung auf dem Makropinakoid ganz deutlich und zwar in ähnlicher Weise, wie sie STRENG von den vorerwähnten Vorkommnissen abgebildet hat⁷. Neben dieser Streifung auf $\infty\bar{P}\infty$ ist auch die horizontale, parallel der Combinationskante mit $\infty\check{P}\infty$ verlaufende Streifung auf $\check{P}\infty$ recht gut wahrzunehmen. Die Flächen $\infty\check{P}\infty$ sind gleichfalls horizontal gestreift. Es ist diese Streifung aber durchaus keine geradlinige. Vielmehr sind die Streifen schwach bogenförmig gekrümmt, so zwar, dass in der oberen Krystallhälfte die convexe Seite nach oben, in der unteren nach unten gerichtet ist.

STRENG hat in der citirten Arbeit, gestützt auf das Vorhandensein der Federstreifung auf $\infty\bar{P}\infty$, wodurch die vollkommene Identität der Formen des Harmotoms und Phillipsites dokumentirt wird, versucht, dem Phillipsit dieselbe Aufstellung und Deutung als Zwillings des monoklinen Systems zu geben, welche DES CLOIZEAUX für den Harmotom angenommen hat. Was die Einzelheiten dieser Darstellung anbetrifft, so verweise ich auf die betreffende Arbeit selbst.

Übrigens möge hier aus der Zahl derer, die schon früher dem Kreuzstein ihre Aufmerksamkeit zugewendet haben, besonders BREITHAUPT genannt werden, welcher vorzugsweise werthvolle Beiträge zur Beurtheilung der krystallographischen Entwicklung der Phillipsitkrystalle geliefert hat⁸. Ich werde seiner später noch zu gedenken haben.

Da die Sirgwitter Philippsite vermöge ihrer Grösse und Beschaffenheit geeignetes Beobachtungsmaterial für optische Untersuchungen abzugeben versprochen, so ist mit Rücksicht darauf, dass die STRENG'sche Auffassung bislang vorwiegend in den äusseren Formverhältnissen ihre Unterstützung findet, dagegen ein entscheidender optischer Beweis für den monoklinen Charakter noch nicht erbracht ist, der Versuch gemacht worden, durch erneuerte optische Prüfung bestimmteren Aufschluss über das

⁷ N. Jahrb. 1. c.

⁸ Handb. d. Min., Bd. I, 307.

Krystallsystem und die Zwillingsbildung des Phillipsites zu erhalten. Für die optische Untersuchung wurden Präparate von verschiedener Stärke bis zu recht dünnen Schliften, nach drei krystallographischen Richtungen angefertigt, nämlich parallel $\infty\check{P}\infty$ (oP), $\infty\bar{P}\infty$ ($\infty P\infty$) und senkrecht zur Hauptaxe im rhombischen System ($P\infty$). Zur Beobachtung stand mir ein FUESS'sches nach ROSENBUSCH construirtes Mikroskop, so wie ein BREZINA'sches Stauroskop zur Verfügung. Die stauroskopischen Untersuchungen wurden jedoch z. Th. mit Hinweglassung der BREZINA'schen Platte ausgeführt, da die Zusammensetzung der kleinen Phillipsitdurchschnitte aus zahlreichen Stücken und Lamellen es unmöglich machte, die Lage der Hauptschwingungsrichtungen in diesen Stücken durch die Störungen der Kalkspathinterferenzbilder zu messen.

Aus den angestellten Untersuchungen hat sich ergeben, dass der optische Character des Phillipsites ein durchaus monokliner ist, dann aber ferner, dass die Sirgwitzer Phillipsitkrystalle nicht blosse Doppelzwillinge im Sinne STRENG's, sondern viel complicirtere polysynthetische Zwillinge sind. Für die im Folgenden gegebene Darstellung dieser Verhältnisse schliesse ich mich bezüglich der Bezeichnung STRENG an. Er stellt den Phillipsit so, dass die bisherigen Flächen

P	sich	verwandeln	in	∞P
$\check{P}\infty$	"	"	"	$\infty P\infty$
$\infty\check{P}\infty$	"	"	"	oP
$\infty\bar{P}\infty$	"	"	"	$\infty P\infty$
$2\bar{P}2$	"	"	"	$\infty P2$
oP	"	"	"	$P\infty$

Die gewöhnlichen Durchkreuzungszwillinge des Phillipsites Taf. XI, Fig. 2 hält STRENG für Doppelzwillinge, gebildet aus einfachen Krystallen der Combination ∞P , $\infty P\infty$, oP , nach zwei Gesetzen. Für das erste Gesetz ist Zwillingsebene die Fläche oP resp. $P\infty$ und Zwillingsaxe die Normale darauf. Die Individuen sind um 180° gegen einander verwendet. Für das zweite Gesetz ist Zwillingsebene die Fläche $P\infty$ und Zwillingsaxe die Klinodiagonale. Die Individuen sind um 90° gegen einander verwendet. Und zwar sind zunächst zwei einfache Krystalle nach

dem ersten Gesetz zu einem einfachen Durchkreuzungszwilling verwachsen, Taf. XI, Fig. 1. Zwei solcher einfachen Zwillinge treten dann nach dem zweiten Gesetz zu einem Doppézwilling zusammen, Taf. XI, Fig. 2. In diesem Sinne werden die Bezeichnungen einfacher und Doppézwilling gebraucht werden.

BREITHAUPT hat mit dem ihm eigenen Scharfsinn den complicirten Bau der Phillipsitkrystalle, wie überhaupt der Kreuzsteine, welche er bekanntlich für triklin hielt, zuerst erkannt. Löst man das erste Zwillingsgesetz STRENG's in zwei gesonderte Zwillingsgesetze auf, wozu man nach dem Vorhandensein zweier verschiedener Zwillingflächen oP und P_{∞} berechtigt ist, so fällt die BREITHAUPT'sche Auffassung durchaus mit der von STRENG zusammen. Bei einem Doppézwilling würden danach alle acht Stücke, aus denen er zusammengesetzt ist, auch acht verschiedenen Individuen angehören, er selbst also als ein nach drei Gesetzen gebildeter Achtling anzusehen sein.

Was zunächst die Präparate parallel oP (∞P_{∞}) anbetrifft, so wurden sie leicht hergestellt, da man ohne Weiteres eine glatte, glasglänzende Fläche oP auf den Objektträger aufkitten konnte und dann nur eine hierzu parallele Fläche anzuschleifen brauchte. Die auf diese Weise angefertigten Präparate enthalten immer nur Theile eines einfachen nach dem ersten Gesetz gebildeten Zwillinges. Bei der Betrachtung eines derartigen Schnittes zwischen gekreuzten Nicols ergibt sich, dass die Hauptschwingungsrichtungen parallel und senkrecht zu der Kante $oP : \infty P_{\infty}$ orientirt sind. Es stimmt dies vollkommen mit der von STRENG angenommenen Zwillingbildung. Die Fläche oP eines einfachen Zwillinges wird hiernach nämlich durch die bei der Zwillingverwachsung nach dem ersten Gesetz in eine Ebene fallenden basischen Flächen a und b zweier einfachen Krystalle gebildet, Taf. XI, Fig. 1 und 2. Da nun, wenn der Phillipsit monoklin krystallisirt auf oP die Auslöschungsrichtungen parallel und senkrecht zur Kante $oP : \infty P_{\infty}$ liegen müssen und andererseits auch durch die Zwillingbildung nach dem ersten Gesetz die Lage zur orthodiagonalen Axe nicht geändert wird, so muss die Basis eines einfachen Zwillinges, obwohl sie von den beiden Individuen a und b gebildet wird, sich zwischen gekreuzten Nicols doch genau so verhalten, als ob sie einem einfachen Krystalle angehörte. Das

thut sie denn auch. Es ist nach dem Gesagten leicht einzusehen, dass auf oP die der Zwillingsebene P_{∞} entsprechende Zwillingsgrenze nicht deutlich hervortreten wird. Es ist dies im vorliegenden Falle um so weniger möglich, als der Phillipsit auf oP in der Gegend der Zwillingsgrenze stark rissig erscheint. Diese Risse scheinen mit dem später noch zu erwähnenden lamellaren Durcheinandergreifen der in Zwillingstellung befindlichen Theile a und b im Zusammenhange zu stehen.

Ein Schnitt parallel P_{∞} (senkrecht zur Hauptaxe im rhombischen System) durch die vordere Krystallhälfte eines Doppelzwillings gelegt, trifft natürlich die beiden sich durchkreuzenden einfachen Zwillinge I und II in gleicher Weise. Ein derartiger Schnitt hat eine kreuzförmige Gestalt. Die einspringenden Winkel entsprechen den Flächen ∞P_{∞} , die das Kreuz nach Aussen begrenzenden Linien aber den Flächen oP der verwachsenen Individuen. Wenn keine anderweitige Zwillingbildung als nach den vorerwähnten beiden Gesetzen sich an der Bildung dieses Kreuzes beteiligte, müsste es naturgemäss aus nur vier Stücken bestehen, welche nach der Mitte des Kreuzes zu sich in den der Fläche P_{∞} entsprechenden Zwillingsgrenzen treffen, Taf. XI, Fig. 5. Die zwei einander gegenüberliegenden Stücke a b würden dem Zwilling I angehören und nach dem ersten Gesetz verwachsen sein, ebenso die beiden Stücke a' b' in derselben Weise dem Zwilling II. In allen vier Stücken müssen die Auslöschungsrichtungen parallel und senkrecht zur Kante ∞P_{∞} resp. oP liegen, da für alle der Schnitt der orthodiagonalen Zone angehört. Die nach P_{∞} angefertigten Präparate lassen jedoch zwischen gekreuzten Nicols erkennen, dass das Kreuz nicht aus vier, sondern aus zwölf einzelnen Feldern besteht, Taf. XI, Fig. 6 u. 7⁹. Auf den ersten Blick ist aber zu sehen, dass vier davon genau so liegen, wie es eben von einem Doppelzwillings im Sinne STRENG's vorausgesetzt war, nämlich die Stücke a b a' b' Taf. XI, Fig. 6 u. 7. Die Hauptschwingungsrichtungen liegen in allen vier Stücken parallel und senkrecht zur Kante oP resp. ∞P_{∞} . Sie werden deshalb gleichzeitig hell und dunkel.

⁹ Die Durchschnitte sind in der Stellung gezeichnet, in welcher die Zwillingsgrenzen ss einen Winkel von 8° mit den optischen Hauptschnitten der Nicols machen.

Schnitte parallel ∞P_{∞} ($\infty \bar{P}_{\infty}$) durch einen der zu einem Doppelzwilling verwachsenen einfachen Zwillinge gelegt, werden in der Richtung der Klinodiagonale stets auch noch Theile des zweiten, mit ihm nach P_{∞} verwachsenen Zwillinges treffen, zu welchem natürlich derselbe Schnitt parallel oP verläuft. In diesen nach oP getroffenen Theilen des zweiten Zwillinges werden selbstverständlich die Hauptschwingungsrichtungen parallel und senkrecht zur Kante $oP : \infty P_{\infty}$ liegen. Im Übrigen muss ein solcher klinodiagonaler Schnitt unter gekreuzten Nicols sich aus vier Stücken $a a$ und $b b$ zusammengesetzt erweisen, wie dies in Taf. XI, Fig. 3 dargestellt ist¹⁰. Je zwei dieser Stücke nämlich $a a$ und $b b$ werden optisch gleich orientirt sein, da sie nicht zu einander in Zwillingstellung stehen, vielmehr demselben einfachen Krystalle angehören. Dagegen müssen die Hauptschwingungsrichtungen in den einzelnen Stücken schief zur Kante $oP : \infty P_{\infty}$ liegen, aber in Folge der Zwillingbildung in allen Stücken denselben Winkel mit den Zwillingsgrenzen machen. Es wurde nun, um dieses Verhalten zu constatiren, durch den Zwilling I eines Sirgwitzer Doppelzwillings parallel ∞P_{∞} ein Schnitt gelegt und zwar möglichst durch das Centrum des Krystalles, um nur geringe Theile des Zwillinges II in den Schriff zu erhalten. Das Präparat enthielt demnach, entsprechend der Zwillingsgrenze oP des Zwillinges I verlaufend nur geringe, nach dem Centrum des Krystalles sich auskeilende, mehrfach durch Theile von I getrennte Partien des Zwillinges II, die Stücke $a' b'$ in Fig. 4. Die Hauptschwingungsrichtungen liegen in diesen parallel zu oP getroffenen Theilen a' und b' des Zwillinges II auch wirklich parallel und senkrecht zur Kante $oP : \infty P_{\infty}$. Der übrige Theil des Präparats gehört dem Zwilling I an. Er zeigte sich aber zwischen gekreuzten Nicols, nicht wie erwartet wurde, aus vier, sondern aus acht Stücken zusammengesetzt. Es sind dies die Stücke $a a b b c f e' d'$ in Taf. XI, Fig. 4. Die Stücke $c f$ und $e' d'$ bilden die Kanten zu ∞P , während $a a$ und $b b$ an den Kanten zu oP

¹⁰ Die klinodiagonalen Durchschnitte Fig. 3 u. 4 sind in der Stellung gezeichnet, in welcher die der Fläche oP entsprechende Zwillingsgrenze einen Winkel von $22,5^{\circ}$ mit dem optischen Hauptschnitt eines der Nicols macht.

liegen. Letztere erweisen sich deshalb, da der untersuchte Schnitt durch das Centrum des Zwillinges geht, als identisch mit den Stücken a b im vorigen, parallel P_{∞} gelegten Schnitte, welche ebenfalls die Kanten zu oP bilden, Taf. XI, Fig. 6 u. 7. Es entsprechen somit die Stücke a a und b b den auf der Fläche ∞P_{∞} eines einfachen Zwillinges vorausgesetzten vier Stücken. Die Hauptschwingungsrichtungen liegen in ihnen in der That schief zu den Kanten, machen aber in den einzelnen Stücken mit den Zwillingsgrenzen denselben Winkel. Es beträgt derselbe, bezogen auf die der Fläche oP entsprechende Zwillingsgrenze, im Mittel $22,5^{\circ}$. Die Theile a und b greifen dort, wo sie in der Zwillingsgrenze P_{∞} zusammentreffen, in Gestalt dünner, von der Zwillingsgrenze aus an Grösse abnehmender Lamellen mehrfach in einander über, Fig. 4, so dass bei Dunkelstellung des eines Theiles die ihn durchsetzenden Lamellen des anderen deutlich farbig aus ihm hervorleuchten.

Die bisherigen Betrachtungen haben den Beweis geliefert, dass in der That die Haupttheile der Sirgwitter Phillipsitkrystalle zu einander in Stellungen sich befinden, welche nur durch die Annahme der von STRENG aufgestellten Verwachsung von vier monoklinen Grundkrystallen nach den beiden oben angeführten Gesetzen erklärt werden können. Das Vorhandensein einer Auslöschungsschiefe von $22,5^{\circ}$ auf ∞P_{∞} und die parallele und senkrechte Orientirung in Schnitten aus der orthodiagonalen Zone beweisen auf das Deutlichste den monoklinen Charakter des Phillipsites.

Es bleiben nur noch die ausserdem in den besprochenen Schnitten zwischen gekreuzten Nicols zu beobachtenden Stücke zu erklären. Ich kehre zu den Schnitten parallel P_{∞} zurück. Diese kreuzförmigen Durchschnitte bestehen ausser aus den vier bereits besprochenen Feldern a b a' b' noch aus acht weiteren Feldern, von denen immer je zwei einander kreuzweise gegenüber liegende optisch gleich orientirt sind, nämlich c d', d c', e f', f e, Taf. XI, Fig. 6 u. 7. Diese acht Stücke treffen sich, wie dies namentlich in Fig. 7, wo sie besonders stark entwickelt sind, gut zu sehen ist, in den Linien rr und ss, welche einander unter 45° schneiden. Von den acht Feldern werden immer vier und zwar die abwechselnden, rechtwinkelig zu einander stehenden gleichzeitig hell und dunkel. Die Auslöschungsrichtungen haben

in diesen acht Stücken keine parallele und senkrechte Lage zu einer Krystallkante. Sie machen vielmehr mit den Linien rr und ss , unter welchen sich alle diese Stücke treffen, stets denselben Winkel von 7 bis 8° . Danach müssen diese Stücke zu einander in der gleichen Zwillingstellung stehen. Ferner muss, da die Winkel der Auslöschungsrichtungen zu beiden Seiten der Zwillingsgrenzen rr und ss stets dieselben sind, die Ebene des Schnittes, welche für die Stücke $a b a' b'$ parallel P_∞ verläuft, für die Stücke $c d' d c' e f' f e'$ normal zu ihren den Zwillingsgrenzen rr und ss entsprechenden Zwillingsebenen liegen. Aus diesem letzteren Umstand geht ferner hervor, dass diese acht Felder niemals durch zwei einfache nach dem ersten Gesetz verwachsene Zwillinge gebildet sein können, denn ein solcher einfacher Zwilling zeigt nur in klinodiagonalen Schnitten gleiche Auslöschungswinkel zur Zwillingsgrenze. Diese Winkel betragen aber $22,5^\circ$, während nur 7 bis 8° im vorliegenden Falle gemessen werden konnten. Es liegt nahe, diese acht Stücke als durch zwei Doppelzwillinge geliefert aufzufassen, welche mit einander und dem Hauptindividuum nach einem dritten, eine rechtwinkelige Durchkreuzung bedingenden Gesetze verwachsen sind. Nun giebt es in einem Doppelzwilling, wie er oben in seinen optischen Eigenthümlichkeiten entwickelt worden ist, nur eine Ebene der schiefen Auslöschung, nach welcher die beiden einfachen, ihn zusammensetzenden Zwillinge stets in gleicher Weise von einem Schnitt getroffen werden. Es ist dies die Ebene des Klinodomas P_∞ . Ein nach dieser Ebene durch einen Doppelzwilling gelegter Schnitt hat genau dieselbe Beschaffenheit wie ein klinodiagonaler Schnitt durch einen einfachen nach dem ersten Gesetz gebildeten Zwilling, Taf. XI, Fig. 4. Er besteht wie dieser aus vier Stücken, von denen je zwei einander kreuzweise gegenüberliegende optisch gleich orientirt sind. Es gehören hier aber nicht wie dort die gleich orientirten Stücke demselben Individuum an, sondern diese vier Stücke werden von den vier Individuen gebildet, aus denen der Doppelzwilling besteht. Immer die beiden nebeneinander liegenden nach P_∞ verwachsenen Stücke gehören zu dem einen, die beiden anderen zu dem zweiten einfachen Zwillinge. Die gleiche Orientirung der gegenüberliegenden, immer zwei verschiedenen Individuen angehörenden Stücke hat darin ihren Grund,

dass dieselben durch das Zusammentreten der beiden einfachen Zwillinge zu einem Doppelzwilling eine gleichsinnige Lage rechts und links von der Zwillingsebene P_{∞} erhalten haben. Was aber einen solchen parallel P_{∞} durch einen Doppelzwilling gelegten Schnitt scharf von einem klinodiagonalen Durchschnitt eines einfachen Zwillinges unterscheidet, ist der Umstand, dass, während in letzterem die Auslöschungsschiefe in den einzelnen Stücken $22,5^{\circ}$ beträgt, sie in ersterem nur $11,25^{\circ}$ betragen darf. Denn da P_{∞} in gleicher Weise zu oP wie zu ∞P_{∞} geneigt ist, so wird die Auslöschungsschiefe auf P_{∞} nur halb so gross sein wie auf ∞P_{∞} . Die hiernach sich für das Klindoma P_{∞} ergebende Auslöschungsschiefe von $11,25^{\circ}$ ist aber nur 3° bis 4° grösser als die an den acht Stücken gemessene. Diese Abweichung findet darin ihre Erklärung, dass vielfach die Theile mit paralleler und senkrechter Auslöschung $a b a' b'$ in Gestalt feiner Lamellen in die benachbarten Stücke mit schiefer Auslöschung hinübergreifen und umgekehrt. Stellt man die Felder $a b a' b'$ auf Dunkel, so sieht man nämlich deutlich feine Streifen hell bleiben. Dieselben stehen augenscheinlich mit den benachbarten bei dieser Stellung ebenfalls hell erscheinenden Stücken im Zusammenhang. Dieselbe Wahrnehmung kann man an allen übrigen Stücken machen, welche manchmal durch Theile von $a b a' b'$ ganz von den einspringenden Winkeln des Kreuzes verdrängt werden. Die Einwirkung des lamellaren Übergreifens der Stücke $a b a' b'$ in die übrigen wird sich naturgemäss in einer Verminderung der Auslöschungsschiefe aussprechen. Hiermit stimmt nun die Thatsache recht gut, dass der Winkel der Auslöschung in den acht Stücken immer nur 3° bis 4° kleiner gefunden wurde als er sein sollte, niemals grösser. Hiernach dürfen die acht Stücke sehr wohl als zweien Doppelzwillingen angehörig aufgefasst werden, welche von dem für $a b a' b'$ parallel P_{∞} verlaufenden Schnitt nach P_{∞} getroffen sind. Die beiderseits der Zwillingsgrenzen rr liegenden Stücke $c d' d e'$ und $e f' f e'$ gehören je einem solchen Doppelzwilling an. Beide Doppelzwillinge durchkreuzen sich rechtwinkelig. Die dieser Zwillingungsverwachsung entsprechenden Zwillingsgrenzen sind ss . Da die Linien rr den Winkel von 90° , welchen ss mit einander machen, gerade halbiren, so können bei der eben festgestellten Lage der Doppelzwillinge zur Schnittebene die Zwillingsgrenzen ss' nur ihren Prismenflächen

entsprechen, da die Fläche P_{∞} gerade den Winkel von 90° halbiert, welchen die in der Endigung zu einer anscheinend quadratischen Pyramide zusammenfallenden Prismenflächen eines Doppelzwillings über einer Ecke mit einander machen. Hieraus ergibt sich, dass die dem Hauptindividuum eingeschalteten beiden Doppelzwillinge sich nach der Fläche ∞P rechtwinkelig durchkreuzen. Aus der Lage der Zwillingsgrenzen rr und ss , sowie aus der Lage der eingeschalteten Doppelzwillinge zur Fläche P_{∞} des Hauptindividuum ergibt sich ferner, dass von den drei Zwillingsebenen, nach denen diese beiden Doppelzwillinge gebildet sind, die beiden P_{∞} und P_{∞} mit den gleichen des Hauptindividuum abwechselnd zusammenfallen, dass aber die dritte ∞P ein den Flächen ∞P_{∞} oder oP des Hauptindividuum entsprechende Lage hat. Daraus geht ferner hervor, dass diese beiden Doppelzwillinge mit dem Hauptindividuum ebenfalls nach der Fläche ∞P verwachsen sein müssen. Dadurch findet auch der auffallende Umstand, dass die dem Hauptindividuum eingeschalteten Doppelzwillinge mit ihren Prismenflächen, wie aus der Lage derselben in den einspringenden Winkeln hervorgeht, die Flächen ∞P_{∞} des Hauptindividuum bilden können, seine Erklärung. Nun finden auch die Stücke $c f e' d'$, welche bei der Betrachtung klinodiagonaler Schnitte neben den zum Hauptindividuum gehörigen Stücken $a a b b$ sich erkennen lassen, ihre einfache Deutung, Taf. XI, Fig. 4. Die beiden neben einander liegenden Stücke $c e'$ finden sich in den Schnitten Fig. 6 und 7 wieder, da dieselben als durch die vordere Krystallhälfte eines Doppelzwillings gelegt gedacht sind. Aus diesen beiden Schnitten ist ersichtlich, dass c dem einen und e' dem anderen mit ersterem und dem Hauptindividuum nach ∞P verwachsenen Doppelzwilling angehört, ferner dass f zu demselben Doppelzwilling wie e' , und d' zu demselben wie c gehören muss; f und e' und ebenso c und d' sind nach P_{∞} verwachsen, wobei P_{∞} mit P_{∞} , der Zwillingsfläche für a und b zusammenfällt. Dagegen sind c mit e' und f mit d' nach ∞P verwachsen, wobei ∞P mit oP ebenfalls einer Zwillingsfläche für a und b zusammenfällt. Obwohl nun die vier Stücke $c f e' d'$ vier verschiedenen Individuen angehören, welche wiederum zwei Doppelzwillinge zusammensetzen, so sind doch die einander kreuzweise gegenüberliegenden Stücke optisch gleich orientirt, als ob sie einem und demselben

Individuum angehörten. Es hat dies wiederum seinen Grund in der gleichsinnigen, hier durch die nach ∞P stattfindende Durchkreuzung der Doppelzwillinge bedingte Lage dieser Stücke zur Zwillingsebene ∞P . Aus der Lage der Stücke $c e'$ in Taf. XI, Fig. 7 u. 6 lässt sich leicht ersehen, dass ein klinodiagonaler Schnitt für $a b$ ein Schnitt nach dem Prisma für $c f e' d'$ sein muss. Nach STRENG beträgt der Winkel des Phillipsitprismas $121^\circ 5'$. Es ist demnach die Prismenfläche zu ∞P_∞ ziemlich 30° , zu ∞P_∞ aber 60° geneigt. Es muss deshalb die Auslöschungsschiefe auf ∞P ein Drittel kleiner sein als auf ∞P_∞ , also nur 15° betragen. Hiermit stimmt die für die Stücke $c f e' d'$ gemessene Auslöschungsschiefe von $15,5^\circ$ durchaus überein.

Es reicht, wie sich aus den vorstehenden Betrachtungen ergeben hat, die Auffassung STRENG's zur Erklärung der Zwillingungsverwachsung des Sirgwitzer Phillipsites nicht aus. Diese Phillipsitkrystalle haben sich nämlich nicht als blosse nach zwei Gesetzen gebildete Doppelzwillinge, welche aus nur acht Stücken zu bestehen hätten, sondern als aus 24 Stücken zusammengesetzte Zwölflinge ergeben. Diese 24 Stücke gehören dreien nach dem ersten und zweiten Gesetz gebildeten Doppelzwillingen an, welche wiederum nach einem dritten Gesetz mit einander verwachsen sind. Diese polysynthetische Zwillingungsverwachsung erfolgt in der Weise, dass die resultierende Krystallgestalt durchaus einem nur nach zwei Gesetzen gebildeten Doppelzwillinge gleicht, aus dessen äusserer Erscheinungsweise fast keine Anhaltspunkte für die vorliegende complicirte Zwillingusbildung entnommen werden können.

Legt man die BREITHAUPT'sche Auffassung der Zwillingusbildung zu Grunde, so würde ein Sirgwitzer Phillipsitkrystall einen nach vier Gesetzen gebildeten Vierundzwanzigling repräsentieren.

Das dritte Zwillingsgesetz, auf welches die Interpretation der optischen Erscheinungen führte, ist für den Phillipsit schon lange bekannt. Es ist dasselbe Gesetz, wonach sich drei der bisher für rhombische Zwillinge gehaltenen, meist lang prismatisch ausgebildeten Phillipsitkrystalle rechtwinkelig durchkreuzen. Für dieses Gesetz galt die Fläche P als Zwillingsebene. Diese Fläche wird im monoklinen System zu ∞P und so führt auch STRENG

für das dritte Zwillingsgesetz beim Phillipsit die Fläche ∞P als Zwillingsebene auf.

Durch die Drillingsverwachsungen von Doppelzwillingen, wie sie beim Phillipsit sich finden, werden geradezu reguläre Symmetrieverhältnisse erzeugt, wie dies STRENG in der oben citirten Arbeit ausführlich dargethan hat. STRENG bildet einen derartigen Phillipsitdrilling vom Stempel bei Marburg ab, welcher ganz die Form eines regulären Rhombendodekaëders besitzt, indem immer eine Rhombendodekaëderfläche von je vier in eine Ebene fallenden Prismenflächen zweier der drei sich nach ∞P durchkreuzenden Doppelzwillinge gebildet wird. Einen ähnlichen Drilling, ihm noch als Sechsling rhombischer Krystalle erscheinend, hat bereits 1836 FR. KÖHLER in der oben citirten Arbeit abgebildet. Er lässt jedoch unbestimmt, ob diese Krystallgruppe dem Phillipsit oder Harmotom angehört. Da sich hier die gleichsinnig liegenden Prismenflächen noch nicht zu vollständigen Rhombendodekaëderflächen vereinigt haben, so ist dieser Drilling besonders geeignet zur Erläuterung der in den Sirgwitzer Krystallen vorliegenden ähnlichen Drillingsbildung. Ich reproducire diese Abbildung in Taf. XI, Fig. 9. KÖHLER erwähnt zwar eine Streifung auf den ihm noch für Pyramidenflächen geltenden Prismenflächen, spricht sich aber über ihre Lage nicht weiter aus und hat sie in der Zeichnung fortgelassen. Ich ergänze sie an allen drei verwachsenen Doppelzwillingen im Sinne der an den Sirgwitzer Krystallen auf den in eine Ebene fallenden Prismenflächen zu beobachtenden, den Winkel nach oben kehrenden Streifung. Die ganze Krystallgruppe ist in einen Sirgwitzer Phillipsitkrystall hineingezeichnet zur besseren Erläuterung der nachfolgenden Bemerkungen.

Betrachtet man die Flächenlage der eingeschriebenen Krystallgruppe zu dem umschriebenen Doppelzwilling, so ist ersichtlich, dass der in der Abbildung vertikal stehende Doppelzwilling des Drillings in allen seinen Theilen mit dem umschriebenen coincidirt. Es steht somit der letztere zu den beiden anderen Doppelzwillingen genau in demselben Verhältniss wie jener, das heisst, auch mit ihm dürfen dieselben als nach ∞P verwachsen aufgefasst werden. Daraus ergibt sich ohne Weiteres, dass die in seine klinodiagonale Zone fallenden Prismenflächen dieser beiden Doppel-

zwillinge eine seinen in den einspringenden Winkeln auftretenden Flächen ∞P_{∞} entsprechende Lage haben müssen. Diese Flächen ∞P liegen damit auch gleichzeitig parallel seinen Flächen oP . Diese Beziehung ist jedoch hier von untergeordneter Bedeutung, da sich, wie aus Fig. 6 und 7 hervorgeht, an der Bildung der Flächen oP eines Sirgwitzer Krystalles nur die Stücke $a b a' b'$, das heisst der umschriebene Doppelzwilling allein betheiligt. Es fallen also nach dem Vorigen die vier Prismenflächen $c d' e' f'$ der beiden mit dem umschriebenen Doppelzwilling nach ∞P verwachsenen Doppelzwillinge mit den Flächen ∞P_{∞} des einfachen Zwillings I und ebenso die Prismenflächen $c' d e f'$ mit ∞P_{∞} des einfachen Zwillings II, aus welchen beiden der umschriebene Doppelzwilling besteht, zusammen. Denkt man sich nun die eingeschriebene Krystallgruppe in der Weise wachsend, bis diese Prismenflächen auf den entsprechenden Flächen ∞P_{∞} in den einspringenden Winkeln erscheinen, so ist ersichtlich, dass die Theile $c c' d' d'$ eines der eingeschriebenen Doppelzwillinge an die Stelle von $c' c' d d$, welche zu demselben Doppelzwilling gehören, treten werden und umgekehrt. Dieselbe Vertauschung zwischen den rechts und links von der Zwillingsebene P_{∞} gelegenen Theilen der Doppelzwillinge findet natürlich auch an den übrigen einspringenden Winkeln statt. Durch diesen Vorgang wird die Lage der betreffenden Theile in ihren Symmetrieverhältnissen zur Zwillingsebene P_{∞} nur insofern geändert, als sie jetzt eine gleichsinnig divergente geworden ist, während sie vorher in derselben Weise convergent gewesen war. Dass in der That eine solche Verschiebung dieser Theile der eingeschriebenen Doppelzwillinge stattfinden muss, damit sie in den einspringenden Winkeln des Hauptindividuum flächenbildend auftreten können und in Wirklichkeit bei den Sirgwitzer Krystallen auch stattgefunden hat, kann am besten an den Stücken $c d' d' c' e' f' f' e'$ in Taf. XI, Fig. 6 und 7, welche parallel P_{∞} getroffene Durchschnitte dieser Theile repräsentiren, constatirt werden. Es müssten nämlich in diesen Stücken die Auslöschungsrichtungen nach der Mitte des Krystalles zu convergiren, sie divergiren aber in Wirklichkeit. Denn wenn man die Zwillingsgrenzen rr parallel und senkrecht zu den Hauptschnitten der Nicols einstellt, so werden bei einer Drehung des Präparates nach rechts die Stücke $c d'$ und $e' f'$, bei einer nach

links die Stücke $f e'$ und $d c'$ auslöschen, während gerade das Umgekehrte stattfinden sollte.

Das Zusammenfallen von je vier in ihrer Zwillingstellung zu einander dieselbe Streifung, wie die aus vier Stücken bestehenden Flächen ∞P_{∞} aufweisenden Prismenflächen mit eben diesen Klinopinakoidflächen ergibt für die in den einspringenden Winkeln liegenden Flächen ∞P_{∞} eine Zusammensetzung aus acht Stücken, welche sich bald mehr oder weniger das Gleichgewicht halten werden. Da nun die den Zwillingsebenen P_{∞} und ∞P entsprechenden Zwillingsgrenzen, unter denen sich die Prismenflächen auf dem Klinopinakoid des Hauptindividuums treffen, parallel laufen mit den in Folge der Zwillingbildung nach dem ersten Gesetz auf ∞P_{∞} auftretenden Zwillingsgrenzen, so ist leicht einzusehen, dass auf ∞P_{∞} meist mehrere Zwillingnäthe auftreten werden, welche eben ihrer Parallelität wegen nur einer Zwillingverwachsung nach dem ersten Gesetz STRENG'S oder nach dem ersten und zweiten Gesetz BREITHAUPT'S ihre Entstehung zu verdanken scheinen. Und so haben in der That BREITHAUPT und STRENG diese Zwillingnäthe aufgefasst. Das Absetzen der Federstreifung an den Prismenkanten, für welche nach seiner Auffassung der Zwillingnäthe STRENG keine Erklärung zu geben vermochte, bietet ebenfalls nun keine Schwierigkeiten mehr, da diese Erscheinung auf das Zusammentreffen zweier Prismenflächen oder einer Prismenfläche und der Fläche des Klinopinakoides an jenen Kanten zurückgeführt werden muss. In beiden Fällen kann ein einspringender Winkel nicht entstehen, wie dies leicht aus Taf. XI, Fig. 9 ersehen werden kann.

Nach allen Erscheinungen, welche die Sirgwitzer Krystalle darbieten, halten sich die drei nach ∞P verwachsenen Doppelzwillinge, aus denen sie bestehen, völlig das Gleichgewicht. Es haben dieselben nur in verschiedenen Richtungen ihre Hauptentwicklung erfahren. Es kann danach nicht füglich von einem Hauptindividuum und ihm in Zwillingstellung eingeschalteten Theilen gesprochen werden. Ich habe aber mich des Ausdruckes Hauptindividuum trotzdem bedient, weil er sehr gut dem Umstande Rechnung trägt, dass in den Sirgwitzer Krystallen eine Anzahl der vorhandenen Stücke eine der äusseren Erscheinungsweise der Krystalle als blosse Doppelzwillinge genau entsprechende

Lage haben. In Taf. XI, Fig. 9 sollen die gestrichelten Linien eine ideale Grenze zwischen dem Hauptindividuum und den beiden mit ihm nach ∞P verwachsenen, in den einspringenden Winkeln auftretenden Doppelzwillingen darstellen. Es würde diese Annahme eine zutreffende sein, wenn die Schnitte parallel P_{∞} immer dieselbe Gestalt wie in Taf. XI, Fig. 6 zeigen würden. Da aber mit der Annäherung der Schnitte an das vordere oder hintere, den rhombischen Polecken entsprechende Krystallende die Grösse der Stücke $a b a' b'$ auf Kosten der übrigen abnimmt, Taf. XI, Fig. 7, da ferner die Flächen ∞P_{∞} manchmal parallel der Combinationskante mit dem Prisma gestreift erscheinen, so ist dadurch die Thatsache ziemlich klar gestellt, dass an den Enden der Klinodiagonale vorzugsweise die beiden mit dem Hauptindividuum nach ∞P verwachsenen Doppelzwillinge erscheinen, während an den Enden der Hauptaxe, wie dies aus den Schnitten parallel oP und ∞P hervorgeht, ausschliesslich das Hauptindividuum selbst entwickelt ist. An den Enden der Orthodiagonale scheinen die drei nach ∞P verwachsenen Doppelzwillinge ziemlich gleichwerthig aufzutreten. Diese eigenthümliche Entwicklung der verwachsenen Doppelzwillinge, in Folge deren nur Flächen von gleicher physikalischer Beschaffenheit, selbst wenn sie, wie das auf dem Klinopinakoid der Fall ist, verschiedene krystallographische Werthe besitzen, wirklich ineinander fallen, ist die Ursache, weshalb in der äusseren Erscheinungsweise der Sirgwitter Krystalle meist gar kein Anhalt für die vorliegende complicirte Zwillingbildung gefunden werden kann. Diese Zwillingbildung verräth sich aber manchmal doch durch zwei auffallende Erscheinungen, welche einzelne Krystalle darbieten. Die eine ist das bereits besprochene Abstossen der auf ∞P_{∞} vorhandenen Federstreifung an den Prismenkanten; die andere ist die parallel zur Combinationskante mit ∞P verlaufende Streifung auf ∞P_{∞} . Mit dieser Streifung ist zugleich eine Abstumpfung der Kante $\infty P_{\infty} : \infty P$ verbunden. Da diese Streifung und Abstumpfung von ∞P_{∞} regelmässig in der Nähe der Kante $\infty P_{\infty} : oP$ in einer schrägen, der Fläche P_{∞} entsprechenden Linie abbricht, Taf. XI, Fig. 8, so kann sie nur durch das Zusammentreffen von ∞P_{∞} mit einer Fläche ∞P erklärt werden, welche einem der mit dem Hauptindividuum nach ∞P verwachsenen Doppelzwillinge angehört.

Unterhalb der erwähnten Linie tritt die horizontale parallel zur Kante $oP : \infty P \infty$ verlaufende Streifung auf $\infty P \infty$ wieder hervor, Fig. 8.

Die eben entwickelte Ansicht über die Vertheilung der drei constituirenden Doppelzwillinge in einem Sirgwitzer Krystall findet endlich auch darin eine wesentliche Unterstützung, dass Schnitte, die sehr nahe den Polen der Klinoaxe durch einen solchen Krystall gelegt sind, fast gar keine Theile von $a b a' b'$ mehr antreffen. Die Zwillingsgrenzen der übrigen Stücke, überhaupt die Entwicklung der einzelnen Theile gegeneinander, sind hier augenscheinlich ziemlich unregelmässig. Es spricht sich dies auch schon äusserlich an den Phillipsitkrystallen aus, welche in jener Gegend in Folge hypoparalleler Anlagerung kleiner Subindividuen manchmal völlig garbenförmig aufgeblättert erscheinen. Ferner treffen Schnitte, die tiefer als die vorhin erwähnten parallel oP durch einen der zu einem Doppelzwillinge verwachsenen, scheinbar nur nach dem ersten Gesetz gebildeten Zwillinge gelegt sind, neben den Theilen mit paralleler und senkrechter Auslöschung zur Kante $oP : \infty P \infty$ auch noch Theile mit schiefer Auslöschung, wie dies sich leicht aus Taf. XI, Fig. 6 und 7 ersehen lässt. Da nun ein Schnitt, der für a' Fig. 6 parallel oP verläuft, die Stücke $c' e$ parallel ihrem Prisma durchschneidet, so wird die Sichtbarkeit derselben auf Schlifren parallel oP aufhören, sobald das Klinopinakoid des zweiten Zwillinges mitgetroffen wird. Denn es fallen dann die Stücke $c' e$ mit den Stücken $c e'$ zusammen, für welche der betreffende Schnitt ebenfalls parallel ihrem Prisma verläuft. Die Stücke $c' e$ und $c e'$ werden sich deshalb, da beide eine gleiche Auslöschungsschiefe besitzen, zwischen gekreuzten Nicols nicht mehr deutlich von einander abheben. In Folge dessen sieht man in solchen Schnitten zwischen gekreuzten Nicols nur 10 Felder, Taf. XI, Fig. 4, obschon man eigentlich deren 14 erwarten sollte, von denen 6 dem zweiten Zwilling angehören würden.

Vor der optischen Untersuchung wurde auch der Versuch gemacht, durch Ätzen einiger Platten Aufschluss über die Zwillingbildung des Phillipsites zu erhalten. Da jedoch der Phillipsit zum Theil wohl in Folge der polysynthetischen Zwillingverwachsung ungemein rissig ist, so saugt er die Ätzflüssigkeit wie ein Schwamm auf und selbst die Anwendung ganz schwacher Säuren

bewirkte ein so ungleichmässiges Angegriffenwerden der Flächen, dass alle diese Versuche erfolglos blieben.

Im Anschluss an den durch die Lage der Hauptschwingungsrichtungen geführten Nachweis des monoklinen Charakters des Phillipsites wurde auch versucht, Bestimmteres über die optischen Constanten desselben zu erfahren. Diese Untersuchungen stiessen anfangs auf grosse Schwierigkeiten, da es nicht gelang, in Platten parallel $\infty P \infty$ und $P \infty$, welche in verschiedenen Dicken angefertigt wurden, im NÖREMBERG'schen Polarisationsapparat deutliche Axenbilder zu erlangen. Die Ursache hiervon ist theils in der polysynthetischen Zwillingsverwachsung, welche die kleinen Platten aus zahlreichen Stücken zusammengesetzt erscheinen lässt, theils in der trüben Beschaffenheit der Sirgwitzer Phillipsite, welche bei der nöthigen Dicke der zu untersuchenden Platten die Durchsichtigkeit bedeutend beeinträchtigte, zu suchen. Da wurde denn eine mir von Professor v. LASAULX gütigst mitgetheilte, noch nicht veröffentlichte Methode mit gutem Erfolge angewandt¹⁴. Es wurden die nöthigen Präparate ganz dünn, als Dünnschliffe hergestellt, wodurch sie natürlich an Durchsichtigkeit bedeutend gewannen. Als Polarisationsapparat wurde ein FUESS'sches Mikroskop benutzt. Und zwar wurde nur mit den beiden Nicols und einem starken Objektiv (Hartnak 7) ohne Anwendung eines Oculares gearbeitet. Diese Methode gestattete durch entsprechende Einstellung des Tubus das parallel polarisirte Licht in stark convergentes umzuwandeln. Diese Zusammenstellung leistete ganz vortreffliche Dienste. Die Stärke des als Lupe wirkenden Objectives ersetzte reichlich die mangelnde Dicke der zu untersuchenden Plättchen. Die auf diese Weise erhaltenen Axenbilder waren sehr deutlich. Es konnte sehr gut das dunkle Kreuz und das Auseinandergehen der Hyperbeln beobachtet werden. Deutliche Axenbilder wurden nur in Schnitten parallel $P \infty$ und zwar in den Stücken a b a' b' Taf. XI, Fig. 6 u. 7 erhalten. Es konnte hier die Lage der optischen Axenebene als genau parallel der Fläche oP bestimmt werden. Da auf dem Klinopinakoid in den Stücken a b keine Axenbilder wie auf $P \infty$ zu erhalten waren, so geht daraus hervor, dass der kleine Winkel der optischen Axen

¹⁴ Inzwischen in diesem Jahrbuche S. 377 und 509 mitgetheilt.

auf P_{∞} austritt. Demnach steht die Bisectrix senkrecht zur orthodiagonalen Axe b und fällt nicht mit ihr zusammen, wie STRENG annimmt. Diese Beobachtungen stimmen dagegen mit den Angaben von DES CLOIZEAUX¹² überein. Bei Parallelstellung der optischen Axenebene mit dem Hauptschnitt eines der gekreuzten Nicols zeigte sich zu beiden Seiten des dunklen Mittelbalkens ein deutlich farbiger Saum, welcher oben blaue und unten rothe Farbe zeigt. Diese Erscheinung, welche in einzelnen Fällen ungemein scharf sich beobachten liess, kann nur in der „dispersion horizontale“ ihre Erklärung finden. Es würde also auch auf diese Weise der monokline Charakter des Phillipsites constatirt worden sein.

Da KÖHLER in seiner Abhandlung über den Kreuzstein eine der oben besprochenen ähnliche Drillingsgruppe auch von Andreasberger Harmotom abbildet und ausserdem die äusseren Formverhältnisse beider Mineralien genau übereinstimmen, so erscheint es durchaus wahrscheinlich, dass die Harmotomkrystalle in ähnlicher Weise wie die des Phillipsites zusammengesetzt sind. Ich gedenke später daher auch den Harmotom in dieser Richtung zu untersuchen.

(Schluss folgt.)

¹² Manuel de Minéral. p. 599.

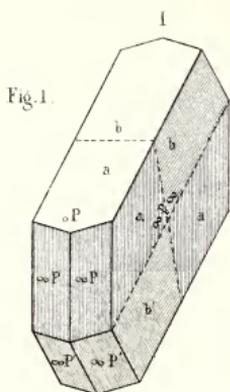


Fig. 1.

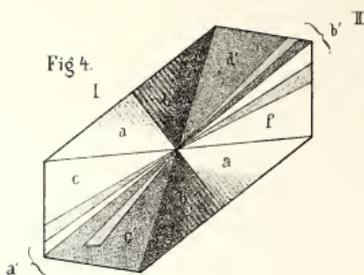


Fig. 4.

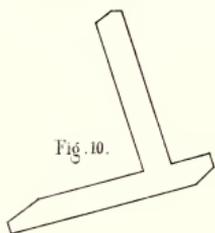


Fig. 10.

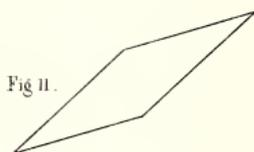


Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13.

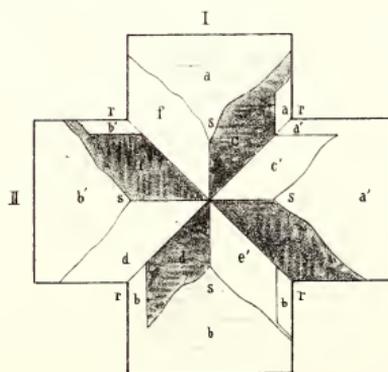
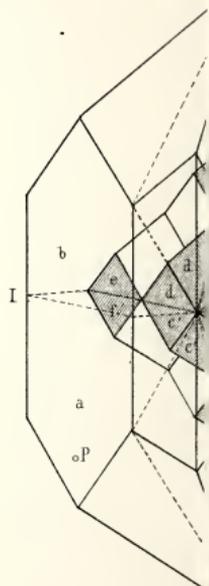


Fig. 7.

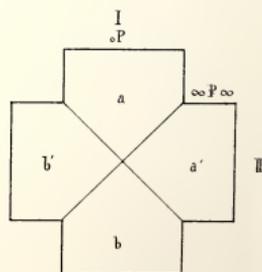


Fig. 5.

Fig. 3.

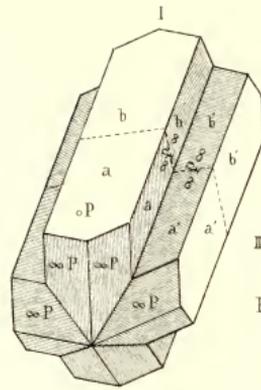
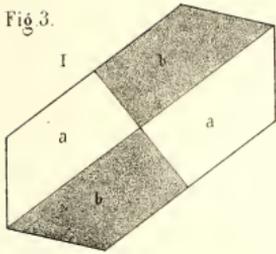


Fig. 2.

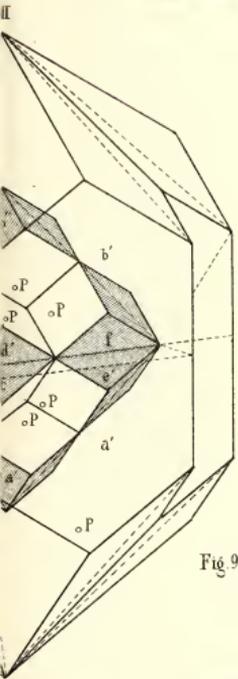


Fig. 9.

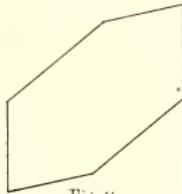


Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 17.



Fig. 16.

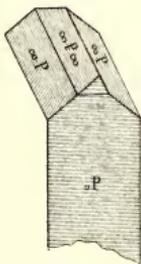


Fig. 8.

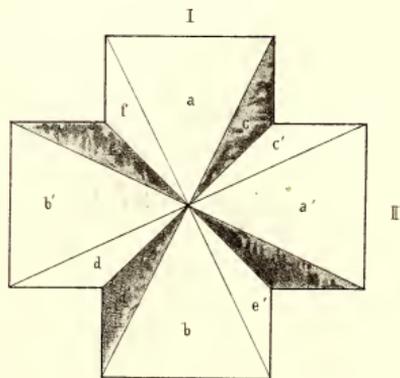


Fig. 6.

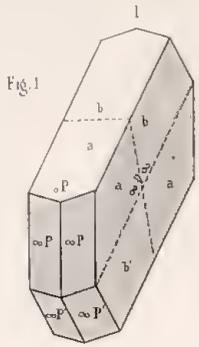


Fig. 1

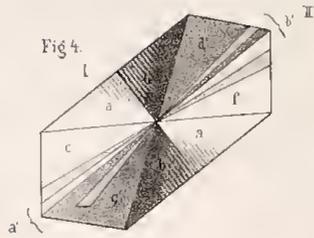


Fig. 4

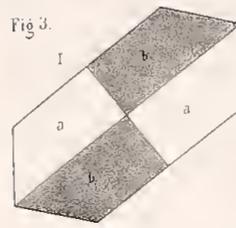


Fig. 3

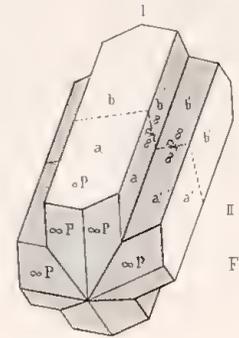


Fig. 2

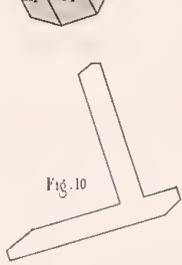


Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13

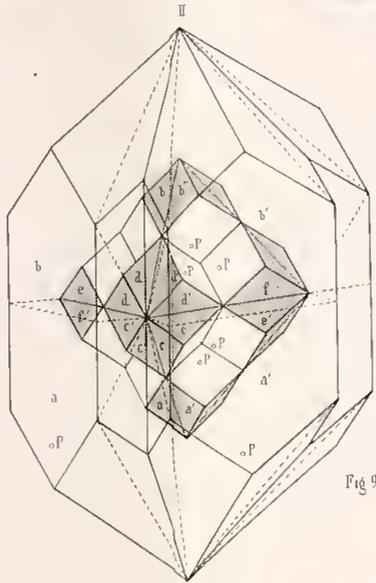


Fig. 9

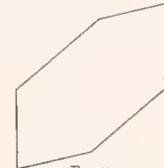


Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16

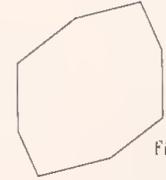


Fig. 17

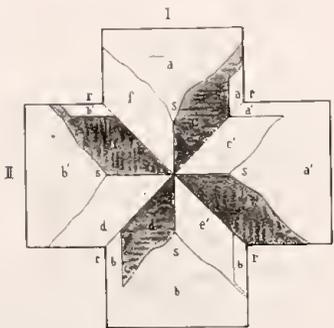


Fig. 7

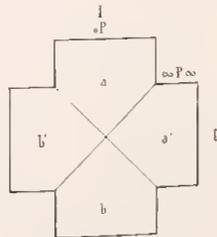


Fig. 5

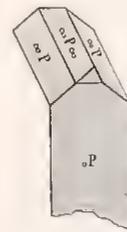


Fig. 8

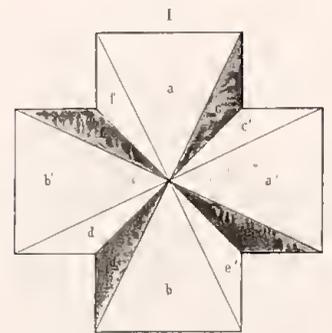


Fig. 6

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: [1878](#)

Autor(en)/Author(s): Lasaulx Arnold von

Artikel/Article: [Arbeiten aus dem mineralogischen Institut der Universität Breslau 673-698](#)