

Beiträge zur Mineralogie.

V. Reihe.

Von

Max Bauer in Marburg.

Mit Tafel I.

9. Krystallographische Studien am Hyalosiderit und Forsterit.

Der Hyalosiderit ist ein Mineral, welches in chemischer und krystallographischer Beziehung und darnach in seiner Beziehung zum Olivin schon längst richtig erkannt worden ist. Trotzdem scheint über die Krystallformen dieses eisenreichen Olivins noch nicht durchweg die wünschenswerthe Klarheit zu herrschen, da neben mehrfach richtigen Angaben, welche hierüber in der Litteratur sich finden, auch unsichere und unrichtige hergehen. Namentlich sind aber noch niemals umfassende und exakte Winkelmessungen an Krystallen dieses Minerals vorgenommen worden, welche einen Einblick in die speziellen Formverhältnisse desselben ermöglichten.

Dies kommt wohl daher, dass Krystalle, welche ihre Gestalten leicht und unzweideutig erkennen lassen und welche zugleich auch gute Winkelmessungen gestatten, nicht allzuhäufig sind, so dass das Mineral in neuerer Zeit und seit lange nicht mehr Gegenstand einer eingehenderen krystallographischen Bearbeitung geworden ist.

Eine Anzahl in meinem Besitz befindlicher verhältnissmäßig guter Krystalle, von der Limburg, veranlasste mich daher, den Hyalosiderit einer genaueren Untersuchung in Beziehung auf seine krystallographischen Verhältnisse zu unterwerfen,

deren Ergebnisse ich z. Th. gleich hier anführe, um mich nachher darauf beziehen zu können. Die überwiegende Mehrzahl der Krystalle hat die in Fig. 1¹ abgebildete Form, die nur selten modificirt ist dadurch, dass d oder e oder beide zugleich fehlen, oder dass die Kante k/k durch eine schmale Basis P abgestumpft wird. Über 100 genauer untersuchte Krystalle haben mir ausnahmslos diese Combinationen ergeben, keine wesentlich andere Form war darunter. Die gemessenen Winkel sind in den Tabellen weiter unten aufgeführt.

Der Hyalosiderit in dem Limburgitgestein der Limburg bei Sasbach im Kaiserstuhl bei Freiburg i. Br. ist 1819 von WALCHNER entdeckt und 1822 als ein neues Mineral unter diesem Namen beschrieben worden². WALCHNER gibt ausser einer Analyse, welche von neueren wenig abweicht, die Krystallformen an, welche er beobachtet hat. Es sind im Allgemeinen dieselben einfachen Formen und Combinationen, welche auch später immer wieder wahrgenommen worden sind, nur in einigen wenigen Punkten weicht WALCHNER von späteren Beobachtern ab, z. Th. lassen sich auch seine Formen nicht mit völliger Sicherheit, aber doch mit grosser Wahrscheinlichkeit deuten. Die zwei von WALCHNER (l. c.) mit d und d' bezeichneten Flächen sind nach der ganzen Formenentwicklung der in acht Figuren dargestellten Combinationen zweifellos NAUMANN'S Flächen $s = \infty P\check{2}$ (120) und $k = 2P\infty$ (021) und zwar ist $d' = s$ und $d = k$ wie das u. A. auch SCHRAUF in seinem Atlas³ Taf. 47 Fig. 17 darstellt (allerdings nach HAUSMANN, siehe weiter unten). Dies stimmt soweit die von WALCHNER mit dem Anlegegoniometer an den stets sehr kleinen Krystallen gemessenen, also nur annähernd richtigen Winkel hier überhaupt ins Gewicht fallen können, am besten mit späteren genaueren Messungen überein. Man findet nämlich die Winkel

¹ Die Signatur und Symbolisirung der Flächen (das Axensystem) sind in allen Figuren 1—6 durchweg nach NAUMANN gewählt.

² FRIDERICUS WALCHNER, De hyalosiderite. Disquisitio mineralogico-chemica, Friburgi Brisgoviae, mit 1 Figurentafel; sowie: SCHWEIGGER'S Journal für Chemie und Physik Bd. 39. 1823; Philos. mag. I. ser. Bd. 63. 1824 und Edinburgh Journal of Science, Bd. 1.

³ SCHRAUF, Atlas der Krystallformen des Mineralreichs. 5. Lieferung.

beider Flächen zur Basis a (entsprechend in NAUMANN'scher Stellung der Längsfläche $T = \infty P \infty$ (010)) l. c. angegeben:

$$d/a = 141^\circ \quad d'/a = 130^\circ$$

welche Winkel ich gefunden habe:

$$k/T = 139^\circ 48' \quad s/T = 133^\circ 10'$$

Diese grossen Abweichungen zeigen, wie wenig Werth die von WALCHNER angegebenen andern Winkel haben, die übrigens alle ausser den genannten nicht gemessen, sondern aus diesen beiden berechnet sind. Ich gehe also hier über diese Winkel weg, ohne sie weiter zu berücksichtigen.

Für die Flächen r' , welche die stumpfe, von a (resp. T NAUM.) nicht abgestumpfte Kante d'/d' (resp. s/s NAUM.) zuschärfen, giebt WALCHNER in HAUSMANN'scher Manier den Ausdruck: $4B'A\frac{2}{3}$, was in NAUMANN'scher, resp. MILLER'scher Manier dem Ausdruck: $\frac{2}{3}P\infty$ (302) entspricht. Diese Fläche ist nach allen späteren Beobachtern zu identificiren mit $n = \infty P$ (110) bezogen auf NAUMANN'sche Axen, obgleich der Ausdruck, den WALCHNER angibt, damit nicht stimmt. Nur so stimmen W.'s Zeichnungen mit meinen und anderen Beobachtungen überein, die an der Stelle von r' stets die Flächen n ergeben, während ein anderes Prisma, als n und s niemals beobachtet worden ist. Winkel r'/a berechnet WALCHNER zu $119^\circ 29' 47''$, ich habe den Winkel $n/T = 115^\circ 8'$ gefunden; für die Annahme, dass r' mit n übereinstimmt, kann man aus WALCHNER's gemessenen Winkeln: $a/d' = 130^\circ$ berechnen: $r'/a = 112^\circ 48'$, was von dem richtigen Werthe weniger abweicht. Trotzdem hat WALCHNER für seine Fläche r' den oben genannten Ausdruck bevorzugt. Ich habe schon gezeigt, wie wenig WALCHNER's Winkelangaben in solchen Fällen zur Entscheidung geeignet sind. Entsprechend wird dann eine Fläche $r = 4BA\frac{2}{3}$ (?), also fraglich angegeben, welche nach NAUMANN und MILLER den Ausdruck $\frac{2}{3}P\infty$ (032) liefert; sie schärft die scharfe Kante d/d (resp. k/k NAUM.) zu, welche von a (resp. T) nicht abgestumpft wird. Es ist, obgleich auch hier weder Ausdruck noch Winkel stimmen, zweifellos das Brachydoma $h = P\infty$ (011), das beim Olivin nicht selten, allerdings beim Hyalosiderit sonst nicht mehr beobachtet ist. Dass WALCHNER's Fläche b' mit NAUMANN's Querfläche $M = \infty P\infty$ (100), sowie P mit $e = P$ (111) über-

einstimmt ist zweifellos, ebenso dass a mit der Längsfläche $T = \infty P\infty$ (010) NAUMANN's identisch ist. WALCHNER hat also die Flächen (in NAUMANN's Signatur): n, s, M, T, k, h, e beobachtet; er hat nicht beobachtet die später aufgefundene Fläche d und P (pg. 10), dagegen gibt er h und M an, die später am Hyalosiderit nicht mehr aufgeführt werden. Von Combinationen werden angegeben: s k T, s und k ein Oblongoktaëder bildend, dessen Ecken durch T mehr oder weniger stark abgestumpft werden, so dass bald mehr oktaëdrisch gestaltete Krystalle, bald mehr dünn tafelförmige Plättchen entstehen; hiezu tritt dann M, die Kante s/s abstumpfend; oder n, diese Kante zuschärfend; ferner hiezu h, die Kante k/k zuschärfend; und endlich tritt bei manchen zu dem Oblongoktaëder s k T das Oktaëder e, die vier gleichen Ecken des Oblongoktaëders zuschärfend. Keine von diesen Combinationen stimmt ganz mit der unstreitig am häufigsten vorkommenden Form Fig. 1 überein. Die WALCHNER'schen Krystalle kommen in die NAUMANN'sche Stellung, wenn man sie um 90° um die der NAUMANN'schen Brachydiagonale entsprechende Kante d/d herumdreht, so dass die Kanten r'/r' vertikal werden und nach vorn gekehrt sind.

Zu gleicher Zeit mit WALCHNER und z. Th. mit diesem gemeinschaftlich hatte sich HAUSMANN mit dem Hyalosiderit beschäftigt. Er war schon an der im Vorstehenden analysirten Publikation seines früheren Schülers WALCHNER betheiligt gewesen und hatte letzteren namentlich auf die grosse Ähnlichkeit der Formen des Hyalosiderits mit gewissen Schlackenkrystallen aufmerksam gemacht. Das Interesse, das er an dem Mineral nahm, war aber so gross, dass auch er es einer eingehenden krystallographischen Untersuchung unterzog¹, worin er besonders das Verhältniss des Hyalosiderits zum Peridot und zur krystallisirten Eisenschlacke vollkommen richtig aussprach, d. h. er erkannte die grosse Übereinstimmung in den Krystallformen dieser genannten Körper, ohne aber die Flächen derselben richtig zu identificiren. Dies zeigt ein Blick auf die HAUSMANN's Arbeit begleitende Tafel, auf wel-

¹ C. C. v. LEONHARD, Mineralog. Taschenbuch für 1828. 1. Abth. p. 40—61 nebst einer Kupfertafel mit 8 Figuren, von denen aber 7 und 8 zu vertauschen sind.

cher ein Olivinkrystall in NAUMANN'scher Aufstellung (ungefähr entsprechend Fig. 4 in NAUMANN's Elemente, 12. Aufl. p. 583) zur Vergleichung mit den Hyalosideritkrystallen gezeichnet ist, welche im Wesentlichen dieselben einfachen Formen und Combinationen zeigen, die auch schon WALCHNER angegeben hat. Die Signatur ist eine andere als bei letzterem und entsprechend dem zum Vergleich benützten Olivinkrystall gewählt, so dass

P (HAUSM.)	= e	NAUM.	= P	(111);
a	"	= T	"	= $\infty P \infty$ (010);
b	"	= M	"	= $\infty P \infty$ (100);
n	"	= s	"	= $\infty P \checkmark$ (120);
o	"	= n	"	= ∞P (110);
r	"	= k	"	= $2P \infty$ (021);
o'	"	= h	"	= $P \infty$ (011).

So, wie die Hyalosiderit- und die Olivinkrystalle gezeichnet und signirt sind, stimmen sie mit einander in keiner Weise überein; nur die Flächen P (resp. e NAUM.) entsprechen sich der Lage nach richtig, sonst aber keine anderen. Man erhält die Übereinstimmung erst, wenn man wie bei WALCHNER die Krystalle um 90° um die horizontale Kante r'/r' so herum dreht, dass die Kante n/n vertikal zu stehen und nach vorn zu liegen kommt. Dann stimmen die Combinationen völlig mit den späteren Beobachtungen überein. Auch hier können die angegebenen Winkel keine Rolle spielen, denn HAUSMANN hat die ungenauen Winkel von WALCHNER zu Grunde gelegt und auf Grund derselben die gegenseitige Stellung des Hyalosiderits und Olivins gewählt und zwar wie schon erwähnt, falsch, denn er hat seinen Winkel $a/n = 130^\circ$ irriger Weise identificirt mit dem Winkel des Olivins $d/P = 128^\circ 27'$ cca. statt mit dem von dem unrichtigen Winkel 130° etwas weiter abweichenden $s/T = 132^\circ 58'$ beim Olivin, so dass also die Längsfläche a des Hyalosiderits mit der Basis des Olivins verwechselt wird. Hätte HAUSMANN den richtigen Winkel des Hyalosiderits a/n d. h. s/T NAUM. = $133^\circ 7'$ (statt 130°) gekannt, so hätte er diesen Irrthum nicht begehen können. Der Winkel $a/r' = 141^\circ$ ist richtig gelegt; bei der richtigen gegenseitigen Stellung des Hyalosiderits zum Olivin ist der Winkel der Fläche a zur einen Fläche r' an derselben Stelle, wo bei der fal-

schen HAUSMANN'schen Stellung der Winkel von a zur anderen Fläche r' ist und diese beiden Winkel sind einander gleich und nach HAUSMANN = 141° . Wenn also HAUSMANN schliesslich zu dem richtigen Satz kommt, dass der Hyalosiderit und weiterhin die Eisenfrischschlacke in der Krystallisation bis auf kleine Winkeldifferenzen mit dem Olivin übereinstimme, so ist dieser Satz auf ganz irrthümliche Weise erhalten worden; unrichtige Beobachtungen und Schlüsse haben ganz zufälliger Weise ein richtiges Resultat ergeben.

Der erste der in vollkommen richtiger Stellung die Krystalle des Hyalosiderits mit denen des Olivins verglich, ist G. ROSE¹, der auch zuerst die verbreitetste Hyalosideritcombination (Fig. 1) erkannte und abbildete. Von den Winkeln gibt G. ROSE bloss an, dass sie völlig mit denen des Olivins übereinstimmen; wir werden sehen, dass diese Übereinstimmung zwar eine nahe, keineswegs aber eine so vollkommene ist, wie dies ROSE voraussetzte.

Indessen hat auch HAUSMANN später die richtige gegenseitige Stellung beider Mineralien erkannt und sie in seinem Handbuch² dargestellt, wo, entsprechend der früher schon erkannten Analogie in der chemischen Zusammensetzung der Hyalosiderit als eine Varietät des Olivins aufgeführt wird. Wie weit er in der richtigen Erkenntniss durch die Angabe von G. ROSE beeinflusst worden ist, geht aus der angeführten Stelle in dem Handbuch nicht hervor; die Stelle bei G. ROSE wird hier nicht citirt. Jedenfalls scheint HAUSMANN an unserem Mineral neue Studien gemacht zu haben, denn seine nunmehrigen Angaben über die Krystallisation des Hyalosiderits weichen von seinen früheren in manchen Punkten ab, und ebenso von den Angaben aller andern Mineralogen vor- und nachher. Er gibt die Flächen $B'B\frac{3}{2} = \infty P\frac{5}{4}$ (450) und (?) $AB\frac{3}{2} = \frac{4}{3}P\infty$ (049) an, welche sonst nie wieder beobachtet worden sind, dagegen fehlt nun in seiner neuen Flächentabelle das Doma $h = P\infty$ (011), das auch ich am Hyalosiderit nie beobachtet habe, und auffallender Weise auch das wohl nie fehlende Prisma $n = \infty P$ (110). Es ist zu vermuten, dass unter HAUS-

¹ Pogg. Ann. Bd. IV. p. 192. 1825, in seiner Arbeit über die in den Meteoriten vorkommenden krystallisirten Mineralien.

² Handbuch der Mineralogie. 2. Aufl. 1847. p. 530 u. 531.

MANN's $B'B\frac{3}{2}$ unser n zu verstehen ist, trotzdem dass der Winkel jenes Prismas zu $119^{\circ} 34'$ angegeben ist, während beim Hyalosiderit $n/n = 129^{\circ} 50'$. Dieser Winkel ist nämlich nicht gemessen, sondern aus dem Olivinwinkel $n/n = 130^{\circ} 2'$, den HAUSMANN anführt, berechnet unter Zugrundlegung des Flächenausdrucks (450), der aus irgend einer nicht zu ermittelnden Messung, vielleicht aus den oben angeführten angenäherten Messungen mit dem Anlegegoniometer abgeleitet worden ist. Ob unter (?) $AB\frac{3}{2}$ unser h zu verstehen sei, lässt sich kaum mit Sicherheit feststellen, doch ist es sehr wohl denkbar.

In Beziehung auf die Bestimmung der Krystallflächen ist also HAUSMANN G. ROSE sicher nicht gefolgt, ebensowenig der Angabe eines anderen Mineralogen W. M. PHILLIPS, welcher bald nach G. ROSE ebenfalls ganz richtig die Formen des Hyalosiderits darstellte¹. PHILLIPS meinte der erste zu sein, der gut spiegelnde Krystalle des Hyalosiderits mit dem Reflexionsgoniometer mass. Er hat also G. ROSE's Angaben (l. c.) über dieses Mineral nicht gekannt, in denen Messungen mit diesem Instrument ebenfalls verwerthet sind. Übrigens ist es allerdings auch leicht ROSE's Notiz zu übersehen, da sie an einer Stelle steht, wo man sie nicht leicht vermuthen würde, da ja der Hyalosiderit kein in Meteoriten vorkommendes Mineral ist. Er ist da auch nur zur Vergleichung mit den Olivinen des Pallaseisens herangezogen und nur gelegentlich und weil eine gute Beschreibung und Abbildung namentlich im richtigen Vergleich mit Olivin fehlte, mit behandelt.

PHILLIPS gibt genau die von ROSE gezeichnete, auch hier Fig. 1 abgebildete Combination, die Winkel welche er gemessen hat sind in folgender Tabelle mit einigen Winkeln verglichen, die aus dem von mir ermittelten wahrscheinlichsten Axensystem des Hyalosiderits berechnet worden sind (vergl. die Tabelle auf p. 19).

Angaben	berechnet
v. PHILLIPS	
$d/d = 105^{\circ} 0'$	
$d/T = 90^{\circ} 0'$	$90^{\circ} 0'$
$s/T = 132^{\circ} 32'$	$133^{\circ} 7'$

¹ Philos. magaz. Bd. I. 188. 1827.

T/n = 114° 35'	115° 5'
T/k = 139° 16'	139° 43'
T/e = 110° 14'	
d/s = 124° 10'	124° 53'
d/n = 135° 5'	
d/k = 113° 35'	113° 42'
d/e = 159° 40'	
s/s = 95° 15'	93° 46'
s/n = 162° 22'	161° 58'
s/k = 120° 56'	

Diese Angaben von PHILLIPS kommen also meinen Resultaten viel näher, als die früheren, aber doch sind noch erhebliche Differenzen vorhanden.

Von den neuern Autoren ist es hauptsächlich noch ROSENBUSCH, welcher über den Hyalosiderit Originalmittheilungen gemacht hat, während die meisten anderen, welche sich in Handbüchern etc. über das Mineral geäußert haben, diess offenbar auf Grund der oben auseinandergesetzten älteren Angaben thaten, so DUFRENOY auf Grund der Angaben von WALCHNER etc. BEUDANT hat schon 1826 in seinem Handbuch¹ den Hyalosiderit auf Grund der Beschreibungen von WALCHNER, HAUSMANN und ROSE zum Olivin (Peridot) gestellt, BREITHAUPT² citirt WALCHNER etc. Ganz kurze vielleicht auf Originalbeobachtung beruhende Angaben machen noch HADINGER und QUENSTEDT. HADINGER hebt die Ähnlichkeit mit dem Chrysolith hervor³ und gibt die Winkel: d/d = 77° 50' und k/k = 80° 38', welche ich mit keinen früheren Angaben vereinigen kann; dieselben beruhen also vielleicht auf Originalmessungen. QUENSTEDT⁴ giebt die Combination ksTn ohne nähere Nachweise. Er citirt nur WALCHNER; bei diesem ist aber die erwähnte Combination nicht besonders hervorgehoben, sondern eher die Combination skT, also ohne n, und so beruht die Angabe QUENSTEDT's wohl ebenfalls auf selbständiger Beobachtung.

Was nun die oben erwähnten Untersuchungen des Hyalosiderits von ROSENBUSCH anbelangt, so sind diese gemacht

¹ Handbuch der Mineralogie 1826. Deutsch von HARTMANN. p. 539.

² Vollständiges Handbuch Bd. 2. 1847. p. 724.

³ Handbuch der bestimmenden Mineralogie 1845. p. 543.

⁴ Handbuch der Mineralogie. 3. Aufl. 1877. p. 322.

bei Gelegenheit der Beschreibung der Gesteine von der Limburg bei Sasbach am Kaiserstuhl¹. Die Angaben beruhen nicht auf genauen Winkelmessungen, ROSENBUSCH sagt sogar ausdrücklich, dass nach seinen Erfahrungen das Mineral überhaupt nicht mit dem Reflexionsgoniometer messbar sei. Die am häufigsten beobachtete Combination wird nach ROSENBUSCH's Angabe begrenzt von den Flächen: OP (001) . $P\infty$ (101) $P\infty$ (011) . $2P\infty$ (021); selten und winzig kommen an manchen Krystallen auch die Flächen P (111) und ∞P (110) vor. Diese Combination wäre nach allen sonstigen Beobachtungen am Hyalosiderit und auch am Olivin eine ganz aussergewöhnliche, von allen andern bekannten Combinationen abweichende, wenn man annimmt, dass ROSENBUSCH die Krystalle auf das Axensystem des Olivins nach NAUMANN bezieht, wie er es sonst für letzteres Mineral thut². Aber diese Angaben sind für das NAUMANN'sche Axensystem offenbar unrichtig, sie beziehen sich auf andere als die NAUMANN'schen Axen, welche in die NAUMANN'schen dadurch übergeführt werden können, dass man a (ROSENBUSCH) als c, b als a und c als b nimmt. Dann gehen obige Ausdrücke über:

OP (001)	in	$\infty P\infty$ (010)	=	T NAUMANN
$P\infty$ (101)	„	$2P\infty$ (021)	=	k „
$2P\infty$ (021)	„	∞P (110)	=	n „
$P\infty$ (011)	„	$\infty P\check{2}$ (120)	=	s „
∞P (110)	„	$P\infty$ (101)	=	d „
P (111)	bleibt	P (111)	=	e „

der rhombischen Symmetrie entsprechend. Man sieht gleichzeitig, dass die auf b bezüglichen Indices bei NAUMANN doppelt so gross sind als bei ROSENBUSCH in der neuen Stellung, da auch die Axe b bei NAUMANN doppelt so gross ist als bei ROSENBUSCH in der der Richtung nach mit der NAUMANN'schen übereinstimmenden Stellung.

Ändert man nun so die Ausdrücke von ROSENBUSCH, dann stimmen seine Angaben völlig mit allen sonstigen sichern Beobachtungen überein; seine häufigste Combination ist dann die häufig schon erwähnte: T n s k, aus der, wenn die kleinen Flächen d und e noch dazutreten, die von mir am häufigsten

¹ Dies. Jahrb. 1872. p. 48.

² Vgl. Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. 2. Aufl. p. 407. 1885, ebenso aber auch in der ersten Auflage.

beobachtete Form wird, welche in Fig. 1 abgebildet ist. Dann stimmen auch die Längenerstreckungen der Krystalle, die ROSENBUSCH angibt, völlig zu den thatsächlichen Verhältnissen. Nach ROSENBUSCH sind die Krystalle durch vorwaltende Entwicklung von OP tafelartig oder säulenförmig durch OP und $P\infty$. In der That sind die Krystalle oft tafelig nach T, was der Fläche OP (ROSENB.) entspricht und ebenso zuweilen säulig nach OP und $P\infty$ (ROSENB.), was der Richtung von NAUMANN'S Brachydiagonale entspricht; häufiger habe ich allerdings eine wenn auch wenig vorwiegende säulige Entwicklung nach der Vertikalaxe NAUMANN'S beobachtet.

Die von mir untersuchten Krystalle entstammen einigen Stücken eines lockeren Limburgitgesteins, welches sich unschwer mit den Fingern zerbröckeln liess und aus dem die kleinen Hyalosiderite sich leicht und vollständig ohne jede Beschädigung loslösten. Es waren theils einzelne Individuen, theils Verwachsungen von 2, 3 und mehr, aber nie vielen Kryställchen in sehr annähernd paralleler (hypoparalleler) Stellung. Alle Kryställchen hatten den charakteristischen gelben metallischen Anlaufschiller; sie sind meist recht glänzend aber nur an wenigen reflektiren sämtliche Flächen so gute Bilder, dass eine Winkelmessung befriedigende Resultate liefert. Bald sind die Reflexbilder matt, oder in die Länge gezogen, bald reflektiren nur einzelne Flächen eines Krystalls brauchbare Bilder. Stets aber war es möglich, die Flächenwinkel wenigstens soweit zu bestimmen, dass die Symbole der Flächen zweifellos festgestellt waren. Nach kurzer Übung war es aber durch blosse Betrachtung schon möglich die Combination richtig zu erkennen.

Die beobachteten einfachen Formen waren mit NAUMANN'Scher Signirung und Symbolisirung:

$$\begin{aligned} n &= \infty P & (110) \\ s &= \infty \check{P}2 & (120) \\ T &= \infty P\infty & (010) \\ ++ P &= 0P & (001) \\ k &= 2P\infty & (021) \\ + d &= P\infty & (101) \\ + e &= P & (111) \end{aligned}$$

Von diesen Flächen fehlen die ohne Zeichen, also n, s, T, k an keiner der von mir beobachteten Combinationen, die

mit \perp bezeichneten Flächen, also d und e sind zwar häufig aber nicht an allen beobachteten Krystallen vorhanden, die mit $\perp\perp$ bezeichnete Fläche P ist selten.

Von den von früheren Beobachtern (WALCHNER und HAUSMANN) angegebenen Flächen habe ich:

$$\begin{aligned} h &= P\infty (011) \text{ und} \\ M &= \infty P\infty (100) \end{aligned}$$

nicht selbst beobachtet. Da die Beobachtungen der genannten beiden Forscher in mancher Hinsicht unentwirrbare Zweifel übrig lassen, so kann man auch diese beiden Formen nicht als sicher festgestellt ansehen, da sie auch von keinem andern der späteren Beobachter mehr angeführt werden. Die sicher festgestellten Formen des Hyalosiderits sind demnach nur die von mir beobachteten, die ausser von mir auch bei allen früheren Untersuchungen des Minerals wahrgenommen worden sind.

Was die Combinationen der Hyalosideritkrystalle betrifft, so habe ich, wie schon erwähnt, am häufigsten die in Fig. 1 dargestellte Form beobachtet, ebenso zeichnen G. ROSE (l. c.) und W. PHILLIPS (l. c.) diese Form als an dem Hyalosiderit vorkommend. Nicht selten habe ich auch die Combination n s k T beobachtet, die von den an dem Mineral nach meinen Beobachtungen niemals fehlenden Flächen begrenzt wird. Sie unterscheidet sich von Fig. 1 nur durch das Fehlen der stets sehr kleinen Flächen d und e und wird von ROSEBUSCH als die häufigste angeführt die er beobachtet hat. Bald fehlt bloss e, bald bloss d, bald beide; als grosse Seltenheit wird dann bei irgend einer dieser Combinationen mit oder ohne d und e die obere Kante k/k durch die Basis P abgestumpft, die aber stets nur als ganz schmale Facette vorhanden ist. d und e sind stets sehr klein, T, k, n, s, meist alle gleich gross; in der Prismenzone ist n und s entweder gleich gross oder n oder s über das andere überwiegend. Diese selben Combinationen geben alle Beobachter; nur HAUSMANN und WALCHNER haben auch andere beobachtet, die von keinem späteren mehr angeführt werden; namentlich führen sie einige solche an, denen das Prisma n fehlt, so z. B. s T k, s T k P*, s d k M. Das

* SCHRAUF reproducirt diese Figur HAUSMANN's in seinem Atlas der Krystallformen des Mineralreichs (Taf. 47 Fig. 22); er hat aber WALCHNER's Fläche d' für n gehalten; d' ist aber mit s zu identificiren; r' dagegen entspricht n, wie z. B. Fig. 5, 6, 7 WALCHNER's deutlich zeigen.

Doma h findet sich nur in der Combination: s n T k h angeführt; ich muss nach dem Obigen dahingestellt sein lassen, wie weit man diese Combinationen als sicher beobachtet anerkennen will.

Jedenfalls sieht man, dass die Zahl der am Hyalosiderit sicher festgestellten Combinationen nur eine geringe ist, die Formenentwicklung ist eine sehr einfache.

Vergleicht man diese typische Form des Hyalosiderits mit der anderer eisenreicher Olivine, also namentlich mit dem reinen Eisenolivine der Frischschlacke, so findet man grosse Übereinstimmung. Die Eisenfrischschlacke bildet in den allermeisten Fällen Oblongoktaëder n k, deren 2 gleiche Ecken durch die Längsfläche T mehr oder weniger stark abgestumpft sind. Nur selten treten dazu noch weitere Flächen, so dass complicirte Combinationen entstehen; vergl. z. B. die Abbildung in SCHRAUF'S Atlas, Taf. 46 Fig. 16. Jedenfalls ist der weitaus überwiegende Typus der Eisenschlackenkrystalle gegeben durch die Combination n k T (vergl. Fig. 15 l. c.). Von dieser Form unterscheiden sich aber die Hyalosideritkrystalle sehr wenig. Die sehr häufigen Hyalosideritcombinationen n s T k entstehen aus dem Schlackenkrystall n T k mittelst Abstumpfung der Kanten n/T durch die Flächen s und die anderen häufigen Hyalosideritcombinationen n s T k d e würden aus jenen Formen entstehen, wenn noch die kleinen Flächen d und e hinzutreten würden. Auch die nur von WALCHNER und HAUSMANN angegebenen Combinationen, in denen n fehlt und nur s in der Prismenzone auftritt, von denen die einfachste s k T sich in der äusseren Form von dem Schlackenkrystall n k T nur wenig unterscheidet, lassen sich ohne Mühe auf den Typus der Schlackenkrystalle zurückführen, wenn man annimmt, dass an der Combination n k T die Flächen s die Kanten n/T abgestumpft haben, dass sie bald grösser bald kleiner entwickelt waren als n, und dass sie auch gelegentlich bis zur gänzlichen Verdrängung von n sich ausdehnten.

Als die typische Grundform der eisenreichen Olivine überhaupt kann also das Oblongoktaëder T k n des reinen Eisenolivins angesehen werden, welche dann durch den Zutritt von Magnesia in der Art verändert wird, dass die Flächen s mehr oder weniger ausgedehnt, ev. bis zum völligen Verschwinden

von n (die Richtigkeit der WALCHNER'schen Beobachtungen vorausgesetzt) die Kanten n/T abstumpfen und dass noch weiter vielfach die Flächen d und e , aber stets in sehr geringer Ausdehnung dazu treten. Sind ausser Fe und Mg noch andere Metalle vorhanden, so beeinflussen diese wohl die Form in anderer Weise, so einfach wie bei alleiniger Anwesenheit von Fe und Mg ist dann aber die Sache nicht mehr. Wie weit die Winkel der Krystalle durch die Anwesenheit von Fe und Mg beeinflusst werden, wird weiter unten aus einandergesetzt werden.

Unter den gemessenen Krystallen waren es hauptsächlich zwei von der Combination $n s T k d e$, welche in Folge ihrer Flächenbeschaffenheit gute Resultate geben, sofern die Ablesungen alle ziemlich genau waren und sofern beide Krystalle fast ganz ringsum ausgebildet waren, so dass alle Kanten ohne Ausnahme gemessen werden konnten, welche von den grösser entwickelten Flächen gebildet wurden. Gemessen wurden so hauptsächlich die Winkel der Flächen, welche in der Prismenzone $[n s T]$ und derjenigen, welche in der Zone $[k T]$ der Brachydomen liegen. An dem einen Krystall konnten auch einige Winkel, welche die Flächen d mit anstossenden Flächen bilden, bestimmt werden, an dem anderen waren die Flächen d , an beiden die Flächen e zu klein zu genaueren Messungen. Immerhin konnten aber die Zonen $[n e k]$, $[s d k]$ und $[T e d]$ constatirt und durch annähernde Messungen die Lage der Flächen e und deren Symbol sicher bestimmt werden.

Die obengenannten beiden Zonen, in welchen hauptsächlich Winkel gemessen wurden, wurden je viermal nach Abnahme und Wiederaufkleben des Krystalls neu eingestellt, d. h. neu justirt und centrirt und bei jeder Neueinstellung sämtliche Winkel der Zone 3—5mal abgelesen. Da alle gemessenen Flächen dieser beiden Zonen ziemlich gleich gute Bilder reflectirten, so brauchte auf die Gewichte der Ablesungen keine weitere Rücksicht genommen werden. Die Abweichungen, die sich bei den Neueinstellungen der Zonen ergaben, übertrafen die Abweichungen, welche bei der wiederholten Ablesung der einzelnen Winkel bei einer und derselben Einstellung einer Zone erhalten wurden. Daher sind in der folgenden Winkeltabelle nicht ausführlich alle Ablesungen

jedes einzelnen Winkels angeführt, sondern die für jeden einzelnen Winkel bei jeder Neueinstellung der Zonen erhaltenen Mittelwerthe aus den bei den einzelnen wiederholten Messungen derselben erhaltenen Ablesungen. Die ersten Vertikalreihen der Tabelle I, welche die Verhältnisse des 1. Krystals angiebt, geben diese Mittelwerthe für jede der vier verschiedenen Neueinstellungen; Reihe 5 giebt die Mittel aus den 4 auf einer Horizontalreihe stehenden Werthen in den 4 Vertikalreihen; diese Mittelwerthe in Reihe 5 sind höchstens um 1' unsicher. Man sieht aus diesen Winkeln, dass der Krystall nicht ganz regelmässig gebaut ist, da Winkel, welche nach der Symmetrie einander gleich sein sollten, um mehr als 1' von einander verschieden sind. Doch sind diese Unterschiede und somit auch die Unregelmässigkeiten des Krystals gering und derselbe ist zur weiteren Berechnung noch vollkommen geeignet. In der 6. Vertikalreihe sind die Mittelwerthe aus den für sämmtliche der Symmetrie nach gleichen Winkel erhaltenen Zahlen zusammengestellt, welche in der Reihe 5 aufgeführt sind. Diese Mittelwerthe sind berechnet unter Berücksichtigung der den einzelnen in 5 enthaltenen Mittelwerthen zukommenden Gewichte, ermittelt aus den in 1—4 enthaltenen Einzelwerthen.

Aus diesen in der 6. Reihe enthaltenen letzten 5 Mittelwerthen ist dann das Axensystem des Krystals berechnet und zwar nach der Methode der kleinsten Quadrate aus der Gesammtheit aller 5 Winkel. Dabei wurde gefunden:

$$\overset{\vee}{a} : \bar{b} : \overset{|}{c} = 0,46895 : 1 : 0,59162,$$

welche Zahlen erst in der vierten Stelle um einige Einheiten unsicher werden.

Berechnet man aus diesem Axensystem rückwärts jene 5 Winkel in Reihe 6, so erhält man die in der 7. Reihe enthaltenen Zahlen, welche sich von den in der 6. Reihe enthaltenen um Beträge unterscheiden, die in der 8. Reihe dargestellt sind. Am grössten ist die Abweichung beim Winkel s/n , wo sie 0',9 beträgt, in der Zone [T k] der Brachydomen weichen die beiden Reihen 6 und 7 nur um 0',1 von einander ab. Endlich sind in der 9. Reihe die Zahlen angegeben, welche aus dem Axenverhältniss am zweiten Krystall berech-

Tabelle I.
I. K r y s t a l l.

Zone [Tsn]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
s/n = 120:110	18° 0'	18° 9'	17° 53'	18° 2'	18° 1',0	18° 1',5	18° 2',4	+ 0',9	18° 1',1	— 1',3
n/n = 110:110	50 14	50 15	50 17	50 13	50 14,75	50 15,3	50 14,8	— 0,5	50 7,8	— 7,0
n/s = 110:120	18 5	17 52	18 10	18 4	18 2,75					
s/T = 120:010	46 49	46 49	46 44	46 48	46 50,0	46 50,4	46 50,2	— 0,2	46 56,0	+ 5,8
T/s = 010:120	46 52	46 43	46 58	46 53	46 51,5					
s/n = 120:110	18 2	17 52	17 59	18 5	17 59,5					
n/n = 110:110	50 16	50 18	50 19	50 13	50 16,5					
n/s = 110:120	18 0	18 10	17 57	18 4	18 2,75					
s/T = 120:010	46 43	46 53	46 59	46 47	46 50,5					
T/s = 010:120	46 56	46 50	46 43	46 52	46 50,25					
Zone [kT]										
k/k = 021:021	99° 30'	99° 38'	99° 33'	99° 41'	99° 35',5	99° 35',5	99° 35',6	+ 0',1	99° 16',6	— 19',0
k/T = 021:010	40 16	40 10	40 9	40 15	40 12,5	40 12,3	40 12,2	— 0,1	40 21,7	+ 9,5
T/k = 010:021	40 11	40 13	40 18	40 9	40 12,75					
k/k = 021:021	99 40	99 35	99 34	99 36	99 36,25					
k/T = 021:010	40 18	40 15	40 9	40 12	40 13,5					
T/k = 010:021	40 7	40 12	40 15	40 8	40 10,5					

Tabelle II.
II. Kristall.

Zone [snT]	1	2	3	4	5	6	7	8
s/n = 120 : 110	18° 4'	18° 2'	18° 7'	18° 3'	18° 4',0	18° 1',3	18° 1',1	-0,2
n/n = 110 : 110	49 58	50 10	50 6	50 5	50 4,75	50 7,1	50 7,8	+0,7
n/s = 110 : 120	18 3	17 58	17 56	18 5	18 0,5			
s/T = 120 : 010	46 51	46 55	46 58	46 47	46 52,75	46 55,5	46 56,0	+0,5
T/s = 010 : 120	47 1	46 55	46 51	46 58	46 56,25			
s/n = 120 : 110	18 3	17 57	17 59	17 58	17 59,25			
n/n = 110 : 110	50 4	50 14	50 8	50 12	50 9,5			
n/s = 110 : 120	18 2	17 58	17 59	18 6	18 1,25			
s/s = 120 : 120	93 52	93 48	93 54	93 48	93 51,5			
Zone [kT]								
k/k = 021 : 021	99°35'	99°36'	99°34'	99°38'	99°35',75	99°16',9	99°16',6	-0,3
k/T = 021 : 010	40 34	40 34	40 37	40 31	40 34,0	40 21,4	40 21,7	+0,3
T/k = 010 : 021	40 11	40 8	40 9	40 12	40 10,25			
k/k = 021 : 021	98 54	98 54	99 2	99 0	98 57,75			
k/k = 021 : 021	80 45	80 49	80 41	80 38	80 43,25			

net wurden, dessen Verhältnisse unten eingehender dargestellt sind; in der 10. Reihe sind die Differenzen gegen die entsprechenden Werthe aus dem Axensystem des ersten Krystalls, wie sie die 7. Reihe giebt, dargestellt. Hieraus folgt eine Vergleichung der Verhältnisse der beiden gemessenen Krystalle.

Die Winkel, welche der zweite gemessene Krystall ergab, waren kaum weniger genau, als die des ersten, aber der zweite Krystall war am einen Ende etwas beschädigt, so dass derselbe nicht ganz ringsum in beiden Zonen gemessen werden konnte. Die Tabelle II gibt die Verhältniss dieses Krystalls; die einzelnen Vertikalreihen haben genau dieselbe Bedeutung wie in der ersten Tabelle, da die Messung und Berechnung dieses zweiten Krystalls genau in derselben Weise vorgenommen wurde, wie die des ersten. Aus den in der 6. Reihe befindlichen Mittelwerthen, wurde auch hier ein Axensystem berechnet, und zwar auch hier nach der Methode der kleinsten Quadrate. Es wurde gefunden:

$$\checkmark a : \bar{b} : c = 0,46735 : 1 : 0,58829$$

welche Zahlen ebenfalls in der vierten Dezimale um einige Einheiten differiren, aber um mehr als bei dem obigen Axensystem des 1. Krystalls. Dieser Krystall ist etwas unregelmässiger gebaut als der erste, die der Symmetrie nach gleichen Winkel weichen, wie die 5. Reihe zeigt, um etwas grössere Beträge von einander ab, als bei jenen ersten. Die einzelnen Werthe in der 5. Reihe sind aber ebenfalls um weniger als 1' unsicher.

Die Reihen 9 und 10 fallen hier fort, weil schon durch die erste Tabelle eine Vergleichung beider Krystalle ermöglicht ist. Dagegen sind an diesem Krystall auch die beiden Zonen [s d k] gemessen, deren Winkel in der Tabelle III zusammengestellt sind.

Tabelle III.

II. Krystall.

Zone [s d k]	A.			B.			C.		
	gem.	ger.	d	gem.	ger.	d	Mittel	ger.	d
s/d	55° 4'	55° 6',7	+ 2',7	55° 7'	55° 6',7	- 0',3	55° 5',5	55° 6',7	+ 1',2
d/k	66 11	66 14,2	+ 3,2	66 16	66 14,2	- 1,8	66 13,5	66 14,2	+ 0,7
k/s	58 42	58 39,1	- 2,9	58 41	58 39,1	- 1,9	58 41,5	58 39,1	- 2,4

Diese Winkel sind aber sehr viel unsicherer als die in den anderen Zonen. Je in der 1. Vertikalreihe sub A, B und C sind die der 5. Reihe der anderen Tabellen entsprechenden Mittelwerthe zusammengestellt, welche aber hier mit einer Unsicherheit von 2—3' behaftet sind, daher sind diese Werthe auch nicht mit zur Berechnung des Axensystems herbeigezogen. Unter A sind die aus der einen Zone [s d k], unter B sind die aus der zweiten Zone [s d k] erhaltenen Werthe dargestellt. Unter „gem.“ sind die gemessenen Mittelwerthe, unter „ber.“ die aus obigem Axenverhältniss berechneten Winkel enthalten; d gibt die Differenz beider. Unter C findet man unter „Mittel“ die Mittelwerthe der unter „gem.“ in A und B stehenden Werthe dargestellt, die wieder mit den gerechneten Werthen verglichen werden, von welchen sie um die Beträge unter d abweichen.

An anderen Krystallen als an diesen zweien gemessene Winkel waren entweder weit weniger zuverlässig, als die aus den beiden genannten Krystallen, oder es konnten nur einzelne Winkel mit grösserer Genauigkeit erhalten werden, nicht aber alle. Ich verzichte daher auf die ausführliche Darstellung weiterer Krystalle in Beziehung auf ihre Winkelwerthe und führe nur an, dass die an anderen Krystallen erhaltenen Winkel in der Hauptsache zwischen den entsprechenden Winkeln jener zwei Krystalle in der Mitte stehen, selten ausserhalb der durch diese beiden gegebenen Grenzen liegen. So habe ich an einigen weiteren Krystallen gemessen:

$n/n = 50^{\circ} 19'$; $50^{\circ} 17'$; $50^{\circ} 10'$; $50^{\circ} 5'$ etc. (Grenzen: $50^{\circ} 15',3$ bis $50^{\circ} 7',1$)

$k/k = 99^{\circ} 30'$; $99^{\circ} 24'$; $99^{\circ} 16'$; $99^{\circ} 8'$ etc. (Grenzen: $99^{\circ} 35',5$ bis $99^{\circ} 6',9$)

Die Abweichungen aller dieser Winkel unter einander sind jedenfalls grösser als die Unsicherheiten, mit welchen sie behaftet sind, welche im ungünstigsten Falle nicht über einige Minuten hinausgehen. Bei einer isomorphen Mischung wie beim Hyalosiderit, wo das Verhältniss der Magnesia zum Eisen kaum bei allen Krystallen dasselbe sein dürfte, können aber derartige Differenzen nicht auffällig* erscheinen, sie sind wahrscheinlich in der verschiedenen chemischen Zusammensetzung begründet. Hiervon wird am Schlusse dieser Abhandlung noch ausführlicher die Rede sein.

Handelt es sich nun noch darum, ein für alle Hyalosiderit-

krystalle nach den bisherigen Erfahrungen am besten passendes Axensystem zu bestimmen, so weicht wohl das Mittel aus den beiden aus dem 1. und 2. Krystall berechneten Axensystemen nur äusserst wenig von diesem ab. Dieses mittlere Axensystem ist:

$$\overset{\vee}{a} : \overset{|}{b} : \overset{!}{c} = 0,46815 : 1 : 0,58996$$

Die Zahlen desselben sind ebenfalls in der vierten Dezimale um einige Einheiten unsicher. Dieses letztere Axensystem soll den folgenden Betrachtungen zu Grunde gelegt werden.

In der folgenden Tabelle sind in der mittleren Reihe die aus dem letzteren Axensystem berechneten Winkel zusammengestellt und mit den am 1. und 2. Krystall gemessenen Winkeln verglichen; in den beiden schmälere Zwischenreihen sub d sind die betr. Differenzen angegeben:

Winkel	1. Krystall	d	Gerechnet	d	2. Krystall
s/n	18° 1',5	+ 0',3	18° 1',8	+ 0',5	18° 1',3
n/n	50 15,3	— 4,9	50 10,4	+ 3,3	50 7,1
n/T	64 51,9	+ 2,9	64 54,8	— 2,0	64 56,8
s/T	46 50,4	+ 2,6	46 53,0	— 2,5	46 55,5
s/s	86 19,2	— 5,2	86 14,0	+ 5,0	86 9,0
k/k	99 35,5	— 9,5	99 26,0	+ 9,1	99 16,9
k/T	40 12,3	+ 4,7	40 17,0	— 4,4	40 21,4
s/d	—	—	55 7,3	+ 1,8	55 5,5
d/k	—	—	66 18,3	+ 4,8	66 13,5
k/s	—	—	58 34,4	— 7,1	58 41,5

Im Vergleich mit den Formverhältnissen dieses eisenreichen Olivins war es von Interesse, auch die Formen des eisenfreien reinen Magnesiaolivins genauer kennen zu lernen. Es ist dies eine der weissen Olivinvarietäten vom Vesuv, der Forsterit LÉVY's, der sich als verhältnissmässige Seltenheit mit Ceylanit, grünem Augit, Vesuvian etc. in manchen Sommaauswürflingen findet.

Der Forsterit wurde zuerst von LÉVY¹ beobachtet, beschrieben und benannt. Nach seinen Schilderungen sind es kleine glänzende, durchsichtige, farblose, rhombische Kryställchen, welche Quarz ritzen. LÉVY zeichnet und beschreibt nur

¹ The annals of philosophy. New Ser. Vol. VII. p. 61, 62. 1824; daraus: Pogg. Ann. Bd. V. p. 167. 1825 (Referat von W. HÄIDINGER).

eine Combination (Fig. 2), welche unter den späteren Beobachtern nur SCACCHI wieder angibt. Bezogen auf das NAUMANN'schen Axensystem des Olivins (dessen Verwandtschaft mit Forsterit allerdings LÉVY nicht sofort erkannt hat) ist sie von den Flächen begrenzt: $m = n$ (NAUM.) = $\infty P(110)$; $g^1 = T$ (N.) = $\infty P \infty(010)$; $p = P$ (N.) = $0P(001)$; $b^1 = e$ (N.) = $P(111)$.

Mit dem Reflexionsgoniometer sind die folgenden mit den entsprechenden Olivinwinkeln nahe übereinstimmenden Winkel: m/m oder n/n (NAUM.) = $128^\circ 54'$; g^1/p oder $e/P = 126^\circ 6'$; b^1/g^1 oder $e/T = 110^\circ 23'$ gemessen worden, welche in Verbindung mit den Zonenverhältnissen trotz der ungewöhnlichen Combination keinen Zweifel übrig lassen, mit welchen Flächen man es hier zu thun hat. Die von mir gemessenen Winkel weichen allerdings von den von LÉVY erhaltenen nicht unbedeutend ab; ich habe gefunden: $m/m = 130^\circ 9'$ etc. (siehe unten p. 28). In der Richtung von P ist nach LÉVY ein deutlicher Blätterbruch vorhanden.

Diese Beschreibung und Abbildung des Forsterits von LÉVY ist dann später in die Hand- und Lehrbücher übergegangen. Sie findet sich u. A. noch in der 4. Auflage der Mineralogie von PHILLIPS vom Jahr 1837, wo statt der vorstehenden Buchstaben der Reihe nach M , h , o , y angewendet werden. PHILLIPS giebt auch noch einige weitere Winkel an, nämlich $y/y = e/e$ (NAUM.) = $139^\circ 14'$ (vordere Endkante) und $107^\circ 46'$ (Seitenkante). Diese sind aber wahrscheinlich nicht gemessen, sondern aus LÉVY's Winkeln: $P/e = 126^\circ 6'$ und $n/n = 128^\circ 54'$ berechnet; man erhält nämlich aus diesen: $e/e = 139^\circ 12'$ (statt $14'$) und $107^\circ 48'$ (statt $46'$). Für e/T berechnet sich aus denselben beiden Winkeln $110^\circ 24'$, LÉVY giebt dafür $110^\circ 23'$. PHILLIPS hebt auch die Ähnlichkeit des Forsterits in der Krystallform mit dem Chrysoberyll hervor (auf welche übrigens schon HÄIDINGER in dem oben (pag. 19) citirten Referat aufmerksam gemacht hatte), spricht dagegen nicht vom Olivin, der aber bekanntlich seinerseits mit Chrysoberyll grosse Ähnlichkeit in den Winkeln zeigt. Die grosse Ähnlichkeit der Krystallformen des Forsterits mit dem Olivin und die Zugehörigkeit desselben zum Olivin, auch auf Grund der chemischen Untersuchungen, wird indessen bald darauf allge-

mein betont, so von BROOKE und MILLER¹, BREITHAUPT², der eine Combination $n e k T P$, also ungefähr Fig. 3 mit Abstumpfung der oberen Ecke durch die Basis, erwähnt, und andere.

MILLER¹ bespricht das Mineral offenbar auf Grund selbständiger neuer Beobachtungen. Er beschreibt und zeichnet die Combination: $n = \infty P (110)$; $a = \infty P \infty (010) = T$ (NAUM.); $e = P (111)$; $k = P \infty (011)$, bezieht aber die Flächen nicht auf das NAUMANN'sche Axensystem, sondern auf ein solches, bei welchem a und c doppelt so gross sind, als bei NAUMANN; dieser Combination (Fig. 3) fehlt, abweichend von der von LÉVY beschriebenen die Basis, das Oktaëder e bildet die Endbegrenzung beinahe allein, nur die Flächen des Brachydomas k , an Grösse hinter e stark zurücktretend, sind am Ende noch vorhanden. Eine zweite, complicirtere Combination wird beschrieben, aber nicht abgebildet; sie wird begrenzt von den Flächen:

$$\begin{aligned} a &= \infty P \infty (010) (= T \text{ NAUM.}); & b &= \infty P \infty (100) (= M \text{ NAUM.}); \\ d &= P \infty (101); & k &= 2P \infty (021); & h &= P \infty (011); \\ r &= \infty P \checkmark (130); & s &= \infty P \checkmark (120); & n &= \infty P (110); & e &= P (111); \\ f &= 2P \checkmark (121); & l &= 3P \checkmark (131)^3; \end{aligned}$$

auch an ihr fehlt die Basis; die Flächen r, s, d, h, l, f sind alle sehr klein. MILLER stellt den Forsterit als eine Varietät zum Olivin, führt aber bezüglich der Winkel nur an, dass diejenigen, die er an einigen guten Krystallen gemessen habe, sehr nahe mit denen des Olivins übereinstimmen. Die Spaltbarkeit geht nach MILLER's Angaben der Basis und dem Brachypinakoid parallel; in ersterer Richtung ist auch, wie oben bemerkt, von LÉVY eine solche angegeben worden, SCACCHI hat aber dem gegenüber andere Angaben gemacht.

Dieser letztere Forscher⁴ hat den Forsterit allerdings nicht eingehender beschrieben, sondern er bezieht sich auf LÉVY (l. c.) und rekapitulirt im Wesentlichen dessen Angaben.

¹ PHILLIPS, An elementary introduction in Mineralogy; new edition by BROOKE and MILLER. 1852.

² Vollständiges Handbuch etc. 1847. Bd. 3. p. 718.

³ Die Signatur der Flächen d bis l ist bei MILLER und NAUMANN dieselbe; die Symbole beziehen sich hier bei allen auf die NAUMANN'schen Axen.

⁴ Pogg. Ann. III. Erg.-Bd. p. 184. 1853 (Über den Humit und den Olivin des Mte. Somma).

Er hebt die grosse Übereinstimmung des von LÉVY beschriebenen Forsterits mit dem von ihm beobachteten weissen Olivin von der Somma hervor und betont sehr nachdrücklich die Zugehörigkeit des Forsterits zum Olivin, da ihm offenbar die dem entsprechenden Ansichten der genannten Forscher (BREITHAUPT, MILLER) noch nicht bekannt geworden waren. SCACCHI giebt an, dass er nur die grünen, also eisenhaltigen, Olivinvarietäten vom Vesuv genauer habe messen können, nicht aber die weissen Fe-freien (Forsterit und Monticellit), constatirt aber eine Differenz in den entsprechenden Winkeln des Forsterit und des grünen Olivins von ca. 1° . Er spricht ferner seine Verwunderung darüber aus, dass LÉVY eine besonders leichte Spaltbarkeit in der Richtung der Basis (Fläche P Fig. 2) angebe; er selbst habe am weissen Olivin eine leichte Spaltbarkeit stets nach der Längsfläche (T, Fig. 2) beobachtet, nach der Basis P dagegen nur Spuren, beides in Übereinstimmung mit der Spaltbarkeit auch der grünen Olivine vom Vesuv (sowie auch mit den späteren Angaben von G. VOM RATH¹, der ebenfalls nur nach T Spaltbarkeit beobachtet hat). SCACCHI hält einen Irrthum bezüglich der Spaltbarkeit bei LÉVY nicht für ausgeschlossen. Wir haben gesehen, dass auch MILLER eine Spaltbarkeit nach T anführt; ich selbst habe, der Kleinheit der Krystalle und der Spärlichkeit meines Materials wegen hierüber keine eigenen Beobachtungen anstellen können.

Ob SCACCHI Forsteritzwillinge beobachtet hat, bleibt zweifelhaft. Kein anderer Beobachter führt solche an, auch SCACCHI spricht nicht ausführlich davon. Er sagt aber, dass er an aschgrauen Olivinen Zwillinge und Drillinge nach $h = P\infty$ (011) (NAUM.) beobachtet habe, also nicht an den gewöhnlichen grünen eisenhaltigen Olivinen, sondern an den eisenfreien oder -armen, zu denen vor allem aber auch der Monticellit gehört.

Später scheint sich nur HESSENBERG² noch mit dem Forsterit von der Somma eingehender beschäftigt zu haben. Derselbe fand auf derselben Stufe neben gut ausgebildeten Augit-(Diopsid-) Krystallen zufälliger Weise auch kleine Krystalle des weissen Olivins SCACCHI's, von denen er einen „von mikro-

¹ Pogg. Ann. 155. p. 35. 1875.

² Mineralog. Notizen. 1. Heft. Abh. Senckenb. Ges. Bd. 2. 1856.

skopisch winziger Grösse“ beschrieben, gemessen und abgebildet hat. Die Form desselben ist in Fig. 4 wiedergegeben. Bezogen auf NAUMANN'sche Axen, ist er von den Flächen begrenzt:

$$\begin{aligned} P &= 0P(001); M = \infty P\infty(100); T = \infty P\infty(010); \\ n &= \infty P(110); s = \infty P\check{2}(120); r = \infty P\check{3}(130); m = \infty P\check{5}(540); \\ k &= 2P\infty(021); d = P\infty(011); \\ e &= P(111); f = 2P\check{2}(120). \end{aligned}$$

Von diesen Flächen ist *m* neu; sie ist von HESSENBERG mit *n* bezeichnet, welcher Buchstabe aber von MILLER und nach ihm von NAUMANN schon für das Prisma $\infty P(110)$ vergeben ist; ich habe daher den Buchstaben *m* dafür gesetzt. In seinem Flächenverzeichnis im Text führt HESSENBERG $\infty P(110)$ gar nicht auf, ebensowenig $P = 0P(001)$; beide Formen finden sich aber in seiner Figur. Für die neue Fläche *m* wurde gemessen: $m/T = 110^\circ 26'$; ferner $n/T = 114^\circ 59'$; aus letzterem Winkel berechnet sich der erstere zu: $110^\circ 26' 37''$. Berechnet man die beiden Winkel m/T und n/T aus dem weiter unten von mir abgeleiteten Axensystem, so erhält man: $m/T = 110^\circ 24'$ und $n/T = 114^\circ 55'$, es besteht also sehr nahe Übereinstimmung der HESSENBERG'schen Messungen mit den meinigen. Die relative Grösse der einzelnen Flächen giebt die Figur. Eine Combination des Minerals, aber ohne Winkelangaben, führt schliesslich G. v. RATH¹ noch an, nämlich: *n e k h*, letzteres untergeordnet. Die Flächen waren rauh und nicht messbar; die Analyse hat nur 1,57 FeO und die Formel des Forsterits ergeben.

Die von mir untersuchten Krystalle entstammen der Göttinger Universitätsammlung, aus der sie mir Prof. C. KLEIN bereitwilligst zur Verfügung stellte. Es waren mehrere Sommaauswürflinge mit Pyroxen und Vesuvian und auch hier war der Forsterit von Ceylanit begleitet, wie das schon die früheren Beobachter erwähnen. Die kleinen Kryställchen sitzen dicht gedrängt neben einander und bilden so ausgedehntere Überzüge, während sonst die Krystalle der Sommaauswürflinge mehr einzeln aufgewachsen sind. DUFRÉNOY² erwähnt als charak-

¹ Manuel de minéralogie. 2. Aufl.

² Min. Mittheilungen. 14. Forts. No. 81. Pogg. Ann. 155. p. 34. 1875.

teristisch für das Vorkommen des Forsterits, dass er „comme des noeuds“ bilde; vielleicht will er damit dieses Verhalten andeuten. G. vom RATH giebt (l. c.) an, dass der Forsterit mit schwarzem Spinell ein körniges Gemenge bilde.

Es ist nicht leicht, die Kryställchen, um die es sich handelt, als Forsterit zu erkennen. Sie sind glasglänzend, durchsichtig, farblos, höchstens mit einem sehr schwachen Stich ins grünliche (nicht aschgrau; SCACCHI spricht a. a. O. von aschgrauem Olivin). Grosse Härte wurde constatirt, das Ritzen von Quarz blieb aber zweifelhaft. Die ganz geringe Grösse der Kryställchen verhinderte aber genauere Untersuchung; jedenfalls ist $H > 6$. Dass es zur Olivingruppe gehörige Kryställchen sind, ergab mit vollkommener Sicherheit erst die Messung der Winkel; kleine Pyroxenkryställchen, die daneben vorkamen, wie es auch HESSENBERG (l. c.) angiebt, sehen den Forsteritkryställchen in Glanz, Farbe, Durchsichtigkeit, Grösse und auch in den allgemeinen Formverhältnissen so ähnlich, dass sie ohne genauere Untersuchung kaum zu unterscheiden sind.

War nun auch festgestellt, dass die Kryställchen weisse Olivinkryställchen sind, so war noch zu entscheiden, ob sie wirklich zum Forsterit, oder nicht vielleicht zum Monticellit gehören. Ich weiss nicht, ob man diese beiden Sommaminealien durch blosses Ansehen sicher von einander unterscheiden kann; die Unterscheidung ist aber nach den Flächenwinkeln möglich, die beim Monticellit und Olivin beträchtlich differiren, während zwischen Forsterit und Olivin nur unerhebliche Unterschiede stattfinden. Für Monticellit findet man z. B. angegeben: $n/n = 132^{\circ} 54'$ (MILLER) und $133^{\circ} 6\frac{1}{2}'$ (G. vom RATH), während die untersuchten Kryställchen Werte für den Winkel n/n ergaben, welche von 130° kaum abwichen, sie betragen bei zwei Krystallen $130^{\circ} 7'$ und $130^{\circ} 6'$ cca. Dass den untersuchten Krystallen der Eisengehalt fehlte, zeigte die fast wasserhelle Beschaffenheit, sowie ein Löthrohrversuch; eine mikrochemische Reaktion erwies die gänzliche Abwesenheit von Kalk. Es ist somit unzweifelhaft, dass die Krystalle in der That dem Forsterit angehörten. Es war auch von vornherein unwahrscheinlich, dass das vorliegende Mineral Monticellit ist. Letzterer scheint zu den allerseltensten Vorkomm-

nissen an der Somma zu gehören und mit Sicherheit nicht einmal in der berühmten Sammlung von SCACCHI in Neapel vorhanden zu sein¹.

Eine nähere Untersuchung erstreckte sich auf zwei Krystalle, oder besser gesagt Krystallfragmente, denn da der Forsterit nur aufgewachsen vorkommt, so sind die Kryställchen an einem Ende zerbrochen und es können nicht wie beim Hyalosiderit alle Winkel ringsum gemessen werden. Diese beiden Krystalle sind in ihrer Vollständigkeit und in der relativen Ausdehnung ihrer Flächen ziemlich naturgetreu in Fig. 5 und 6 abgebildet, die aber beide ungemein vergrössert sind; beide Kryställchen messen in ihrer grössten Erstreckung höchstens 1 mm.

Der erste Krystall (Fig. 5) ist von folgenden Flächen begrenzt: $P = OP (001)$; $M = \infty P \infty (100)$; $T = \infty P \infty (010)$; $n = \infty P (110)$; $s = \infty P \checkmark (120)$; $d = P \infty (101)$; $h = P \infty (011)$; $k = 2P \infty (201)$; $e = P (111)$. Die Flächen T , s , d , h sind am grössten, n , s und h , ebenso k und P bilden schmale Facetten, klein sind auch die Flächen e . Die physikalische Flächenbeschaffenheit ist eine der Messung sehr günstige; die Flächen sind alle glatt und glänzend und geben daher, auch wenn sie klein sind, noch genügende Reflexe.

Die Messung dieses und des andern Krystalls geschah ganz in derselben Weise wie bei den Hyalosideritkrystallen (pag. 13). Auch hier wurde jede Zone viermal neu centriert und justirt und in jeder Neueinstellung jeder Winkel 3—5mal repetirt. Alles beim Hyalosiderit (l. c.) gesagte gilt auch hier und ebenso haben die Vertikalreihen 1—8 der nächstfolgenden Tabelle dieselbe Bedeutung wie in den Tabellen I und II pag. 15—17. Die Reihe 5 zeigt, dass der Krystall sehr regelmässig ausgebildet ist. Die der Symmetrie nach einander gleichen Winkel sind nur etwa um die Beträge der Unsicherheiten von einander verschieden, mit denen die in Reihe 5 zusammengestellten Mittelwerte aus den Reihen 1—4 behaftet sind und die etwas weniger als 1' betragen. Die Mittel der verschiedenen Werthe der der Symmetrie nach gleichen Winkel

¹ Vgl. G. VOM RATH, Min. Mittheilungen. No. 81. Pogg. Ann. Bd. 155. p. 34. 1875.

Tabelle IV.

1. Zone [nsT]		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
T/s = 010 : 120	47° 2'	47° 2'	47° 3'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'	47° 2'
s/h = 120 : 110	18 3	18 3	18 2	18 3	18 2,75	18 2,7	17 58,9	18 2,75	18 2,7	17 58,9	18 1,5	17 58,9	18 1,5	17 58,9	18 1,5	17 58,9	18 1,5	17 58,9	18 1,5	17 58,9	18 1,5
n/h = 110 : 110	49 53	49 53	49 52	49 53	49 52,75	49 52,7	49 51,4	49 52,75	49 52,7	49 51,4	49 54,3	49 51,4	49 54,3	49 51,4	49 54,3	49 51,4	49 54,3	49 51,4	49 54,3	49 51,4	49 54,3
n/s = 110 : 120	18 1	18 1	18 4	18 2	18 2,0	18 2,0	18 2,0	18 2,0	18 2,0	18 2,0	18 2,0	18 2,0	18 2,0	18 2,0	18 2,0	18 2,0	18 2,0	18 2,0	18 2,0	18 2,0	18 2,0
s/T = 120 : 010	47 3	47 4	47 3	47 2	47 3,0	47 3,0	47 3,0	47 3,0	47 3,0	47 3,0	47 3,0	47 3,0	47 3,0	47 3,0	47 3,0	47 3,0	47 3,0	47 3,0	47 3,0	47 3,0	47 3,0
T/r = 010 : 130																					
2. Zone [kT]																					
T/k = 010 : 021	40° 32'	40° 31'	40° 30'	40° 32'	40° 31',25	40° 30',6	40° 28',0	40° 31',25	40° 30',6	40° 28',0	40° 30',4	40° 29',3	40° 30',4	40° 29',3	40° 30',4	40° 29',3	40° 30',4	40° 29',3	40° 30',4	40° 29',3	40° 30',4
k/P = 010 : 001	49 24	49 28	49 28	49 30	49 27,50	49 31,2	49 32,0	49 31,2	49 31,2	49 32,0	49 30,1	49 30,7	49 30,1	49 30,7	49 30,1	49 30,7	49 30,1	49 30,7	49 30,1	49 30,7	49 30,1
P/h = 001 : 011	30 15	30 19	30 16	30 14	30 16,0	30 16,0	30 21,5	30 16,0	30 16,0	30 21,5	30 16,0	30 16,0	30 21,5	30 16,0	30 16,0	30 21,5	30 16,0	30 16,0	30 21,5	30 16,0	30 21,5
h/k = 011 : 021	19 26	19 18	19 21	19 20	19 21,25	19 21,25	19 10,5	19 21,25	19 21,25	19 10,5	19 21,25	19 10,5	19 21,25	19 10,5	19 21,25	19 10,5	19 21,25	19 10,5	19 21,25	19 10,5	19 21,25
P/k = 001 : 021	49 41	49 37	49 37	49 34	49 37,25	49 37,25	49 34	49 37,25	49 37,25	49 34	49 37,25	49 34	49 37,25	49 34	49 37,25	49 34	49 37,25	49 34	49 37,25	49 34	49 37,25
k/T = 021 : 010	40 29	40 30	40 31	40 30	40 30,0	40 30,0	40 30	40 30,0	40 30,0	40 30	40 30,0	40 30	40 30,0	40 30	40 30,0	40 30	40 30,0	40 30	40 30,0	40 30	40 30,0
3. Zone [T e d]																					
T/e = 010 : 111	69° 54'	69° 54'	69° 54'	69° 54'	69° 54',0	69 57',0	69° 59',7	69° 54',0	69 57',0	69° 59',7	69° 57',1	69° 59',7	69° 57',1	69° 59',7	69° 57',1	69° 59',7	69° 57',1	69° 59',7	69° 57',1	69° 59',7	69° 57',1
e/d = 111 : 101	20 6	20 6	20 7	20 3	20 6,3	20 4,8	20 0,3	20 6,3	20 4,8	20 0,3	20 2,6	20 0,3	20 2,6	20 0,3	20 2,6	20 0,3	20 2,6	20 0,3	20 2,6	20 0,3	20 2,6
d/e = 101 : 111	20 4	20 3	20 3	20 3	20 3,3	20 3,3	20 3,3	20 3,3	20 3,3	20 3,3	20 3,3	20 3,3	20 3,3	20 3,3	20 3,3	20 3,3	20 3,3	20 3,3	20 3,3	20 3,3	20 3,3
e/T = 111 : 010	70 0	70 0	70 0	70 0	70 0,0	70 0,0	70 0,0	70 0,0	70 0,0	70 0,0	70 0,0	70 0,0	70 0,0	70 0,0	70 0,0	70 0,0	70 0,0	70 0,0	70 0,0	70 0,0	70 0,0
4. Zone [s d k]																					
s/d = 120 : 101	55° 3'	55° 5'	55° 4'	55° 4'	55° 4',0	54° 56',6	54° 56',6	55° 4',0	54° 56',6	54° 56',6	54° 57',2	54° 59',2	54° 57',2	54° 59',2	54° 57',2	54° 59',2	54° 57',2	54° 59',2	54° 57',2	54° 59',2	54° 57',2
d/k = 101 : 021	66 10	66 9	66 9	66 9	66 9,3	66 8,8	66 9,3	66 9,3	66 8,8	66 9,3	66 14,2	66 11,9	66 14,2	66 11,9	66 14,2	66 11,9	66 14,2	66 11,9	66 14,2	66 11,9	66 14,2
5. Zone [k d s]																					
k/d = 021 : 101	66° 8'	66° 8'	66° 9'	66° 9'	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3	66° 8',3
d/s = 101 : 120	54 54	54 55	54 54	54 54	54 54,3	54 54,3	54 54,3	54 54,3	54 54,3	54 54,3	54 54,3	54 54,3	54 54,3	54 54,3	54 54,3	54 54,3	54 54,3	54 54,3	54 54,3	54 54,3	54 54,3
6. Zone [n d h]																					
n/d = 110 : 101	44° 44'	44° 44'	44° 46'	44° 45'	44° 44',75	44° 44',5	44° 44',5	44° 44',75	44° 44',5	44° 44',5	44° 44',5	44° 44',5	44° 44',5	44° 44',5	44° 44',5	44° 44',5	44° 44',5	44° 44',5	44° 44',5	44° 44',5	44° 44',5
d/h = 101 : 011	57 31	57 32	57 30	57 29	57 30,5	57 33,8	57 33,8	57 30,5	57 33,8	57 33,8	57 33,8	57 33,8	57 33,8	57 33,8	57 33,8	57 33,8	57 33,8	57 33,8	57 33,8	57 33,8	57 33,8

sind in der sechsten Reihe zusammengestellt, und aus diesen Zahlen ist nach der Methode der kleinsten Quadrate das Axensystem:

$$\check{a} : \bar{b} : \overset{!}{c} = 0,46478 : 1 : 0,58571$$

berechnet, dessen Zahlen in der vierten Stelle um einige Einheiten unsicher sind. Die aus diesem Axensystem berechneten Winkel giebt die 7. Reihe und deren Differenzen gegen die Zahlen der 6. Reihe ist aus der 8. Reihe zu ersehen. Diese letzten Differenzen sind z. Th. nicht ganz gering; sie steigen in einem Fall, bei $\nless k/k$, auf 10,7, sonst sind sie allerdings weitaus geringer.

Den zweiten der genauer untersuchten Krystalle giebt Fig. 6. Er hat beinahe dieselben Formen wie der vorhergehende, es fehlen ihm aber die Flächen M und h, dagegen tritt das Prisma: $r = \infty P\check{3} (130)$ als schmale Abstumpfung der Kante s/T hinzu; die Combination ist also: P T n s r d k e. Der Krystall ist nach den Axen a und b beinahe gleich stark ausgedehnt und hat so einen mehr quadratischen Typus im Gegensatz zum vorher betrachteten, der nach der Axe a verlängert, nach b verkürzt erscheint, trotzdem dass er am hinteren Ende der Axe b zerbrochen ist, was bei dem zweiten Krystall nicht zutrifft. Alle Begrenzungsflächen auch dieses Krystalls sind mehr oder weniger stark glänzend, so dass auch sie im Verhältniss zu ihrer Kleinheit gute, z. Th. sogar sehr scharfe Reflexbilder gaben; nur d und e sind etwas rauh, ebenso s und n; h, k, P sind glatt. Die Kanten sind meist etwas gerundet, so dass es aussieht als wären sie durch schmale Facetten abgestumpft.

Auch an diesem Krystall werden die Winkel in derselben Weise gemessen, wie am vorhergehenden. Die Messungsergebnisse sind aber hier nicht in so ausführlicher Weise dargestellt. Die Mittelwerthe aller der Symmetrie zufolge gleicher Winkel berechnet unter Berücksichtigung der Gewichte der Einzelbeobachtungen genau wie oben (pag. 15) sind in der 9. Reihe dargestellt; man sieht, dass diese Zahlen von den entsprechenden für den ersten Krystall in der 6. Reihe nur unerheblich differiren. Auch hieraus ist ein Axensystem nach

der Methode der kleinsten Quadrate berechnet worden, und zwar hat sich gefunden:

$$\overset{\smile}{a} : \bar{b} : \overset{|}{c} = 0,46475 : 1 : 0,58567$$

ebenfalls erst in der vierten Stelle um einige Dezimalen unsicher. Die aus ihm berechneten Winkelwerthe findet man in der zehnten, deren Differenzen gegen die Werthe aus der neunten Reihe in der eilften dargestellt; hier sind die Differenzen zwischen den beobachteten und den aus dem Axenverhältnisse berechneten Winkeln viel geringer als in der Differenzenreihe 8, wenigstens fällt hier die grosse Differenz beim Winkel h/k weg; die Fläche h ist ja an diesem Krystall gar nicht ausgebildet.

Die aus diesen beiden Krystallen berechneten Axensysteme sind wenig von einander verschieden; als Axensystem, das man allgemeineren Betrachtungen zu Grunde legen kann, lässt sich also wohl eines annehmen, dessen Axen das arithmetische Mittel aus den angegebenen Axen der beiden Krystalle ist. Dieses wäre

$$\overset{\smile}{a} : \bar{b} : \overset{|}{c} = 0,46476 : 1 : 0,58569$$

In der folgenden Tabelle sind die aus dem letzteren Axensystem berechneten Winkel zusammengestellt und mit den an beiden Krystallen gemessenen Winkeln verglichen. Die Anordnung der Tabelle ist dieselbe wie bei der Tabelle p. 19.

Winkel	1. Krystall	diff.	Aus den Axen gerechnet	diff.	2. Krystall
T/s	47° 2',5	+ 3',0	47° 5',5	+ 2',5	47° 3',0
s/n	18 2,7	— 3,9	17 58,8	— 2,7	18 1,5
n/n	49 52,7	— 1,3	49 51,4	— 2,9	49 53,3
T/r	—	—	35 42,6	+ 1,6	35 41,0
T/k	40 30,6	— 1,8	40 28,8	— 1,6	40 30,4
k/P	49 31,2	0	49 31,2	+ 1,1	49 30,1
k/k	99 2,4	0	99 2,4	+ 2,2	99 0,2
P/h	30 16,0	+ 5,4	30 21,4	—	—
h/k	19 21,2	— 10,4	19 10,8	—	—
T/e	69 57,0	+ 2,5	69 59,5	+ 2,4	69 57,1
e/d	20 4,8	— 4,3	20 0,5	— 2,1	20 2,6
s/d	54 56,6	+ 2,7	54 59,3	+ 2,1	54 57,2
d/k	66 8,8	+ 3,2	66 12,0	— 2,1	66 14,2
n/d	44 44,5	— 0,7	44 43,8	—	—
d/h	57 33,8	— 0,1	57 33,7	—	—

Fasse ich Alles zusammen, was über die Krystallisation des Forsterits nunmehr bekannt ist, so sind bis jetzt folgende einfache Formen gefunden worden:

$$P = 0P(001); M = \infty P\infty(100); T = \infty P\infty(010);$$

$$n = \infty P(110); s = \infty P\checkmark(120); r = \infty P\checkmark(130); m = \infty P\checkmark(540);$$

$$d = P\infty(101);$$

$$h = P\infty(011); k = 2P\infty(021);$$

$$e = P(111); f = 2P\checkmark(121); l = 3P\checkmark(131),$$

welche Flächen alle durch Zonen- und Winkelbeobachtungen sichergestellt sind.

Diese Flächen bilden folgende Combinationen, deren mannigfaltige Gestaltung die Fig. 2—6 zeigen:

$P T n e$ (LÉVY); $P T n k e$ (BREITHAUPT);

$T n k e$ und $M T n s r d h k e f l$ (MILLER);

$P M T n s r m d k e f$ (HESSENBERG); $n e h k$ (G. VOM RATH); endlich

$P M T n s d h k e$ und $P T n s r d k e$ (BAUER);

Vergleicht man diese Combinationen, so bemerkt man eine verhältnissmässig grosse Mannigfaltigkeit in der Ausbildung derselben sowohl in Beziehung auf die Zahl, als auch in Beziehung auf die relative Ausdehnung der einzelnen Flächen. Man könnte eine Anzahl von Typen der Forsteritkrystalle unterscheiden. Wie verschieden ist z. B. Fig. 2 und 4, aber auch schon 2 und 3 etc., was die Fig. 2—6 auf den ersten Blick zeigen. Gemeinsam für alle Forsteritkrystalle scheint eine starke Entwicklung der Längsfläche T zu sein, auch die Flächen n und e sind stets vorhanden, aber z. Th. sehr klein; sie finden sich aber in sehr verschiedener Vergesellschaftung. In Fig. 2 und 3 ist von den Prismen nur n , in Fig. 5 tritt dazu noch s und M , in 6: s und r , endlich in 4 M , m , s , r . In Fig. 2 und 3 bildet e die Hauptendbegrenzung, in Fig. 2 mit P , in Fig. 3 mit k , in Fig. 5 und 6 ist e sehr klein. In Fig. 4 ist die Prismenzone reich entwickelt, etwas weniger in 5 und 6, sehr wenig in 2 und 3. Die Endbegrenzung hat bei den drei Combinationen Fig. 4, 5, 6 manche Ähnlichkeit; es sind Brachy- und Makrodomen nebst Oktaedern und der Basis; aber in 4 herrscht das Oktaeder, die Domen treten verhältnissmässig zurück; in Fig. 4 und 6 ist k gross ausgebildet, in Fig. 5 dafür h ; in 5 und 6 breitet sich d auf Kosten von e erheblich aus etc. Jeder genauer untersuchte Krystall

unterschied sich, wenn auch z. Th. nicht sehr erheblich von allen anderen, keiner der beschriebenen Forsteritkrystalle ist einem anderen vollständig gleich.

Dieser grossen Formenmannigfaltigkeit in der Ausbildung der Combinationen des Forsterit steht die grosse Einförmigkeit in der Formenausbildung nach Vergesellschaftung und relativer Ausdehnung der Flächen beim Hyalosiderit und der krystallisirten Frischschlacke gegenüber.

Ganz im Gegensatz zu den Verschiedenartigkeiten der Krystallformen beim Forsterit und der Gleichförmigkeit derselben beim Hyalosiderit stehen aber die Winkelverhältnisse. Diese sind im Gegentheil bei den verschiedenen Forsteritkrystallen recht constant stets dieselben oder doch nur äusserst wenig verschieden, auch wenn die Krystallform eine andere ist, während sie am Hyalosiderit trotz aller Ähnlichkeit der Form bei den verschiedenen Individuen erheblich differiren. Dass dies wahrscheinlich mit der chemischen Zusammensetzung zusammenhängt, ist schon erwähnt.

Die Winkel beim Forsterit differiren nur um wenige Minuten, höchstens an den von mir gemessenen beiden Krystallen, welche von zwei verschiedenen Stufen stammten; so ist z. B.:

$$n/n = 130^{\circ} 7',3 \text{ (1. Kr.) und } = 130^{\circ} 5',7 \text{ (2. Kr.); } d = 1',6 *$$

$$k/k = 98^{\circ} 58',8 \text{ (1. Kr.) und } = 98^{\circ} 59',2 \text{ (2. Kr.); } d = 0',4$$

Dass auch die Messungen HESSENBERG's mit den meinigen bis auf wenige Minuten stimmen, habe ich schon oben erwähnt. Grösser sind allerdings die Abweichungen der von LÉVY gegebenen Winkel. Über den Grund dieser Verschiedenheit kann ich keine Auskunft geben. Nahe läge zu vermuthen, dass LÉVY vielleicht irrthümlicher Weise einen Monticellitkrystall gemessen habe, aber er giebt: $n/n = 128^{\circ} 54'$, während beim Monticellit: $n/n = 133^{\circ}$ cca.; in dieser Verwechslung ist also der Grund nicht zu suchen. Beim Hyalosiderit ist dagegen

$$n/n = 129^{\circ} 44',7 \text{ (1. Kr.) und } 129^{\circ} 52',9 \text{ (2. Kr.); } d = 8',2$$

$$k/k = 99^{\circ} 35',5 \text{ (1. Kr.) und } 99^{\circ} 16',9 \text{ (2. Kr.); } d = 18',6$$

* Bem. bei der Corr. STRÜVER (Acc. dei Lincei, Rendiconti, 6. Juni 1886) giebt für den Forsterit von Baccano: $n/n = 130^{\circ} 3'$. Die Arbeit ist zu spät in meine Hände gekommen, als dass ich sie hier noch hätte benutzen können.

Versuchen wir nunmehr den Einfluss der chemischen Zusammensetzung auf die Krystallform der aus Mg_2SiO_4 , oder aus Fe_2SiO_4 oder aus einer isomorphen Mischung beider Silikate bestehenden Olivine festzustellen, so haben wir noch einige Bemerkungen über die Krystallisation des reinen Eisenolivins, der Eisenfrischschlacke und des gewöhnlichen Olivins (Peridots, Chrysoliths) vorzuschicken.

Was zunächst die Eisenfrischschlacke anbelangt, so benutze ich für den reinen (künstlichen) Eisenolivin Fe_2SiO_4 die von LASPEYRES¹ angegebenen Zahlen für das Axenverhältniss:

$$\check{a} : \bar{b} : c = 0,46153 : 1 : 0,58028$$

Im Mittel aus den Messungen von MITSCHERLICH, MILLER, BOTHE und SOKOLOW sind die Winkel:

$$n/n = 130^\circ 27' \text{ und } k/k = 98^\circ 30'.$$

Später hat S. L. PENFIELD² die natürlichen Fayalitkrystalle aus den Lithophysen der Obsidiane und Ryolithe des Yellowstone Parks untersucht, welche 1,66 bis 2,10 MgO enthalten und in ganz naher Übereinstimmung damit gefunden:

$$\check{a} : \bar{b} : c = 0,4584 : 1 : 0,5791$$

berechnet aus den beiden Fundamentalwinkeln:

$$M/s = 137^\circ 29' \text{ und } d/d = 86^\circ 43' \text{ (oben).}$$

Die betreffenden Krystalle waren von den Flächen M, T, s, d, k, e begrenzt und z. Th. nach M tafelförmig; auch die Basis P wird erwähnt.

Was den gewöhnlichen Olivin betrifft, so scheinen genauere Messungen bisher hauptsächlich an magnesiareichen und eisenarmen Varietäten gemacht worden zu sein (abgesehen vom Hyalosiderit), wenigstens sind diejenigen Olivine, von denen die Krystallform genauer bekannt ist und von welchen gleichzeitig Analysen vorliegen, eisenarm und alle sind in der Zusammensetzung, d. h. dem relativen Fe- und Mg-Gehalt, nur sehr wenig von einander verschieden. Von den gemessenen und analysirten sind jedenfalls die wichtigsten die orientalischen (egyptischen) Chrysolithe, von welchen u. A. Messungen

¹ „Künstliche“ Krystalle von Mangan-Eisen-Olivin. Zeitschr. Kryst. Bd. VII. 1883. p. 497.

² American Journal of Science. Bd. XXX. Juli 1885. p. 59. Auch diese Arbeit konnte erst bei der Correctur benützt werden.

von N. v. KOKSCHAROW vorliegen, sowie die Olivine aus dem Pallaseisen, welche von dem letzteren Forscher sowie von G. ROSE gemessen worden sind; endlich die vesuvischen Olivine, für welche Messungen von A. SCACCHI und G. VOM RATH bekannt sind.

Der edle Chrysolith ist von STROMEYER¹, der Olivin aus dem Pallaseisen u. A. von BERZELIUS², der von der Somma von G. VOM RATH analysirt worden. Bezüglich des letzteren Vorkommens führt A. SCACCHI bei der krystallographischen Beschreibung an, dass die von ihm gemessenen Krystalle hellgrün gefärbt gewesen seien; man darf also annehmen, dass die Angaben SCACCHI's sich ebenfalls auf eisenarmen Olivin beziehen.

Die genannten drei Analysen haben folgende Zahlen ergeben:

	FeO + Mn	MgO	SiO ₂
Olivin von der Somma . . .	9,46	48,70	39,93
Chrysolith (orient.) . . .	9,60	50,13	39,73
Olivin aus dem Pallaseisen .	12,15	47,35	40,83

so dass also die grösste Differenz im FeO-Gehalte nur 2,69 beträgt. In Anbetracht dieses Umstandes, dass die bisher krystallographisch genauer bestimmten Olivine in chemischer Beziehung sich nur so ganz unbedeutend von einander unterscheiden, ist auch die von G. VOM RATH schon früher hervorgehobene, im ersten Augenblick auffallende Thatsache begreiflich, dass die Messungen an allen diesen Olivinen sehr nahe übereinstimmende Winkelwerthe ergeben haben. So ist:

- \sphericalangle n/n = 130° 4' beim Olivin von der Somma (G. VOM RATH l. c.)
 = 130° 10' " " " " " (A. SCACCHI l. c.)
 = 130° 5' beim Chrysolith von Egypten (v. KOKSCHAROW³)
 = 130° 0' beim Olivin aus dem Pallaseisen (v. KOKSCHAROW³)

ferner:

- \sphericalangle k/k = 80° 53' beim Olivin von der Somma (nach A. SCACCHI)
 = 80° 50' beim Chrysolith von Egypten (nach v. KOKSCHAROW⁴)
 = 80° 54' beim Olivin aus dem Pallaseisen (nach v. KOKSCHAROW³)

Diese Übersicht liesse vielleicht vermuthen, dass der Winkel n/n mit zunehmendem Eisengehalt etwas abnimmt, dagegen

¹ Vgl. RAMMELSBERG, Mineralchemie.

² Vgl. G. ROSE, Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten. Abh. Berl. Akad. für 1863. p. 77.

³ Materialien etc. Bd. VI. p. 19. 1870.

⁴ Materialien etc. Bd. V. p. 27. 1866.

der Winkel k/k etwas wächst, doch widerspricht dem wenigstens für den Winkel n/n der von G. vom RATH erhaltene Werth $130^{\circ} 4'$, während der von A. SCACCHI erhaltene Werth $130^{\circ} 10'$ damit übereinstimmt. Für k/k müsste der 1. und 2. Werth vertauscht sein.

Der Einfluss des FeO-Gehalts tritt deutlicher hervor, wenn man die Winkel sämtlicher nach dem Eisengehalt geordneter Olivine tabellarisch zusammenstellt.

Diese Tabelle V lässt für die Reihe vom Hyalosiderit bis herunter zum Forsterit für den Winkel n/n ebenfalls im Allgemeinen das angedeutete Verhalten hervortreten: Abnahme der Winkel n/n bei steigendem Eisengehalt. Dagegen stellt sich nun für den Winkel k/k das umgekehrte Verhalten heraus. Der Winkel nimmt mit steigendem Eisengehalt ebenfalls ab.

Für den Olivin von der Somma entspricht der von G. vom RATH gefundene Werth für $n/n = 130^{\circ} 4'$ genau der in der Tabelle angegebenen Zusammensetzung, denn G. vom RATH hat die gemessenen Krystalle nachher analysirt; diese Zahlen stimmen fast genau mit denen, die der Chrysolith giebt, der auch beinahe genau die von G. vom RATH für die Vesuvkrystalle gefundene Zusammensetzung hat. Der Winkel, den A. SCACCHI gefunden hat, würde sich dann wahrscheinlich auf einen eisenärmeren, dem Forsterit nahestehenden Krystall beziehen, womit dann auch die von SCACCHI ausdrücklich constatirte lichte Farbe des gemessenen Krystalls übereinstimmte. Allerdings würde man nach dieser Reihe einen Winkel für solche Krystalle erwarten müssen, welcher etwas kleiner als $130^{\circ} 9'$, den für den Forsterit geltenden Werth ist. Zieht man nur die Krystalle in Betracht, für welche die Winkel und die chemische Zusammensetzung gleichzeitig genau bekannt sind, also die erwähnte, mit Ausnahme des von A. SCACCHI gemessenen Krystalls, so ist eine beinahe stetige Abnahme des Winkels n/n mit steigendem FeO-Gehalt zu bemerken und zwar in der Weise, wie die Curve in Fig. 7 zeigt, wo die zu 120 Molekülen Mg_2SiO_4 zutretende Anzahl von Molekülen Fe_2SiO_4 als Abscissen, die zugehörigen Winkel n/n als Ordinaten aufgetragen sind, wobei bezüglich der Ordinaten vom Winkel 130° ausgegangen ist in der Art, dass die über 130° überschüssenden Minuten positiv (nach unten), die an

Tabelle V.

	Zusammensetzung	n/h	k/k	a : b : c
Fayalit	0 MgO; 70,59 FeO Fe ₂ SiO ₄	130° 27'	81° 30'	0,4615 : 1 : 0,5803 (0,4584 : 1 : 0,5791 PENFIELD)
Hyalosiderit	32,40 MgO; 28,49 FeO 2Mg ₂ SiO ₄ + Fe ₂ SiO ₄ = 120Mg ₂ SiO ₄ + 60Fe ₂ SiO ₄	129° 45' (1. Kr.) 129° 53' (2. Kr.) 129° 50' (Mittel)	80° 24' 80° 43' 80° 34' (Mittel)	0,46815 : 1 : 0,5899
Ol. aus Pallasstein	47,35 MgO; 12,15 FeO 8Mg ₂ SiO ₄ + Fe ₂ SiO ₄ = 120Mg ₂ SiO ₄ + 15Fe ₂ SiO ₄	130° 0'	80° 54'	0,4663 : 1 : 0,5865
Chrysolith von Egypten	50,13 MgO; 9,60 FeO 12Mg ₂ SiO ₄ + Fe ₂ SiO ₄ = 120Mg ₂ SiO ₄ + 10Fe ₂ SiO ₄	130° 5'	80° 50'	0,4656 : 1 : 0,58715
Ol. von der Somma	48,70 MgO; 9,46 FeO 12Mg ₂ SiO ₄ + Fe ₂ SiO ₄ = 120Mg ₂ SiO ₄ + 10Fe ₂ SiO ₄	130° 4' (130° 10')	80° 53'	0,4656 : 1 : 0,5866
Forsterit	54,90 MgO; 1,57 FeO 40Mg ₂ SiO ₄ + Fe ₂ SiO ₄ = 120Mg ₂ SiO ₄ + 3Fe ₂ SiO ₄	130° 9'	80° 58'	0,4648 : 1 : 0,5857

130° fehlenden Minuten negativ nach oben aufgetragen sind. Der Verlauf dieser Curve ist ziemlich sicher erkennbar bis zu dem dem Hyalosiderit entsprechenden Punkte mit den Coordinaten 60 (denn neben 120 Mg_2SiO_4 sind 60 Fe_2SiO_4 vorhanden) und $-11'$ (denn der Winkel n/n ist $= 129^\circ 49' = 130^\circ - 11'$). Wie dieselbe aber von diesem Punkte aus weiter geht, kann man nicht genau wissen, da hier Beobachtungen in genügender Zahl fehlen. Wenn man nun aber ausser den Mg-haltigen Gliedern der Olivinreihe auch das Fe-haltige, Mg-freie Endglied, den Fayalit (die Eisenfrischschlacke) in Betracht zieht, so kann man wenigstens zu einer Vermuthung kommen, da durch denselben ein weiterer Punkt der Curve gegeben ist.

Für den Winkel n/n des Fayalits sollte man nach dem Obigen einen Werth erwarten, der geringer als $129^\circ 45'$ ist, die Tabelle ergiebt aber, dass derselbe erheblich grösser ist, und dass er sogar grösser ist als der Werth von n/n beim Forsterit. Die Werthe der eisenreichen Mischungen liegen also bei der Olivinreihe nicht zwischen den Werthen des eisenhaltigen magnesiafreien Fayalits und des magnesiahaltigen, (beinahe) eisenfreien Forsterits, sondern ausserhalb desselben. Solches Verhalten ist bei anderen isomorphen Reihen auch bekannt, hier bei den Olivinen ist aber die erwähnenswerthe Besonderheit, dass mit zunehmendem Eisengehalt der Mischungen die Krystallform derselben, wenigstens bezüglich des Winkels n/n sich immer mehr und mehr von der reinen Eisenverbindung entfernt. Da der Winkel n/n für Fayalit um $18'$ von dem Winkel des Forsterits entfernt ist, aber in entgegengesetzter Richtung als der Winkel des Hyalosiderits etc., so ist die Ordinate für den Fayalit $= +27$, wenn die des Hyalosiderits z. B. $= -11$ ist; die Abscisse ist $= \infty$ und zwar positiv, wie die aller andern Olivine; die Curve wird sich in ihrem späteren Verlauf also einer Parallelen zur Abscissenaxe, die von dieser um $+27$ entfernt ist, asymptotisch nähern müssen. Dieses ist aber nur möglich, wenn dieselbe irgendwo hinter dem Punkt, der dem Hyalosiderit entspricht, sich wieder nach unten wendet, die Abscissenaxe schneidet und dann allmählich dem Punkt $(+\infty, +27)$ zuläuft. Wo der Punkt sich befindet, an dem die Curve sich wieder nach unten wendet,

lässt sich aus den bisherigen Beobachtungen nicht ermitteln; er kann sowohl vor, als hinter, als in dem dem Hyalosiderit entsprechenden Punkt der Curve liegen. Derselbe entspricht derjenigen Olivinmischung, deren Winkel n/n am kleinsten ist. Ebenso wenig lässt sich der Punkt angeben, wo die Curve die Abscissenaxe nochmals schneidet; dieser Punkt würde einem Olivin entsprechen, der bei erheblicherem Eisengehalt doch denselben Winkel $n/n = 130^{\circ} 0'$ (dasselbe Axenverhältniss $a : b$) hätte, als der eisenarme Chrysolith aus dem Pallas-eisen. Überhaupt müssten sich bei diesen eisenreichen Olivinen alle die Winkel n/n wiederholen, welche bei den eisenarmen beobachtet sind bis herab zum Forsterit; und zwar so, dass mit steigendem Eisengehalt Werthe für n/n eintreten, die am Anfang der Curve bei immer eisenärmeren Mischungen vorhanden waren. Ein solcher stark eisenhaltiger Olivin muss auch genau den Winkel n/n des Forsterits haben und von da an haben dann die grossen Werthe der eisenreichen Abtheilung keine Analoga in der eisenarmen Abtheilung der Reihe mehr. Weitere Beobachtungen, namentlich eisenreicherer Olivine als der Hyalosiderit und magnesiahaltiger Fayalite, würden ergeben, ob der Verlauf der die Beziehung des zwischen dem Eisengehalt der Fe- und Mg-haltigen Olivine und dem Winkel n/n derselben angiebt, wirklich durch die Curve angegeben wird, deren gesammten Verlauf die Fig. 7 schematisch und als eine erste Annäherung darstellt.

Eine ähnliche, wie es wenigstens den Anschein hat, einfache gesetzmässige Beziehung geht für den Winkel k/k und den Eisengehalt der Olivine aus obiger Tabelle nicht hervor. Der Winkel k/k nimmt zunächst vom Forsterit aus mit wachsendem Eisengehalt ab bis zum Chrysolith, steigt dann zum Pallas-eisen, fällt zum Hyalosiderit und steigt schliesslich beim Fayalit zu seinem höchsten Werthe hinauf. Auch beim Winkel k/k liegen die Werthe der isomorphen Mischungen nicht zwischen denen der Endglieder und auch hier liegen die eisenreichsten Mischungen von der reinen Eisenverbindung am entferntesten. Wäre der für den Olivin des Pallas-eisens angegebene Winkel einige Minuten geringer, etwas unter $80^{\circ} 50'$, so wäre eine ähnliche gesetzmässige Beziehung und eine ganz ähnlich verlaufende Curve für den Winkel k/k vorhanden, wie für n/n .

Da aber der Werth $80^{\circ} 54'$ ebenso wie die andern angeführten Winkelwerthe auf genauen Messungen beruhen, so ist man nicht berechtigt, die Richtigkeit dieser Winkel in Zweifel zu ziehen. Andererseits ist aber auch eine mehrfach hin- und hergewundene Curve, wie sie diesen Winkelwerthen entsprechen würde, wenig wahrscheinlich und so müssen zunächst weitere Messungen vorzugsweise in der Zone k/k abgewartet werden, ehe man den Einfluss des Eisengehalts auf den Winkel k/k sicher darstellen kann.

10. Zwillingsbildung beim Schwerspath.

Im Gegensatz zu vielen anderen Mineralien des rhombischen Krystallsystems ist der Schwerspath kaum jemals in Zwillingsverwachsung vorgekommen, so viele und so schöne Krystalle desselben auch schon untersucht worden sind. Gut ausgebildete Krystalle sind auch diejenigen Zwillinge des Schwerspaths nicht, welche hier beschrieben werden sollen, sondern es sind derbe Massen, an welchen diese Bildungen beobachtet worden sind.

Man findet die Zwillingsbildung stets in der Weise, dass dünne Lamellen in Zwillingsstellung derben Spaltungsstücken von Schwerspath eingewachsen sind, ganz in derselben Weise wie man dies z. B. beim Kalkspath vielfach in der Richtung der Flächen des nächsten stumpferen Rhomboëders — $\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$ wahrnimmt. Diese Zwillingslamellen erzeugen auf der Basis $P = OP(001)$ (dem ersten Blätterbruch) eine Streifung, welche zuweilen in ganz schnurgerader Richtung, doch nicht selten auch schwach wellenförmig hin- und hergebogen parallel mit der grossen Diagonale des Spaltungsprismas $M = \infty P(110)$ verläuft, und welche dadurch entsteht, dass längs einer in der genannten Richtung verlaufenden geraden Linie die Basis des Hauptindividuums an einzelnen Stellen plötzlich aufhört und in die Höhe geknickt erscheint, so dass längs dieser geraden Linie parallel der Axe b aus- und einspringende Winkel entstehen, wie das an einem ganzen Krystall (Spaltungsstück) Fig. 9 und an einem Querschnitt in der Richtung der kleinen Diagonale des Spaltungsprismas in vergrössertem Massstabe die Fig. 8 zeigt.

Was zunächst die Fläche anbelangt, längs welcher diese Lamellen eingewachsen sind, so sieht man, wenn auch nicht sehr deutlich, auf den Prismenflächen M die Lamellen schief gegen die vertikalen Prismenkanten verlaufen, wie Fig. 9 zeigt, und zwar vollkommen parallel mit einander. Es ist somit die Fläche eines Makrodomas die Verwachsungsfläche der Zwillingslamellen und die Zwillingsfläche.

Zur Bestimmung des Symbols dieser Fläche kann man den Winkel der kleinen Flächen \underline{P} der Lamellen gegen die Flächen P des Hauptindividuums wenigstens an manchen Vorkommnissen mit genügender Sicherheit messen. Genau ist dies nicht möglich, weil diese Flächen \underline{P} und auch nicht selten die Flächen des Hauptindividuums ziemlich schmal und meist ziemlich uneben sind, so dass man stets auf Schimmermaxima angewiesen ist. In einzelnen Fällen ist aber eine Messung überhaupt nicht möglich oder doch so unsicher, dass sie gar keinen beweisenden Werth mehr hat. Es ist aber doch wohl kein Zweifel, dass diese Lamellen in allen von mir beobachteten Fällen nach derselben Fläche eingewachsen sind. Dass die Streifen auf P resp. die Lamellen in der Richtung der Makrodiagonale verlaufen, ist jederzeit unzweifelhaft sicher zu constatiren und die Neigung der Lamellen gegen die Vertikalaxe in verschiedenen Vorkommnissen als verschieden anzunehmen, dazu ist keine Veranlassung. Für das Augenmass schneiden die Lamellen auf den Prismenflächen die Prismenkante stets unter denselben Winkel und die wenn auch unsicheren Messungen weisen eher auf eine stets gleiche Lage der Zwillingsfläche, als auf das Gegentheil hin. Man darf also wohl annehmen, dass die Zwillingsfläche, nach welcher die Lamellen eingewachsen sind, in allen beobachteten Fällen dieselbe ist und man ist darnach jedenfalls vorläufig berechtigt, das Symbol, das die Messung an einigen Stücken verschiedenen Vorkommens ergeben hat, auch auf die anderen nicht messbaren Vorkommnisse zu übertragen.

Nun habe ich aber an allen Stücken eines und desselben Fundortes und ebenso an solchen von verschiedenen Fundorten, so weit dieselben messbar waren, stets durchaus übereinstimmend den Winkel P/\underline{P} im Mittel von 168° wenig abweichend gefunden, was den Winkel, der als Zwillingsfläche

fungirenden Makrodomenfläche mit der Basis 96° ergibt; hieraus folgt der Ausdruck der Zwillingsfläche:

$$Z = 6P\infty \text{ (601).}$$

Berechnet man hieraus rückwärts die genannten Winkel unter Zugrundelegung des Axenverhältnisses:

$$a : b : c = 0,6206 : 0,7618 : 1$$

so erhält man (Fig. 8):

$$P/P = 168^\circ 12' ; \quad P/Z = \underline{P}/Z = 95^\circ 54'.$$

Hieraus folgt auch der Winkel, den die Streifen auf den Prismenflächen M des Hauptindividuums mit dessen Kante P/M, resp. mit der Prismenkante M/M machen. Der Winkel gegen die Kante P/M berechnet sich zu $80^\circ 42'$ (Fig. 9) und dies stimmt auch mit der Beobachtung insofern überein, als die Streifen nach dem Augenmass ziemlich annähernd auf der Kante P/M senkrecht, resp. mit der Prismenkante M/M parallel sind. Eine Messung dieses ebenen Winkels ist nicht möglich, die Streifen auf M sind dazu zu sehr verschwommen. Diese wenig deutliche Ausbildung der Streifen auf den Spaltungsflächen M als auf P hängt wohl mit der verhältnissmässig schwierigeren Spaltung nach M als nach P zusammen. Nach P spaltet der Schwerspath leicht genug, so dass auch an den dünnen Lamellen beim Zerschlagen oder Spalten die Blätterbrüche zum Vorschein kommen. Nach M ist dies offenbar nicht möglich. Die Flächen M des Hauptindividuums kommen bei der Spaltung deutlich und regelmässig zum Vorscheine, aber die Lamellen brechen nicht in der Richtung ihrer Blätterbrüche eben, sondern in der ungefähren Richtung der Flächen M des Hauptindividuums unregelmässig durch, so dass keine deutlichen Hervorragungen, sondern nur wenig deutliche, etwas unregelmässiger gestaltete schmale Flächenelemente den Verlauf der Lamellen auf M andeuten.

Was die äussere Erscheinung der in Rede stehenden Lamellenbildung anbelangt, so ist dieselbe bei aller Gleichheit im Grossen und Ganzen doch im Detail sehr mannigfaltig und verschieden. An einigen Stücken sind die Streifen breit und ihre Flächen P dann auch verhältnissmässig eben und glatt, an andern Stücken sind sie sehr schmal und dann ihre Flächen P mehr uneben. Im ersteren Falle sind die

Lamellen meist sparsam, nur mehr an einzelnen Stellen einem Hauptindividuum eingewachsen; im letzteren Falle verlaufen sie dicht gedrängt, eine an der anderen, so dass von einem Lamellen in Zwillingstellung einschliessenden Hauptindividuum gar keine Rede mehr sein kann. Die ganze Masse besteht dann eben aus zwillingsverwachsenen Lamellen von ziemlich gleicher Dicke, so dass keines der beiden in Zwillingstellung gegen einander befindlichen Lamellensysteme in dieser Beziehung aber das andere merklich überwiegt. Manchmal ist die ganze Fläche P mit Streifen bedeckt, welche mehr oder weniger dicht gedrängt über die Fläche von einem Ende derselben bis zum andern hinlaufen; manchmal sind aber auch nur einzelne Stellen einer Fläche P, sei es buchtartig am Rande, sei es inselförmig im Innern gestreift, der Haupttheil der Fläche P ist glatt; oder es umgiebt umgekehrt die in der Hauptsache gestreifte Fläche P einzelne ungestreifte glatte Parthien. In diesem Falle gehen die Lamellen nicht ununterbrochen von einem Rande zum anderen; sie setzen an einer Stelle auf und keilen dann aus oder sie keilen auch nach beiden Seiten hin aus, ohne die Ränder zu erreichen.

Spaltet man parallel P ein zwillingsgestreiftes Spaltungsstück in verschiedenen Niveaus durch, so bemerkt man stets auf allen Spaltungsflächen diese Streifung. Vergleicht man aber das Verhalten der auf diesen einzelnen Spaltungsflächen vorhandenen Streifensysteme genauer, so findet man, dass sie nicht auf allen diesen Flächen P ganz genau in derselben Weise sich darstellen. Sie gehen wohl immer genau in derselben Richtung, aber sie stehen auf einigen gedrängter als auf andern; glatte Stellen innerhalb des gestreiften Haupttheils der Fläche, oder umgekehrt gestreifte Stellen innerhalb der glatten Flächen liegen nicht immer in allen Niveaus an derselben Stelle etc. Man sieht daraus, dass auch das Eindringen der Lamellen in die Tiefe nicht stets ganz gleichmässig bis an das entgegengesetzte Ende des Spaltungsstücks stattfindet, sondern dass auch nach der Tiefe hin die Lamellen sich vielfach z. Th. auskeilen, und dass statt der verschwundenen neue auftreten.

Vergleicht man diese Lamellen am Schwerspath mit den analogen Erscheinungen an Kalkspathspaltungsstücken, so

bemerkt man, dass die Streifen am Schwerspath kaum jemals so fein, geradlinig und regelmässig verlaufen, wie beim Kalkspath. Die Erscheinung ist dort zweifellos eine gröbere, unregelmässigere, und wenn dies auch in der oben angedeuteten Weise z. Th. damit zusammenhängen mag, dass die Spaltbarkeit beim Kalkspath nach allen drei in Frage kommenden Richtungen eine leichtere und vollkommener ist, als beim Schwerspath, auch nach P, so ist doch offenbar auch die Entstehung der Zwillingslamellen beim Kalkspath eine leichtere als beim Schwerspath, wovon unten noch eingehender die Rede sein wird.

Da das Makrodoma $6P\infty$ (601) von zwei der Richtung nach verschiedenen Flächen gebildet wird, so sind Zwillingslamellen nach zwei Richtungen zu erwarten. Auf der Basis ist davon selbstverständlich ohne genauere Untersuchung nichts zu gewahren, da beide Lamellensysteme eine Streifung in der Richtung der grossen Diagonale des Spaltungsprismas hervorbringen müssen, dagegen mussten auf den Flächen M die beiden Lamellensysteme in verschiedener Richtung gegen die Prismenkante geneigt sein. Dies beobachtet man auch zuweilen unzweifelhaft, wenn auch aus dem oben angedeuteten Grunde nur undeutlich. Bei Betrachtung der Streifen auf M hat es meist den Anschein, als seien an der Vorderseite des Krystalls alle Lamellen nach vorn abwärts geneigt, wie dies Fig. 9 für die Vorderseite zeigt, so dass sie also nach der Fläche (601) eingewachsen waren, während sie auf der Hinterseite nach hinten geneigt sind parallel der Fläche (601). Eine gegenseitige Durchdringung beider Lamellensysteme ist an der Streifung auf M nur selten zu bemerken; man sieht niemals deutlich diese Linien auf M sich schneiden. Dass aber die beiden Lamellenzüge sich manchmal doch schneiden, folgt mit Notwendigkeit daraus, dass an Stücken, in denen, nach der verschieden gerichteten Streifung auf den Flächen M zu urtheilen, unzweifelhaft Lamellen nach beiden Flächen von $6P\infty$ vorhanden sind, die Streifen auf P über die ganze Fläche P weggeht, ohne oben oder unten nach der grösseren Diagonale des Spaltungsrhombus P hin eine Unterbrechung zu erleiden. Wenn eine solche Durchschneidung der beiden verschieden gerichteten Lamellenzüge eintritt, so

müssen ganz wie beim Kalkspath im analogen Fall hohle Kanäle entstehen¹.

Die beschriebene Anordnung der Zwillingslamellen im Schwerspath wird auch bestätigt durch die optische Untersuchung einiger Dünnschliffe, die allerdings der geringen Durchsichtigkeit des Materials wegen nicht sehr eingehend sein konnte. Schliffe parallel der Basis P geben keine Spur von Zwillingsbildung, da auf dieser Fläche, wie auch überhaupt auf jeder Makrodomenfläche, die Schwingungsrichtungen beider Individuen zusammenfallen. Auf Schliffen nach den Prismenflächen M und nach dem Brachypinakoid des Hauptindividuums treten aber die schief zur Basis P stehenden Streifen, welche den einzelnen Zwillingslamellen entsprechen, deutlich hervor. Diese sind geradlinig, aber nie scharf abgegrenzt, sondern an den Rändern verschwommen. Sie ziehen sich, wie oben geschildert wurde, bald durch den ganzen Krystall hindurch, bald hören sie in der Mitte desselben auf. Deutliches Durchdringen beider Streifensysteme ist auch in den Schliffen nicht beobachtet worden, doch schneiden wohl einzelne Streifen einzelne andere. Der Verlauf der Streifen nach den zwei Flächen des Makrodoma tritt aber in den meisten Fällen sehr deutlich hervor.

Das Vorkommen dieser Schwerspathzwillinge ist ein verhältnissmässig beschränktes. Man findet sie, wie sehr häufig derartig gebildete Krystallmassen z. B. des oben schon zum Vergleich herangezogenen Kalkspaths, nur in derben Massen, welche, meist auf Gängen, und diese allein oder mit andern Mineralien, z. B. zusammen mit Flussspath erfüllend, nach der ganzen Art und Weise ihres Vorkommens vielfach dem Druck des Gebirges ausgesetzt waren. Niemals konnte ich die Zwillingsstreifung, wie schon eingangs erwähnt, an aufgewachsenen Krystallen wahrnehmen, welche solchen mechanischen Einwirkungen durch ihr Vorkommen in Hohlräumen entrückt waren.

Die Lokalitäten, von den die von mir untersuchten Stücke, welche die Erscheinung mit mehr oder weniger grosser

¹ G. Rose, Abhandlungen der Berliner Akad. für 1868. Über die im Kalkspath vorkommenden hohlen Kanäle.

Deutlichkeit zeigen, stammen, sind: Brotterode im Thüringer Walde, Freiberg in Sachsen, Riechelsdorf in Hessen, Hitzerode am Meissner, der Silberkopf am Dammersfeld in der Rhön (die Stücke von den beiden letzteren Fundorten hat mir Herr Dr. R. BRAUNS zur Verfügung gestellt); endlich Grossenhausen im Spessart. Wahrscheinlich lässt sich dieselbe Erscheinung noch am Schwerspath vieler anderer Orte beobachten, doch kann man grosse Vorräthe derben Schwerspaths von vielen Orten durchsehen, ohne auch nur ein einziges Stück mit Zwillingslamellen anzutreffen.

Fasst man diese letzteren und alle anderen erwähnten Beobachtungen zusammen, so kann man nicht zweifeln, dass man es beim Schwerspath wie beim Kalkspath, Cyanit, Glimmer etc. mit Gleitflächen zu thun hat, längs welchen die kleinsten Theilchen sich am leichtesten gegen einander verschieben lassen. Man sieht die Zwillingslamellen nur an Stücken, welche offenbar den nöthigen mechanischen Einflüssen ausgesetzt gewesen sind und man nimmt sie nie wahr an Stücken, wo dies mit allerhöchster Wahrscheinlichkeit nicht der Fall gewesen ist.

Nach diesen Zwillingsflächen, denen, wie oben gezeigt, der Ausdruck $Z = 6P\infty$ (601) zukommt, trennen sich auch in der That die Schwerspathkrystalle nach vollkommen ebenen Flächen, welche mindestens so regelmässig sind, wie die Blätterbrüche des Minerals nach den Prismenflächen M , ja welche sich sogar mit den noch vollkommeneren Blätterbrüchen nach der Basis messen können. Namentlich ein Spaltungsstück von Brotterode, dessen Basis über und über bedeckt ist mit feinen und nur wenig wellig gebogenen Zwillingsstreifen, zeigt eine genau in der Richtung dieser Lamellen verlaufende ebene Absonderungsfläche, welche über die ganze Länge und Breite des Stücks (4 cm lang und 2 cm breit) regelmässig weggeht, und welche mit der Basis den Winkel 85° (resp. 95° , mit dem Anlagegoniometer gemessen) macht, wie dies der Lage der Zwillingslamellen nach dem Obigen entspricht. Dass die Richtung der Lamellen die der Makrodiagonale des Spaltungsprismas ist, sieht man aus den wenigstens in geringer Ausdehnung vorhandenen prismatischen Blätterbrüchen, die aber gegen die Absonderungsfläche in der Richtung der Zwillings-

lamellen an Bedeutung und an Umfang vollkommen zurücktreten.

Diese Absonderungsfläche ist keine Spaltungsfläche. Ein Blätterbruch ist am Schwerspath in der Richtung dieser Flächen nicht vorhanden; er würde, wenn er vorhanden wäre, der bisherigen Beobachtung nicht haben entgehen können, denn eine so grosse ebene und regelmässige Spaltungsfläche setzt eine sehr leichte Spaltbarkeit des Minerals voraus. Ad hoc ange stellte Versuche haben die völlige Unmöglichkeit einer Spaltung in der in Rede stehenden Richtung Z ergeben.

Dass diese Schwerspathstücke nicht aus einer Anzahl übereinander liegender dünner Lamellen in der Richtung der Fläche von $6P\infty$ (601) mechanisch nach Art geradschmaliger Mineralaggregate aufgebaut sind, sieht man daran, dass diese Lamellen stets bei allen Vorkommen und bei allen Exemplaren constant in denselben Richtungen verlaufen und dass sie sich gelegentlich, wenn auch nicht häufig deutlich durchschneiden, was bei übereinander geschichteten dünnen Blättern doch kaum vorkommen könnte. Man kann auch nicht an eine mechanische Absonderung durch Interpositionen fremder Körper nach den bezüglichen Flächen denken, wie z. B. beim Diallag etc., denn das Mikroskop zeigt in den allerdings nicht sehr dünnen Schliffen nach verschiedenen Richtungen auch nicht eine Spur von solchen Einschlüssen. Somit bleibt zur Erklärung dieser regelmässigen Absonderungsflächen in der Richtung der Zwillingslamellen offenbar nur die Annahme einer besonders leichten Gleitbarkeit in der Richtung der Zwillingsflächen übrig: den Flächen $6P\infty$ (601) kommt Gleitflächencharakter zu. Dass mit den Gleitflächen auch die Bildung der Zwillingslamellen zusammenhängt, habe ich schon früher beim Cyanit¹ beobachtet. Ich habe damals die Vermuthung ausgesprochen, dass bei der Abschiebung eines Stücks eines Krystalls längs einer Gleitfläche stets ein Umstellen in die Zwillingslage nach der Gleitfläche als Zwillingsfläche der vollkommenen Trennung vorausgehe, vorausgesetzt dass die Gleitfläche nicht einer Symmetrieebene des Krystalls parallel geht, denn eine solche kann niemals Zwillingsfläche sein. Bisher

¹ Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1878. p. 320 ff.

bekannte Beispiele solcher der Abschiebung vorhergehender Zwillingbildung nach den Gleitflächen sind neben dem schon genannten Cyanit, der Glimmer und der Kalkspath; Beispiele, wo aus dem angedeuteten Grunde der Abschiebung keine Zwillingbildung vorangeht, liefern u. A. das Steinsalz und der Bleiglanz.

Leider ist es mir nicht gelungen, die Zwillinglamellen auch künstlich herzustellen. Weder mechanisches Pressen in verschiedenen Richtungen, noch die Körnerprobe hat ein günstiges und deutliches Resultat ergeben; ebensowenig haben sich durch Erwärmen Zwillinglamellen im Schwerspath gebildet; die untersuchten Stücke sind alle bei geringer Erwärmung zu feinem Pulver zersprungen.

Fasst man ins Auge, mit welcher Leichtigkeit man z. B. beim Kalkspath, beim Steinsalz, beim Bleiglanz etc. die mit den Gleitflächen in Verbindung stehenden Zwillinglamellen, resp. die Gleitflächen selbst künstlich herstellen oder doch deutlich sichtbar machen kann, so wird man zu dem Schluss geführt, dass das Abschieben der Schwerspathstücke schwerer, d. h. nur mit Aufwand einer grösseren Kraft möglich ist, als bei den genannten Mineralien. Damit hängt vielleicht zusammen ausser der mehr unregelmässigen Ausbildung der Zwillinglamellen beim Schwerspath das verhältnissmässig seltene Vorkommen von Schwerspathkrystallen mit solchen Zwillinglamellen und noch mehr mit deutlich ausgebildeten Gleitflächen an der äusseren Umgrenzung der Stücke. Man muss aber in dieser Beziehung bemerken, dass man bisher die in Rede stehenden Erscheinungen kaum beobachtet und beachtet hat, dass aber vielleicht, wenn sich die Aufmerksamkeit hierauf lenkt, häufiger dieselben wahrgenommen werden.

Ähnliche Zwillingbildung am Schwerspath hat bis jetzt meines Wissens allein BREITHAUP¹ beschrieben, zugleich das erste Beispiel von Zwillingbildung an diesem Mineral überhaupt. An dem von BREITHAUP beobachteten Vorkommen (grosses Spaltungsstück von unbekanntem Fundorte) ist die Zwillingfläche ebenfalls eine makrodomatische, aber die beiden Basisflächen P und P beider Individuen machen 172° , was

¹ Mineralogische Studien. p. 21.^o Leipzig 1866.

dem Symbol $9P\infty$ (901) entspricht. Eigenthümlicherweise sind aber die alternirenden Zwillingslamellen hier nicht in paralleler Stellung wie in den oben betrachteten Fällen, sondern das erste und vierte, zweite und fünfte etc., kurz je die vierten Individuen sind parallel, während das erste, zweite und dritte, ferner das vierte, fünfte und sechste etc. mit einander einen Drilling nach jener Fläche bilden. Es scheint also hier doch eine andere Erscheinung vorzuliegen, als an den von mir untersuchten Stücken, ganz abgesehen davon, dass die Zwillingsfläche hier eine andere ist als dort.

Erklärung der Tafel I.

- Fig. 1. Hyalosiderit nach M. BAUER. pag. 6.
 „ 2. Forsterit nach LÉVY. pag. 20.
 „ 3. Forsterit nach MILLER. pag. 21.
 „ 4. Forsterit nach HESSENBERG. pag. 23.
 „ 5. u. 6. Forsterit nach M. BAUER. pag. 25 u. 27.
 „ 7. Curve, welche den Zusammenhang zwischen dem χ n/n und dem FeO-Gehalt der Olivine angiebt. pag. 33.
 „ 8. u. 9. Zwillinge von Schwerspath. pag. 37 ff.
-

Hyalosiderit.

Forsterit.

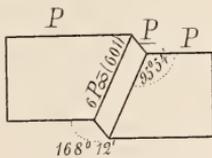
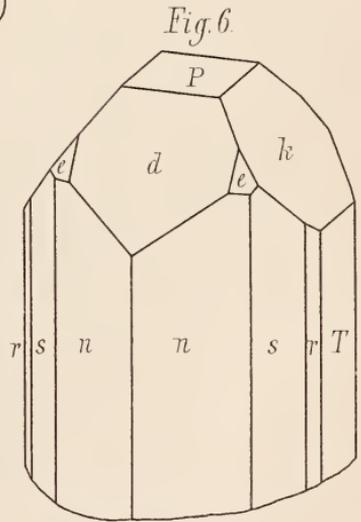
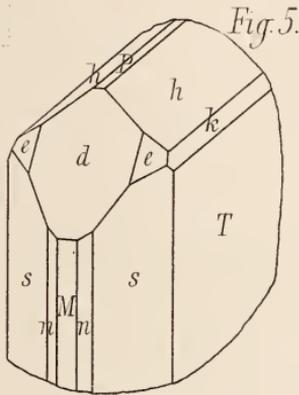
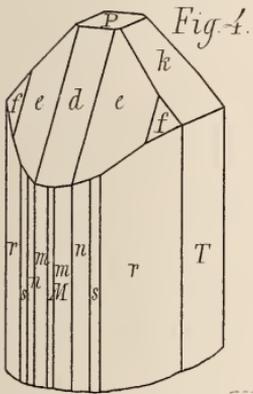
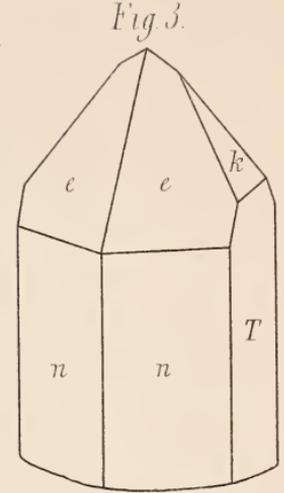
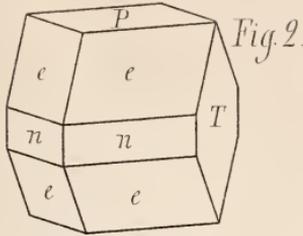
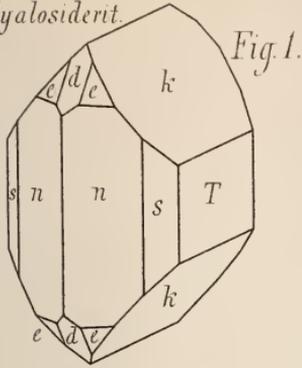


Fig. 8.

Schwernspath.

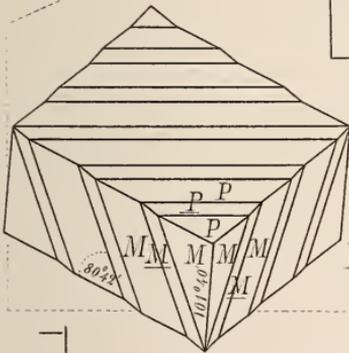


Fig. 9.

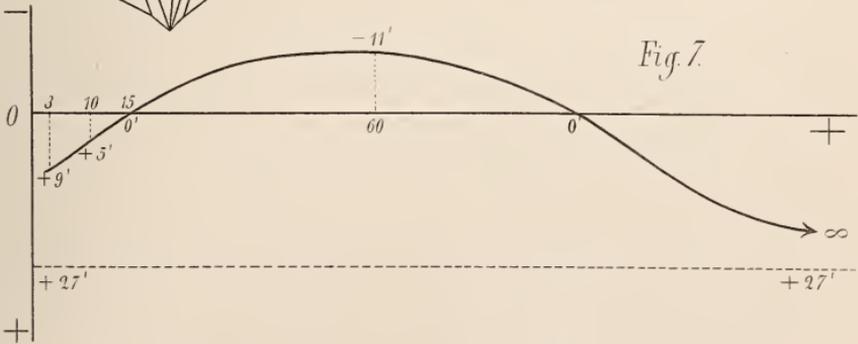


Fig. 7.

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: 1887

Band/Volume: [1887](#)

Autor(en)/Author(s): Bauer Max Hermann

Artikel/Article: [Beiträge zur Mineralogie 1-46](#)