

SEPARAT-ABDRUCK

AUS DEN

MINERALOGISCHEN UND PETROGRAPHISCHEN

MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN

VON

G. TSCHERMAK.

FRIEDRICH BECKE: EIN BEITRAG ZUR KENNTNIS DER
KRYSTALLFORMEN DES DOLOMIT.

WIEN,

ALFRED HÖLDER,

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

ROTHENTHURMSTRASSE 15.

V. Ein Beitrag zur Kenntniss der Krystallformen des Dolomit.

Von Friedrich Becke.

(Mit Tafel III und IV.)

Einleitung.

Die folgenden Untersuchungen wurden veranlasst durch einige Dolomitstufen, welche Herr Hofrath Tschermak, der sich vor mehreren Jahren mit der Krystallform des Dolomit befasst hat¹⁾, im Laufe der Jahre gesammelt hatte. Die Krystalle, die mir zur Untersuchung anvertraut wurden, zeigten die Tetartoëdrie sehr deutlich, waren zum Theil recht flächenreich und schienen eine genauere Untersuchung zu lohnen. Im Verlauf der Arbeit ergab sich nicht nur einiges neue für die Kenntniss der Dolomitformen, sowie neuerliche Belege für die Tetartoëdrie dieses Mineralen, es gelang auch, deutliche Zwillingsbildungen nachzuweisen, die allerdings schon von Tschermak zur Erklärung des Zusammenvorkommens rechter und linker Aetzfiguren auf derselben Spaltfläche angenommen wurden, aber in den hier beschriebenen äusserlich erkennbaren Formen noch nicht beobachtet sein dürften.

Das mir zur Untersuchung anvertraute Material bestand in 3 Stufen mit wasserhellen Dolomitkrystallen von Sect. Leogang in

¹⁾ Isomorphie der rhomboëdr. Carbonate. Diese Mitth. IV, 99.

Salzburg, aus einer Stufe mit gelblichweissen Krystallen mit der Fundortbezeichnung Rezbanya, Ungarn, endlich aus einem grossen flächenreichen Zwillingskrystall von Binnenthal.

Ich werde zunächst diese Krystalle der Reihe nach beschreiben und hieran einige Bemerkungen allgemeinen Inhalts knüpfen, die sich auf die Tetartoëdrie, die Vicinalflächen und verwandte Bildungen, endlich auf die Zwillingsbildung des Dolomit beziehen. Es wäre sehr verlockend gewesen auch auf die Molecularstructur des Dolomit näher einzugehen, da durch die letzten Publicationen *Sohnckes*¹⁾ und *Wulffs*²⁾ interessante theoretische Gesichtspunkte eröffnet wurden. Ich habe es indessen vermieden, da ich auf diese Frage in einem besonderem Aufsätze gründlicher eingehen möchte, als es hier im Anhang an eine descriptive Arbeit möglich gewesen wäre.

Vorerst sei es gestattet, einige Bemerkungen über die angewandten Bezeichnungen voranzuschicken. Bei der Beschreibung der Formen werde ich die von *Goldschmidt* in dessen Index der Krystallformen angeführten Buchstabensignaturen verwenden; ich gestatte mir nur die Erleichterung, dass die bei *Goldschmidt* vom Calcit herübergenommenen Gruppenzeichen wegbleiben, da an den vorliegenden Krystallen gleiche Buchstaben sich nicht wiederholen; daher ist zu lesen: *p*· statt *p*, *K*: statt *K*, *℞*: statt *℞* etc. In der Formentabelle am Schluss der Arbeit sind die genaueren Signaturen aufgeführt. Da durch die Tetartoëdrie jede Calcitform in zwei selbständige Formen zerfällt, werden die Formen, deren Flächen in der oberen Hälfte des Krystalls rechts im Sextanten liegen, mit einem Strich rechts, die correlaten durch einen Strich links unterschieden. Doch wurde dies auch nur für jene wenigen Formen durchgeführt, deren correlate vorkommen; die übrigen wurden ohne Distinction gelassen. Es liegt also beispielsweise *℞'* rechts, *℞* links vom Rhomboëder auf der Oberseite des richtig aufgestellten Krystalls.

Ich wende ferner die *Miller'schen* dreizifferigen Indices an, für welche die Flächen des Spaltrhomboëders die Axenebenen repräsentiren, da dieselben die Formenreihe der Calcitgruppe einfacher darstellen als die *Bravais'schen* viergliederigen Zeichen. Für die *Miller'schen* Zeichen existirt noch keine allgemein acceptirte

¹⁾ Zeitschr. f. Kryst. XIII, 214.

²⁾ Ebenda. XIII. 263, 474 und 503.

Bezeichnung der Tetartoëdrie, welche sich übrigens in dieser Bezeichnungsweise lediglich als eine Hemiëdrie auffassen liesse, da + und — Formen ohnedies verschiedene Indices erhalten. Ich habe keine solche Bezeichnung angewandt, dafür aber noch die Naumann'schen Zeichen mitgeführt, die einerseits sehr verbreitet sind, andererseits eine leichte und sinnfällige Bezeichnung der tetartoëdrischen Formen gestatten.

Ich folge in dieser Beziehung dem Vorgange von Websky. Demgemäss wird jenes Hemiskalenoëder, welches auf der Oberseite des Krystalls links, auf der Unterseite nach übereinstimmender Aufstellung rechts von dem Rhomboëder desselben (+ oder —) Sextanten liegt durch ein vorgesetztes $\frac{l}{r}$, die correlate Form durch $\frac{r}{l}$ bezeichnet.

Diese Bezeichnungsweise ist allerdings, wie später gezeigt werden wird, nicht diejenige, welche den Verhältnissen des Dolomit am besten angepasst ist; ich glaubte aber lieber die hieraus sich ergebenden Unbequemlichkeiten mitnehmen zu sollen, als durch Aufstellung einer neuen, wenn auch vielleicht zweckmässigeren Bezeichnung, eine Quelle des Missverständnisses zu eröffnen. Z. B.: $\mathfrak{R} = \frac{r + 4R3}{l - 2}$,
 $\mathfrak{R} = \frac{l + 4R3}{r - 2}$.

In die Formentabelle habe ich auch die zweizifferigen Goldschmidt'schen Zeichen ¹⁾ aufgenommen, u. zw. wegen ihrer einfachen und durchsichtigen Beziehung zur Projection. Ferner deshalb, weil ich dieselben mehrfach angewandt habe zur Darstellung der Position solcher Flächen, welche sich durch rationale Indices nicht darstellen lassen. Für die Behandlung derartiger Gebilde sind sie sehr praktisch, namentlich wieder wegen der Leichtigkeit, mit der sich das in ihnen ausgedrückte Messungsergebnis in die Projection übertragen lässt. Diesen Vortheil gewährt keine der anderen Bezeichnungsweisen.

Da nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnis des Dolomit die Tetartoëdrie desselben als feststehende Thatsache gelten kann, war mein Hauptaugenmerk darauf gerichtet, die an den verschiedenen Krystallen beobachteten Formen nach ihrem Auftreten in den durch Tetartoëdrie verschiedenen Krystallräumen zu orientiren, so dass die Unterscheidung von $\frac{r}{l}$ und $\frac{l}{r}$ Formen nicht nur für jeden einzelnen

¹⁾ Goldschmidt, Index der Krystallformen.

Krystall, sondern für die ganze Formenreihe des Dolomit Geltung habe. Hiezu bieten bekanntlich die Aetzfiguren die sicherste Handhabe. Alle Krystalle wurden demnach so aufgestellt, dass die auf der oberen vorderen Fläche des Spaltrhomboëders mit warmer verdünnter Salzsäure hervorgerufene Aetzfigur jene Stellung hat, wie sie Fig. 3 a, Taf. I in der Arbeit Tschermak's über Isomorphie der rhomboëdrischen Carbonate (Min. petr. Mitth. IV) zeigt.

I. Dolomit von Sct. Leogang.

Von dieser Localität lagen mir drei Stufen zur Untersuchung vor. Obgleich jede derselben gewisse Besonderheiten erkennen lässt, zeigen sie doch grosse Aehnlichkeit. Bei allen dreien herrscht das steile Rhomboëder m ($3\bar{1}\bar{1}$) + $4R$. Ferner liessen sich die folgenden typischen Formen nachweisen: $o(111)$ $0R$, $p(100)$ + R , $\varphi(11\bar{1})$ — $2R$, $K(20\bar{1})$ $\frac{r + R3}{l} \frac{2}{2}$, $\mathfrak{R}'(7\bar{1}\bar{5})$ $\frac{r + 4R3}{l} \frac{2}{2}$, $\mathfrak{R}(7\bar{5}\bar{1})$ $\frac{l + 4R3}{r} \frac{2}{2}$, $l(11\ 3\ \bar{1}\bar{3})$ $\frac{l - 8R3}{r} \frac{2}{2}$.

Ausser diesen typischen Formen treten noch mannigfaltige, z. Th. nicht näher bestimmbare Flächenbildungen auf, diesich an K , φ , \mathfrak{R}' und \mathfrak{R} angliedern, endlich unbestimmbare Hemiskalenoëder, welche beiläufig die Lage der Form $d(5\bar{1}\bar{4})$ $\frac{l - \frac{1}{2}R9}{r} \frac{2}{2}$ (β Des Cloizeaux) haben.

Der Zusammenhang der oben angeführten typischen Formen, von denen \mathfrak{R}' und \mathfrak{R} für den Dolomit neu, l auch am Calcit nicht beobachtet ist, lässt sich am klarsten an den Krystallen der

I. Stufe

erkennen. Fig. 1, Taf. III zeigt einen ideal vollkommenen Krystall dieser Combination. Dieselben zeigen das von Tschermak beschriebene Verhalten, dass grosse, trübe Rhomboëder von einer wasserhellen Schicht bekleidet werden, die in zahlreiche parallele Krystallspitzen ausläuft. So kommt es, dass an den meisten Krystallen nur die Flächen des einen Endes und selten mehr als eine Seitenecke von m deutlich ausgebildet ist.

Typische Formen.

Die Formen dieser Krystalle sind fast ohne Messungen ableitbar. $p\varphi m$ ergeben sich aus dem gegenseitigen Zonenzusammenhang. K liegt

im Kreuzungspunkt der Kantenzonen von p und m . \mathfrak{R}' folgt aus der Lage in den Zonen $m\varphi\mathfrak{R}'$ und $oK\mathfrak{R}'$, die Fläche \mathfrak{R} liegt symmetrisch zu \mathfrak{R}' in der Kantenzone von m und ergibt sich daher als das correlate Hemiskalenoëder. Auch die Fläche l ist durch Zonen bestimmt; sie liegt in der Zone $\mathfrak{R}l\circ$ [517 . 111], ferner in der Zone Klm , [201 . 113].

Zu Messungen sind die Flächen p und o wohl geeignet, da sie, wenn auch klein, so doch glänzend und glatt sind. Minder geeignet ist schon φ , welches häufig mehrfache und einseitig verzerrte Bilder gibt; m liefert nur selten ein deutliches Signalbild, da die Flächen mit grösseren Aetzgruben und sehr feinen Aetzfiguren bedeckt, in Folge dessen matt und glanzlos sind. K , \mathfrak{R}' , \mathfrak{R} sind häufig gestreift und von Vicinalflächen begleitet; in höherem Grade gilt dies von l . Dazu kommt, dass die tieferen Theile des Krystalls häufig nicht genau parallel orientirt sind. Die auf diese Formen bezüglichen Messungen schwanken daher beträchtlich.

Ich lasse zunächst die auf die typischen Formen bezüglichen Messungen folgen. Von diesen sind die 4 zuerst angeführten die Mittelwerthe der an drei ausgesuchten Krystallen mit einem grossen Fernrohrgoniometer von Breithaupt in Cassel ausgeführten Messungen. Das Instrument hat einen Verticalkreis, die Nonien lassen $10''$ ablesen. Als Signal diente der Websky'sche Spalt. Wie die mittleren Abweichungen vom Mittel erkennen lassen (Summe der + und — Abweichungen vom Mittel ohne Rücksicht des Zeichens getheilt durch die Anzahl der gemessenen Kanten) sind die auf o und p bezüglichen Werthe recht genau. Die erhaltenen Mittelzahlen unterscheiden sich weniger von den aus dem Axenverhältnis $c = 0.8322$ errechneten als der wahrscheinliche Fehler des Mittels beträgt. Daher ist es nicht nöthig für den Dolomit von Leogang ein besonderes Axenverhältnis zu rechnen.

Etwas grösser ist der mittlere Fehler bei φ und m , da diese Flächen nie so tadellose Reflexe liefern wie o und p .

Die anderen Flächen wurden nur mit dem kleinen Horizontalkreis des Fuess'schen Universalapparates gemessen, dessen Nonius 1 Minute angibt. Als Lichtsignal diente eine kleine Lichtscheibe.

Tabelle der Messungen am Dolomit von Leogang.

I. Stufe.

			Mittlerer Fehler	Anz. d. Kanten	Rechnung
<i>op</i>	111. 100	43° 51'2"	0'8"	9	43° 51'6"
<i>pp</i>	100. 010	73° 44'6"	1'3"	9	73° 44'9"
<i>oφ</i>	111. 11 $\bar{1}$	62° 32'5"	3'0"	8	62° 30'7"
<i>om</i>	111. 3 $\bar{1}\bar{1}$	75° 24'9"	2'2"	5	75° 25'0"
<i>mφ</i>	3 $\bar{1}\bar{1}$. 11 $\bar{1}$	56° 54'4"	3'1"	11	56° 56'6"
<i>φK</i>	11 $\bar{1}$. 20 $\bar{1}$	37° 30'3"	1'3"	6	37° 32'0"
<i>φR'</i>	1 $\bar{1}\bar{1}$. 7 $\bar{1}\bar{5}$	77° 40'0"	9'3"	6	77° 45'6"
<i>φ'R</i>	11 $\bar{1}$. 7 $\bar{5}\bar{1}$	77° 39'0"	3'4"	4	77° 45'6"
<i>oK</i>	111. 20 $\bar{1}$	68° 35'4"	3'8"	6	68° 31'7"
<i>oR'</i>	111. 7 $\bar{1}\bar{5}$	84° 24'5"	11'0"	4	84° 23'0"
<i>o'R</i>	111. 7 $\bar{5}\bar{1}$	84° 16'2"	7'0"	7	84° 23'0"
<i>oI</i>	111. 11 3 $\bar{1}\bar{3}$	87° 5'4"	6'9"	4	87° 11'0"
<i>mI</i>	3 $\bar{1}\bar{1}$. 11 3 $\bar{1}\bar{3}$	42° 2'8"	2'1"	3	42° 0'5"
<i>m, I</i>	11 $\bar{3}$. 11 3 $\bar{1}\bar{3}$	25° 45'7"	4'5"	4	25° 42'7"
<i>KI</i>	20 $\bar{1}$. 11 3 $\bar{1}\bar{3}$	28° 6'5"	1'5"	2	28° 13'2"
<i>pI</i>	100. 11 3 $\bar{1}\bar{3}$	55° 58'0"	—	1	56° 2'7"
<i>pK</i>	100. 20 $\bar{1}$	29° 9'7"	4'0"	7	29° 14'3"

Secundäre Formen. Vicinalflächen, Oberfläche, feinerer Bau.

Die Flächen an der Spitze der Krystalle sind oft von tadelloser Vollkommenheit. An den Endflächen findet man winzige dreiseitige Vertiefungen, welche mit dem Grundrhomboëder ein spiegeln. Sie sind möglicher Weise durch natürliche Aetzung entstanden.

Die Rhomboëderflächen *p* (100) zeigen bisweilen einseitig, und zwar auf der $\frac{l}{r}$ -Seite oscillatorische Combinationsstreifung mit der benachbarten *p*-Fläche (vergl. Fig. 2).

Die Flächen *m* (3 $\bar{1}\bar{1}$) sind von grösseren Aetzgruben und feinen Aetzfiguren bedeckt. Dieselben zeigen, wo sie isolirt stehen, deutlich asymmetrischen Umriss. Fig. 3 *a* zeigt die Gestalt der grösseren, Fig. 3 *b* die der kleineren Grübchen; die flachen gekrümmten Seitenflächen neigen nach der $\frac{r}{l}$ -Seite.

Auf der Fläche *φ* sieht man im oberen Theile keine Sculptur, doch deuten mehrfache Reflexe das Vorhandensein von Vicinalflächen in der Radialzone an.

Viel auffallender sind die Unregelmässigkeiten auf den übrigen Flächen. Dabei ist abzusehen von jenen Abweichungen, welche durch die nicht streng parallele Lage der tieferen Theile der Krystalle hervorgebracht werden. Nach Ausschluss dieser bleiben noch beträchtliche Abweichungen zurück, die durch das Auftreten von secundären und Vicinalflächen bedingt werden. Dieselben verlangen eine eingehendere Darstellung.

Secundär- und Vicinalflächen auf \mathfrak{R} und \mathfrak{R}' .

Die Flächen \mathfrak{R} und \mathfrak{R}' zeigen eine grosse Neigung zu Streifungen und Krümmung in den Zonen zu o . Manchmal steigert sich die Streifung bis zur deutlichen Treppenbildung. Bisweilen dehnen sich diese Treppenflächen aus, treten sogar ganz selbständig auf, allerdings nur in der Nähe der Aufwachsungsstelle. An freien Seitenecken kommen sie immer nur in der Weise vor, wie Fig. 2 darstellt.

Das Reflexbild von \mathfrak{R}' und \mathfrak{R} besteht daher häufig aus einer vielfach gegliederten Reflexreihe. Die hellsten dieser Reflexe gestatten öfter eine Zurückführung auf einfache Positionen.

Bei Krystall II wurden auf einer Fläche \mathfrak{R}' ($7\bar{1}\bar{5}$) $\frac{r}{l} = \frac{4R3}{2}$ folgende 4 Reflexe in der Zone $o\mathfrak{R}'$ [$111.7\bar{1}\bar{5}$] beobachtet:

1	Winkel zu o	$83^{\circ} 49' 7''$
2	" " "	$84^{\circ} 37'$
3	" " "	$86^{\circ} 37'$
4	" " "	$89^{\circ} 59' 8''$

Von diesen Reflexen entspricht 2 der Position ($7\bar{1}\bar{5}$) (berechnet $84^{\circ} 23'$). 4 kann auf die Hältfgestalt eines 12seitigen Prismas \mathfrak{S}' ($5\bar{1}\bar{4}$) $\frac{r}{l} = \frac{\infty R3}{2}$ bezogen werden, eine Form, welche vom Calcit bekannt ist. Die beiden anderen Reflexe führen auf sehr hohe Zahlen, die sich nicht genauer bestimmen lassen.

An Krystall III wurde dieselbe Fläche \mathfrak{S}' , und zwar in grösserer Ausdehnung beobachtet. Hier ergab die Zone $o\mathfrak{R}'$ folgende Winkel:

oK	.	$111.20\bar{1}$	$68^{\circ} 33'$
$o\mathfrak{R}'$.	$111.7\bar{1}\bar{5}$	$84^{\circ} 15'$
$o\mathfrak{S}'$.	$111.5\bar{1}\bar{4}$	$90^{\circ} 4'$

Im Zusammenhang mit der Fläche \mathfrak{R} ($7\bar{5}\bar{1}$) kommen ähnliche Vicinalreflexe vor. Die auffallende Treppenbildung erfolgt hier allerdings meist durch die unter einem grösseren Winkel geneigte Fläche

l (11 3 $\bar{1}\bar{3}$). Aber bisweilen treten auch Reflexe auf, welche der correlaten Hälfte jenes Prismas 'ð entsprechen. So wurde am selben Krystall III gemessen in der Zone [111 . $\bar{5}\bar{1}\bar{7}$, $\bar{1}\bar{1}$ 3 13]:

o 'R.	. . .	111 . $\bar{5}\bar{1}\bar{7}$	84° 11'7"
o 'ð	. . .	111 . $\bar{5}\bar{1}\bar{4}$	90° 26'7"
o l	. . .	111 . $\bar{1}\bar{1}\bar{3}$ 13	92° 57'

Die Uebereinstimmung ist hier allerdings nur eine beiläufige.

In dem Auftreten der secundären Flächen zeigt sich eine Verschiedenheit der beiden correlaten Formen R' und R. Die erstere R' neigt zur Treppenbildung mit ð'. Nie treten steilere Treppenföcher auf.

Auf 'R finden wir Treppenbildung mit l, welche also bis in den benachbarten negativen Sextanten hinübergreift; das correlate Prisma 'ð kommt nur untergeordnet, gelegentlich und nicht sicher bestimmbar vor.

Diese Treppenbildung ist ferner, wie Fig. 2 erkennen lässt, örtlich beschränkt auf jenen Theil der R' und 'R-Flächen, welcher den Flächen K benachbart ist. An der rechten, vorderen Seitenecke von m zeigen also die Flächen R' 71 $\bar{5}$ und 'R 51 $\bar{7}$ die Streifung, während die benachbarten Theile von R' 15 $\bar{7}$ und 'R 17 $\bar{5}$ nicht gestreift sind und mit scharfen schönen Kanten an l und φ grenzen. Ein Verhalten, welches mit der Tetartoëdrie völlig in Einklang steht. Secundär- und Vicinalflächen auf K (20 $\bar{1}$) und φ (11 $\bar{1}$).

Die Fläche K ist gestreift parallel der Kantenzone von p (100); oft erkennt man deutlich abgesetzte Facetten, welche mit p einen kleineren Winkel einschliessen. Dem entsprechend ist das Reflexbild von K in der Richtung der Zone p K gestreckt und neben dem Hauptreflex, der gleichzeitig in der Zone m φ liegt, erkennt man Nebenreflexe, die öfter ziemlich scharf sind und sich gut messen lassen. Auf solche Reflexe beziehen sich die nachfolgenden Zahlen. So wurde gemessen:

Krystall I.	$p_1 K_1$	26° 58'7"	$p_2 K_2$	29° 5'3"	$p_3 K_3$	29° 15'3"
		28° 52'7"				30° 18'2"
Krystall II.	$p_1 K_1$	29° 8'7"	$p_2 K_2$	24° 35'3"	$p_3 K_3$	26° 54'7"
		29° 31'0"		29° 4'3"		29° 13'7"
Krystall III.	$p_1 K_1$	26° 15'	$p_2 K_2$	27° 57'7"	$p_3 K_3$	29° 14'4"
		28° 34'7"		28° 39'4"		
		29° 6'7"		29° 27'5"		

Man sieht, dass sich die Reflexe um die Position $20\bar{1}$, welche $29^\circ 14'3''$ erfordert, am meisten drängen, dass sie fast ausschliesslich zwischen 100 und $20\bar{1}$ liegen; sonst zeigt sich aber keine merkliche Regelmässigkeit, keine Periodicität in der Vertheilung derselben. Das Auftreten dieser Flächengebilde ist ganz dem Begriff der Vicinalflächen entsprechend. Wir werden dieselben, als in der Zone $[Kp]$ um K liegend, in der Folge mit K^p bezeichnen.

In der Projection Fig. 17 sind zwei Beispiele des Auftretens dieser Reflexe, und zwar K_2 von Krystall II rechts hinten, K_1 von Krystall III links hinten mit schwarzen Scheibchen nach den beobachteten Winkeln eingetragen.

Ein recht verschiedenes Bild liefern die Flächentheile, welche sich an den meisten Krystallen nach unten an K anschliessen.

Unterhalb des glattesten Theiles von K , welcher manchmal vollkommen riefenfrei ist, liegen nämlich bei den meisten Krystallen Flächenelemente mit einer sofort in die Augen fallenden Krümmung und bogenförmigen Streifung. Bei genauem Zusehen bemerkt man, dass diese bogenförmige Streifung durch das Ineinanderspielen zweier Streifensysteme zu Stande kommt, welche anscheinend den Kanten mit \mathcal{R}' ($7\bar{1}5$) und $\bar{1}$ ($11\ 3\ \bar{1}3$) parallel gehen. Dies würde nach Rechnung einen Winkel von circa 130° erfordern. In Wirklichkeit schliessen aber die Streifensysteme einen viel stumpferen Winkel ein von etwa 150° .

Die Ausdehnung dieser gestreiften Flächenpartie variirt ausserordentlich; manchmal ist sie kaum angedeutet, manchmal so ausge dehnt, dass die eigentliche Fläche K dagegen verschwindet. Gewöhnlich ist ein gewisser Gegensatz in der Entwicklung zu den Vicinalflächen K^p zu beobachten. Wenn nämlich die Fläche K die K^p gut entwickelt zeigt, sind die krummen Flächentheile unterhalb minder deutlich und umgekehrt. Vergleiche z. B. die Bilder Fig. 17, wo im vorderen Sextanten die Fläche K_3 von Krystall III, im linken hinteren die Fläche K_1 desselben Krystalls mit ihren zugehörigen Nebenreflexen eingetragen wurden.

Dabei steht die Ausdehnung in unverkennbarem Zusammenhang mit der Ausdehnung ähnlicher an φ angeschlossener Flächentheile und der matten unbestimmbaren Hemiskalenoëder in der Gegend von d ($51\bar{4}$).

Diese gestreiften Flächentheile geben keine deutlichen Signale wie die früher besprochenen Vicinalflächen von K . Man be-

merkt zwei Lichtschweife, von denen einer (K^α) einen sehr kleinen Winkel mit der Zone $p K$ einschliesst und nach der Seite des benachbarten m abweicht. Der andere Lichtschweif K^β weicht nach der anderen Seite und in grösserem Masse von der Zone $p K$ ab. Dazu ist er noch viel verwaschener. Die Breite der Lichtschweife nimmt mit der Entfernung von K zu, ihre Lichtstärke ab. Sie zeigen keine Beziehung zu irgend einer der anderen typischen Flächen. Namentlich liegen sie nicht in den Zonen $K\mathcal{R}'$ und $K\mathcal{L}$, wie man wohl aus der Streifung vermuthen möchte. Dennoch zeigen sie in ihrer Lage eine gewisse Constanz, die sich auch durch Messung erhärten liess.

Die Messung wurde unterstützt, ja allein ermöglicht durch das Auftreten von begrenzten helleren Stellen, die sich von dem Lichtnebel der Schweife abhoben. Diese Culminationen wurden zur Feststellung der Position der Schweife benützt, indem bei Einstellung der Zone $p K$ ihre Entfernung von p oder K und gleichzeitig die Abweichung von der justirten Zone bei 45° Incidenz gemessen wurde.

Zur Festlegung derartiger Positionen sind die zweizifferigen Goldschmidt'schen Zeichen sehr bequem, besonders wegen der leichten und sicheren Uebertragung des Rechnungsergebnisses in die gnomonische Projection. Ich führe die in den genauer untersuchten Fällen — denn nicht bei allen K -Flächen liessen sich die Lichtschweife messen — erhaltenen Positionen mit ihren Goldschmidt'schen Zeichen an. Dieselben beziehen sich auf die Aufstellung G_2 , bei welcher das Zeichen der Fläche $K = 41$ ist.

So wurde bestimmt:

Krystall II.

Auf K_1 :

$p K^\alpha$ gemessen in der Zone $[p K]$ bereits corrigirt bezüglich der Abweichung von der Zone: $33^\circ 9' 5''$. η (Abweichung von der justirten Zone) = $31'$. Hieraus ergibt sich $K^\alpha = 5.038, 1.068$.

$p K^\beta = 34^\circ 57'$, $\eta = 1^\circ 46' 40''$; $K^\beta = 5.479, 0.829$.

Auf K_2 :

$p K^\beta = 37^\circ 4'$, $\eta = 1^\circ 50' 2''$; $K^\beta = 6.217, 0.719$.

Auf K_3 :

$p K_1^\alpha = 32^\circ 19'$, $\eta = 27' 5''$; $K_1^\alpha = 4.788, 1.058$.

$p K_2^\alpha = 35^\circ 10'$, $\eta = 1^\circ 15' 7''$; $K_2^\alpha = 5.791, 1.189$.

$p K^\beta = 34^\circ 33'$, $\eta = 1^\circ 15' 7''$; $K^\beta = 5.349, 0.823$.

Krystall III.

$$p K_1^\alpha = 31^\circ 57', \eta = 20 \cdot 7'; \quad K_1^\alpha = 4 \cdot 747, 1 \cdot 109.$$

$$p K_2^\alpha = 39^\circ 16', \eta = 2^\circ 21 \cdot 3'; \quad K_2^\alpha = 7 \cdot 899, 1 \cdot 293.$$

$$p K_1^\beta = 34^\circ 13', \eta = 55 \cdot 2'; \quad K_1^\beta = 5 \cdot 262, 0 \cdot 876.$$

$$p K_2^\beta = 39^\circ 53', \eta = 3^\circ 12 \cdot 3'; \quad K_2^\beta = 7 \cdot 382, 0 \cdot 440.$$

Trägt man diese Positionen in die gnomonische Projection ein, so sieht man, dass sowohl die K^α als K^β ziemlich genau in zwei gerade Linien fallen, die sich um ein wenig unterhalb des Punktes K_{41} schneiden.

In der Projection Fig. 17 sind die Lichtschweife von K_1 , des Krystalls II und von K_2 , Krystall III eingetragen worden. Man kann daraus beiläufig entnehmen, wie verschieden die Ausdehnung des Lichtbildes von K bei verschiedenen Flächen ist. Dieselbe scheint mit der räumlichen Ausdehnung in Zusammenhang zu stehen. Je grösser die Ausdehnung des gestreiften Flächentheiles, desto länger sind die Lichtschweife, desto steilere Flächen sind ausgebildet.

Man kann nicht behaupten, dass die durch die Culminationsreflexe angezeigten Positionen einfachen Axenschnitten entsprechen. Wollte man einigermaßen beträchtliche Correcturen zulassen und in der Höhe der Indices die Grenze ziemlich weit stecken, so wäre es natürlich leicht auch für diese Flächen „rationale Axenschnitte“ zu berechnen. Ich unterlasse dies, da es nur falsche Vorstellungen erwecken und die Thatsache verhüllen könnte, dass hier Oberflächentheile vorliegen, welche krumm sind, welche sich über ein Gebiet erstrecken, in dem thatsächlich relativ einfache Flächen (z. B. $30\bar{2}$, $50\bar{3}$) auftreten könnten, die aber nicht zur Ausbildung kommen. Im Projectionsbild entspricht diesen Flächengebilden nicht ein Punkt wie den echten Krystallflächen, sondern ein geschummerter Streifen. So wurden sie auch in's Projectionsbild eingetragen.

In ähnlicher Weise wie an K schliessen sich auch an den unteren Theil von φ krumme Flächen an. Sie lassen eine einfache Streifung erkennen, welche annähernd parallel läuft mit der Kante φl .

Im Lichtbild von φ bilden sie einen kometenschweifähnlichen Anhang, der gegen l hinzieht. Wegen der Kleinheit dieser Flächentheile und der Lichtarmut der Reflexe sind Messungen kaum möglich. In einem Falle konnte die Position einer hellen Culmination bestimmt werden.

Bei Einstellung der Zone $o\varphi$ wurde beobachtet:

$$o\varphi^\alpha = 69^\circ 28' 2'', \eta = 4^\circ 0' 1''; \varphi^\alpha = -3^\circ 12', 2 \cdot 408.$$

Auch hier wird der vom Augenschein abgeleiteten Vermuthung, dass diese Fläche im Zonenverband mit φ und ι liege, durch die gefundene Position widersprochen. φ^α liegt ähnlich ausserhalb der Zone $\varphi\iota$ wie K^β ausserhalb $K\iota$ liegt.

Die Position von φ^α ist in Fig. 17 im rechten vorderen Sextanten eingetragen.

Das matte Hemiskalenoëder d^α .

Zwischen die krummen und gestreiften Flächen K^β und φ^α schiebt sich in Gestalt eines schmalen Dreieckes eine völlig matte Fläche ein. Sie hat beiläufig die Lage der von Des-Cloizeaux beobachteten d (514) $\frac{l - \frac{1}{2}Rg}{r}$; ich werde sie daher mit d^α bezeichnen. Sie steht augenscheinlich im Zusammenhang mit den Flächenbildungen K^α K^β φ^α . Sie kommt nur an jenen Stellen der Krystalle vor, wo auch diese ausgebildet sind. Ferner bildet K^α und K^β anscheinend parallele Kanten zwischen d^α und dem anliegenden m , ebenso liegt φ^α mit parallelen Kanten zwischen d^α und dem entfernteren m , wenn es erlaubt ist, bei so krummen Flächen überhaupt von parallelen Kanten zu reden.

Bei der Untersuchung mit der Lupe glaubt man auf der für's freie Auge ganz matten Fläche eine sehr feine Riefung zu erkennen, welche anscheinend parallel läuft mit der anliegenden Kante von ι . Bei mikroskopischer Untersuchung verschwindet dieser Eindruck. Man sieht die Fläche bedeckt mit winzigen Unebenheiten. Dieselben stellen sich dar als dreiseitige Vertiefungen, die von einer flachen und zwei viel steileren Seitenflächen umschlossen werden. Die letzteren erscheinen als zwei dunkle Linien, die sich unter einem nach oben offenen Winkel von 10° — 110° schneiden. Diese Vertiefungen sehen fast aus wie Aetzfiguren.

Goniometrisch lassen sich diese Flächen sehr schwer behandeln. Sie geben nur bei fast streifender Incidenz Reflexbilder, die durch Interferenz und Beugung stark gestört sind, da die feine Streifung wie ein Gitter wirkt. Die auftretenden Reflexe sind über einen Bogen von ziemlicher Länge zerstreut und ordnen sich in eine Reihe. Die hierdurch angedeutete Zone geht durch die nächstliegende Fläche

des Hauptrhomboëders, aber es liegt keine andere typische Fläche genau in derselben.

Daher wären für jeden Reflex zwei unabhängige Messungen erforderlich. Es wurden auch Versuche gemacht auf diesem Wege die Position der einzelnen Reflexe zu bestimmen, allein ohne Erfolg. Es zeigte sich nämlich, dass bei geänderter Justirung das Aussehen des Reflexbildes so stark verändert wird, dass eine Wiedererkennung der bei der ersten Messung anvisirten Reflexe kaum möglich ist.

Glücklicherweise gehen bei Einstellung der Zone $p d^{\alpha}$ die Reflexe von zwei anderen Flächen: nämlich l desselben und m des linken rückwärtigen Sextanten durch das Gesichtsfeld. Wird deren Abweichung von der justirten Zone bestimmt, so ist die Bestimmung der Position der Reflexe mit einer einzigen Einstellung nach Messung des Winkel $p d^{\alpha}$ möglich.

Es braucht nicht betont zu werden, dass die so gefundenen Positionen nicht als Krystallflächen mit bestimmten rationalen Axenschnitten aufgefasst werden dürfen. Aber sie können doch eine Vorstellung von der Lage jener Flächenelemente geben und zur Eintragung in die Projection verwendet werden.

Leider sind nur in wenigen Fällen die Bedingungen zu den erwähnten Bestimmungen erfüllt, da zur Messung der Abweichung von der justirten Zone ein vollkommen präziser Reflex vom m oder l erfordert wird; m gibt aber häufig gar keine, l häufig verschwommene und durch Vicinalflächen gestörte Reflexe.

Schliesslich gelang die Bestimmung in folgenden Fällen:

Krystall I.

Eine Fläche d^{α} gab in der Zone $p d^{\alpha}$ drei Reflexe, der scheinbare Abstand der Fläche $\bar{1}\bar{1}\bar{3}$ von der justirten Zone betrug bei 45° Incidenz $\delta = 5^{\circ} 10' 50''$ hieraus der wahre Abstand $\eta = 3^{\circ} 39' 50''$. Hieraus berechnet sich der Winkel der justirten Zone mit der Zone $o p$ zu $54^{\circ} 18' 52''$. Die Winkel zu $p(100)$ waren folgende und entsprachen den daneben geschriebenen Positionen, welche wie früher zu verstehen sind:

$$\begin{array}{rcl} p d^{\alpha} = 37^{\circ} 19' & p q = & -5.108, 0.148 \\ & & 39^{\circ} 0' \quad \quad -5.463, 0.279 \\ & & 40^{\circ} 15' \quad \quad -5.762, 0.390 \end{array}$$

Diese Positionen sind in der Projection Fig. 17 rechts rückwärts eingetragen.

Krystall III.

Eine Fläche $d\alpha$ gab in der Zone $p d\alpha$ 5 Reflexe. Zur Festlegung der justirten Zone wurde der scharfe Reflex von l verwendet. Derselbe gab: $\delta = 2^\circ 55' 10''$. Hieraus $\eta = 2^\circ 3' 50''$ und der Winkel der justirten Zone mit $op = 54^\circ 30' 55''$. Zur Controle wurde auch die Abweichung von $m \bar{1}\bar{1}\bar{3}$ bestimmt. $\delta = 4^\circ 51' 27''$, $\eta = 3^\circ 25' 50''$. Dies gibt den Winkel $54^\circ 32' 46$, also eine vollkommen befriedigende Uebereinstimmung.

Der weiteren Rechnung ist der erste Winkel zu Grunde gelegt. Die 5 Reflexe gaben folgende Winkel zu p 10J und folgende Positionen:

$p d\alpha = 37^\circ 37'$	$p q = -5.140, 0.181$
$40^\circ 25'$	$-5.770, 0.417$
$42^\circ 53$	$-6.478, 0.683$
$43^\circ 2'$	$-6.528, 0.702$
$45^\circ 20'$	$-7.396, 1.029$

Um zu illustriren, wie sehr diese Winkel vom Incidenzwinkel beeinflusst werden, führe ich an, dass dieselbe Fläche bei etwas steilerer Indicenz blos 3 Reflexe mit den Winkelabständen $42^\circ 34$, $44^\circ 4'$, $44^\circ 51'$ aufwies. Dies wird es rechtfertigen, wenn ich es unterlasse, die oben gefundenen Positionen auf rationale Axenschnitte zu discutiren, und wird auch die Art der Eintragung dieser Flächen in die Projection (im vorderen Sextanten der Fig. 17, Taf. IV) rechtfertigen.

Krystall V.

Abweichung der Fläche m von der justirten Zone ergab: $\delta = 3^\circ 14' 10''$. Hieraus $\eta = 2^\circ 17' 26''$, Winkel der Zone $p d\alpha$ mit $po = 55^\circ 41' 46''$. $d\alpha$ gibt einen einzigen einstellbaren Reflex:

$$p d\alpha = 38^\circ 15' \quad p q = -5.104, 0.289.$$

Das einseitige Auftreten all dieser unvollkommenen Flächenbildungen gewährt ein ganz eigenthümliches Bild und man fühlt sich gedrängt, nach einer Ursache zu suchen, die das Auftreten derselben dem Verständnis näher bringt.

Der Augenschein lehrt zunächst, dass es dem Krystall in den betreffenden Krystallräumen an Stoff mangelt. Denken wir uns einen vollkommen ebenmässigen Krystall nach den Ebenen $oR(111)$ und $\infty P2(10\bar{1})$ zerschnitten, so werden die dem $+$ $\frac{r}{l}$ und $-\frac{l}{r}$ Krystall-

räumen entsprechenden Sektoren um jene Masse kleiner sein, welche erforderlich wäre, um alle diese Flächen bis zur Bildung von Kanten zwischen den typischen Flächen \mathcal{R} , \mathcal{R}' , m , φ zuzubauen.

Wir erhalten hierdurch den Eindruck, als würden jene Flächen durch ein geringeres Wachstumsvermögen in den betreffenden Krystallräumen hervorgerufen, als wäre der wachsende Krystall nicht im Stande, dem voraneilenden Wachstum in den tetartoëdrisch entgegengesetzten Krystallräumen nachzukommen, als wäre er, um ein Bild zu gebrauchen, genöthigt, hier Nothbauten auszuführen.

Diese Anschauung gewinnt an Halt, wenn wir die eigenthümlichen Beziehungen dieser Nothbauten mit den typischen Flächen K , \mathcal{R}' , φ , l erwägen. Die Streifungen auf K^α , K^β und φ^α d^α wurden erwähnt; es wurde gezeigt, dass die Streifung anscheinend den Kanten zwischen den typischen Flächen entspricht. So erschien K^α als Leistenfläche, gebildet durch oscillatorische Combination von K und \mathcal{R}' ähnlich K^β zwischen K und l , φ^α zwischen φ und l ; d^α ist vielleicht auf $l p$ [11 $\bar{3}$ $\bar{1}\bar{3}$. 100] zurückzuführen. Allerdings musste hervorgehoben werden, dass dieser Parallelismus nur ein beiläufiger ist, und dass auch die von den Nothflächen gelieferten langgestreckten Reflexe nicht genau jenen Zonen entsprachen, welche die Streifung anzudeuten schien.

Vielleicht könnte aber hier angeführt werden, dass die genannten typischen Flächen selbst häufig von Vicinalflächen vertreten werden, so dass diese und nicht die typischen Flächen in die Treppenbildung eingehen. So wurde auch thatsächlich beobachtet, dass in dem Reflexbild von K die Strahlen K^α und K^β sich nicht in dem Reflex K ($20\bar{1}$) schneiden, sondern gegen einen Punkt convergiren, der etwa 1° weiter von p entfernt liegt. Dies würde dann die Verschiebung erklären, die wir in der thatsächlichen Lage dieser Flächen constatiren müssen.

Die wichtigste Stütze findet aber die hier entwickelte Ansicht darin, dass die erwähnten Nothflächen stets an die typischen Flächen K , φ , l , \mathcal{R} geknüpft sind und dass auch ihre Ausdehnung stets der Ausdehnung der typischen Flächen entspricht. Sie nehmen stets nur jenen Raum ein, den sie einnehmen können, wenn wir sie durch Oscillation der vorhandenen typischen Flächen im Gedanken construiren.

Wir hätten uns also diese Nothflächen so entstanden zu denken. Wir gehen aus von der in Fig. 1 dargestellten Form des Krystalls, welche ja angenähert bisweilen beobachtet wird, wo die Nothflächen noch fehlen. Das Wachsthum schreitet in der Spitze des Krystalls und den Grenzflächen m und in den $+\frac{l}{r}$ und $-\frac{r}{l}$ Krystallräumen vorwärts. Die Partien des Seiteneckes zwischen K , \mathfrak{R}' , φ , l bleiben zurück, und durch eine Art Decrescenz zwischen \mathfrak{R}' und K , zwischen l und K , l und φ , ferner nach der einfachsten durch l gelegten Molecularrichtung (dem Schnitt mit dem nächst gelegenen p (100) bilden sich successive die echten Flächen K und φ verdrängend, die neuen parametrisch unbestimmbaren Flächen heraus.

Diese Darstellung lässt, denke ich, zugleich die Verschiedenheit dieser Flächengebilde gegenüber echten Vicinalflächen erkennen, die eher durch ein Voraneilen des Wachsthums der Flächenmitte entstehen, sowie von anderen Bildungen, die wir am Dolomit von Binnenthal kennen lernen werden, und die mit der Zwillingsbildung zusammenhängen. Deshalb wurde hier für dieselben auch ein eigener Name „Nothflächen“ eingeführt.

Ich habe noch einen naheliegenden Einwand zu erörtern. Es wurden die deutlichen Corrosionserscheinungen auf m erwähnt. Es läge nahe, die „Nothflächen“ als Prärosionsflächen¹⁾ aufzufassen. Allein dies ist nicht zulässig. Abgesehen davon, dass mit Ausnahme der d^α keine dieser Flächen Spuren von Aetzung erkennen lässt, widerspricht dem der Umstand, dass dieselben Flächenbildungen auch an der II. und III. Stufe vorkommen, deren m -Flächen keine Andeutung von Aetzung zeigen.

Der Krystallraum, in welchen die Flächen d^α fallen, ist durch das Auftreten von schwer bestimmbaren Flächen geradezu charakterisirt. Es ist also die Erscheinung eine regelmässig auftretende, und durch die Phrase „diese Flächen sind schlecht ausgebildet“ nicht abzuthun. Aehnliche Lage, wie die hier behandelten Flächen, haben die Flächen d (514) $\frac{l}{r} - \frac{1/2 R\theta}{2}$ welche Des-Cloizeaux (β) bei Krystallen von Hall in Tirol, von Traversella und von Gera anführt.

¹⁾ Ich folge dem Vorschlage von Axel Hamberg (Meddelande från Stockholms Högskola. Nr. 59. Bihang till k. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Band 13, Afd II, Nr. 4), welcher diesen Terminus für jene Flächen vorschlägt, die durch Aetzung an Stelle von Ecken oder Kanten der Krystalle entstehen.

Wenn man die der Bestimmung zu Grunde liegenden Messungen prüft, findet man merkliche Schwankungen. Aehnliche Lage haben ferner die von Des-Cloizeaux an Krystallen von Bex beobachteten Flächen δ , welche von ihm als $(10\bar{1}8) = 6P2$ oder $(23\ 2\ \bar{1}8) = \frac{1}{7}R41$ gedeutet werden, endlich die von Tschermak beobachtete Fläche n des Dolomit von Leogang, welche sich der Pyramide $\frac{11}{2}P2$ nähert. Allen diesen Flächen ist gemeinsam, dass sie in ihrer Lage schwanken und sich auf rationale Axenschnitte nur gezwungen zurückführen lassen. Ich werde auf diese Erscheinung später noch zurückkommen.

II. Stufe.

Die Krystalle der zweiten Stufe von Sct. Leogang sind direct auf der Unterlage (grauer thoniger Dolomit) aufgewachsen, begleitet von älteren tafelförmigen Krystallen von Baryt mit den Formen $P(010)$, $M(101)$, $d(120)$, $o(011)$, die zum Theil mit winzigen Kupferkieskryställchen überkrustet sind.¹⁾

Die Krystalle dieser Stufe sind in den Fig. 5—7 dargestellt. Sie erreichen die Länge von 1 Centimeter in der Richtung der Hauptaxe. $m(3\bar{1}\bar{1}) + 4R$ tritt fast rein auf. Ganz schmale Abstumpfungen von $\varphi(11\bar{1}) - 2R$, $K(20\bar{1}) \frac{r}{l} + \frac{R3}{2}$, $\mathcal{Q}(7\bar{5}\bar{1}) \frac{l}{r} + \frac{4R3}{2}$, seltener $\mathcal{Q}'(7\bar{1}\bar{5}) \frac{r}{l} + \frac{4R3}{2}$ an den Kanten. Die Seitenecken sind durch $\mathcal{I}(11\ 3\ \bar{1}\bar{3}) \frac{l}{r} - \frac{8R3}{2}$ weggenommen, welches hier grössere Ausdehnung erreicht. Fig. 5 zeigt die Kantenabstumpfungen etwas breiter als sie in der Natur auftreten, bringt ausserdem eine häufig vorkommende Erscheinung, den treppenförmigen Wechsel zwischen $m'\mathcal{Q}$ und \mathcal{I} zur Anschauung. Fig. 6 schliesst sich mehr dem wirklichen

¹⁾ Anmerkung. Bei dem Stück liegt eine alte handschriftliche Etiketle, welche offenbar verwechselt ist. Dieselbe lautet: „In sehr kleine zusammengehäufte Dodekaëder xx graulichweisser und rauchgrauer Kalkspath auf derbem Schwefelkies vom Bergbau Brennthal bei Mühlbach im Oberpinzgau im salzburg. Gebirge.“

Von Brennthal ist in der That Calcit in der Combination ∞R , $-\frac{1}{2}R$ bekannt. Das Kieslager von Brennthal liegt im Glimmerschiefer. Dolomit wird von dort nicht angegeben. Das vorliegende Stück stimmt sowohl im Gestein als in der Vergesellschaftung viel besser mit Leogang. Namentlich spricht aber die übereinstimmende Krystallform des Dolomit für diesen Fundort. Baryt soll übrigens dort selten sein.

Aussehen der Krystalle an. Hier sieht man auch wieder die matten dreieckigen Flächen, welche sich nach oben an Γ anschliessen, und welche d^2 der ersten Stufe entsprechen. Die Spitzen der Krystalle sind häufig abgespalten. Wo sie unversehrt sind, zeigen sich Spuren von p und o .

Zu Messungen sind die Krystalle wenig geeignet, da die vorherrschenden Flächen m eine sehr eigenthümliche Oberflächenstructur besitzen, die sie zu genauen Messungen ganz untauglich macht; die übrigen Flächen sind ungemein schmal und geben dilatirte Reflexe; Γ ist meist krumm. Doch gelangen die zur Bestimmung erforderlichen Messungen. Die Mittelwerthe sind:

φK	$11\bar{1} . 20\bar{1}$	$37^\circ 28'$ beob.	$37^\circ 32'0''$ berechnet.
$\varphi' R$	$11\bar{1} . 7\bar{5}\bar{1}$	$77^\circ 32'$ „	$77^\circ 45'6''$ „
ΓK	$20\bar{1} . 11\bar{3} \bar{1}\bar{3}$	$28^\circ 26'$ „	$28^\circ 13'2''$ „
Γm	$11\bar{3} \bar{1}\bar{3} . 11\bar{3}$	$42^\circ 14'$ „	$42^\circ 0'5''$ „
φm	$11\bar{1} . 3\bar{1}\bar{1}$	$56^\circ 54'$ „	$56^\circ 56'6''$ „

Die Fläche m zeigt bald mehr isolirt, bald gedrängt stehend, flach erhabene, beiläufig elliptische Schilder, deren grösste Axe am richtig aufgestellten Krystall auf den oberen m -Flächen von links oben nach rechts unten verläuft. Die Schilder laufen in eine stumpfe Spitze aus, welche excentrisch ungefähr im Brennpunkte rechts unten liegt.

Daher gibt m bei der Reflexion einer kleinen Lichtscheibe ein Lichtbild, das einer Ellipse gleicht. In der Fig. 6a ist dieselbe in verwendeter Stellung dargestellt, in der sie einer Projection der spiegelnden Flächentheile auf m entspricht.

Der Flächenort von m liegt excentrisch nahe dem linkseitigen lichtstarken Rande und ist bisweilen durch eine schwache Reflexgruppe angedeutet. Die Ellipse hat bei ähnlicher Gestalt bei den verschiedenen Krystallen ziemlich variable Dimensionen.

In einem Beispiel waren die Radien von dem excentrisch gelegenen Reflex von m :¹⁾

In der Zone $m K \varphi$ [$3\bar{1}\bar{1} . 20\bar{1} . 11\bar{1}$]:

nach rechts oben gegen K gemessen . $1^\circ 5'$

nach links unten $42'$

¹⁾ Die Angabe der Richtung bezieht sich auf die gezeichnete Fig. 6a. Im wirklichen Lichtbild sind alle Richtungen um 180° verwendet.

In der Zone $\text{'R } m \varphi [51\bar{7} . 3\bar{1}\bar{1} . 1\bar{1}\bar{1}]$:

nach links oben gemessen $32'$

nach rechts unten gegen 'R gemessen $1^\circ 32'$

In dieser Oberflächensculptur zeigt sich deutlich der asymmetrische Charakter der Fläche m , entsprechend der rhomboëdrischen Tetartoëdrie. Bezeichnend ist, dass die stärkere Krümmung und die grösseren Abweichungen von der Position m in den $+\frac{r}{l}$ Krystallraum fallen.

Die Fläche l ist hier deutlich gekrümmt und gibt mehrfache Bilder, welche auf Vicinalflächen in der Zone $\text{'R } l [51\bar{7} . 113\bar{1}\bar{3}]$ hinweisen. Der Messung wurde jenes Reflexbild unterzogen, welches in die Zone $K m$ fiel.

Von der matten Fläche d^α waren hier keine Reflexe zu erhalten wegen ihrer Kleinheit. Da dieselbe aber dem Anschein nach recht scharfe Kanten mit den benachbarten Flächen m bildet, wurde der Versuch unternommen, durch Messung der ebenen Winkel zwischen den Kanten m/φ und m/d^α auf den zwei anstossenden m -Flächen zu einem Zeichen zu gelangen.

Die Messung wurde unter dem Mikroskop ausgeführt. Dabei zeigte sich zunächst, dass die nach dem Augenschein geraden Kanten doch krumm waren, und dass sich auch hier zwischen m und d^α sehr schmale gestreifte Flächen $K\beta$ und φ^α einschoben, dass endlich die Winkel von Fläche zu Fläche schwankten.

Die Positionen, die sich aus diesen Messungen ergaben, führten auch zu keinem einfachen Zeichen. Sie zeigten aber, dass die Lage der matten Flächen eine ähnliche ist, wie bei den Krystallen der I. Stufe. Hierfür ein Beispiel: Die Trace der Fläche d^α machte auf der Fläche $m_1 (3\bar{1}\bar{1})$ einen Winkel von 14.3° mit der Polkante von m ; auf $m_2 (\bar{1}\bar{3}\bar{1})$ einen Winkel von 8.23° mit derselben Kante.

Hieraus berechnet sich die Position:

$$p q = - 4.703, 0.646.$$

III. Stufe.

Die Krystalle, welche die Grösse von 1 Centimeter erreichen, sitzen unmittelbar auf schwarzgrauem, unreinem, von Kupferkiesadern durchzogenen Dolomit, begleitet von winzigen Kryställchen von Schwefelkies. Die Krystalle sind wasserhell, durchsichtig. Meist

sind sie mit liegender Hauptaxe aufgewachsen. Vorherrschend zeigen sie wiederum m ($3\bar{1}\bar{1}$) + $4R$.

Von anderen Formen tritt φ ($11\bar{1}$) — $2R$ in ganz schmalen Spuren auf, ι ($113\bar{1}\bar{3}$) $\frac{l}{r}$ — $\frac{8R3}{2}$ in ganz eigenthümlicher, furchig striemiger Ausbildung, aber ziemlich gross und glänzend, ferner sehr schmal die correlaten Hemiskalenoëder \mathfrak{R}' ($7\bar{1}\bar{5}$) $\frac{r}{l}$ + $\frac{4R3}{2}$ und \mathfrak{R} ($7\bar{5}\bar{1}$) $\frac{l}{r}$ + $\frac{4R3}{2}$, von denen aber hier das erstere vorherrscht. Endlich in ziemlich breiter Ausdehnung eine Flächengruppe, die d^α der früheren Krystalle entspricht. Hier treten aber deutlich zwei verschiedene Flächen auf, von denen eine gröber gestreift eine ähnliche Lage hat, wie bei den Krystallen der ersten Stufe, während die andere feiner gestreift von dieser Lage stärker abweicht. Sie wird mit d^β bezeichnet.

Zur Bestimmung der Flächen dienten folgende Messungen, die wegen der unvollkommenen Oberflächenbeschaffenheit nur eine geringe Genauigkeit beanspruchen können.

m	m'	$3\bar{1}\bar{1} . 11\bar{3}$	$66^\circ 0'$	beob.	$66^\circ 6.7'$	berechnet.
m	\mathfrak{R}'	$3\bar{1}\bar{1} . 7\bar{1}\bar{5}$	$20^\circ 11'$	"	$20^\circ 49.0'$	"
m	l	$3\bar{1}\bar{1} . 113\bar{1}\bar{3}$	$42^\circ 29'$	"	$42^\circ 0.5'$	"
m'	l	$11\bar{3} . 113\bar{1}\bar{3}$	$25^\circ 5'$	"	$25^\circ 42.7'$	"

Die stark gestreiften Flächen ι geben stets vielfache Reflexe. Die angeführten Messungen beziehen sich auf jene, welche am weitesten von der Zone m/m' abstehen. Andere Reflexe weisen auf Vicinalflächen aus der Zone ι (\mathfrak{R} [$113\bar{1}\bar{3} . 51\bar{7}$]). Die Winkel zu beiden m waren $43^\circ 17'$ und $23^\circ 26'$.

Auf den Flächen m treten hier ähnliche schildförmige Erhabenheiten auf, wie bei den Krystallen der II. Stufe. Sie sind aber kleiner und lassen das asymmetrische Wesen nicht deutlich erkennen. Dieses verräth sich aber in dem einseitigen Auftreten von Vicinalflächen, welche in die Zonen m (\mathfrak{R} [$3\bar{1}\bar{1} . 7\bar{5}\bar{1}$]) fallen. Sie bilden auf der $\frac{l}{r}$ Seite an den betreffenden Kanten feingestreifte Zuschärfungen. Die Winkelabstände der Vicinalreflexe von m wurden an dem gemessenen Krystall mit $1^\circ 6'$ und $2^\circ 12'$ gefunden. Ein Beispiel für das Auftreten von Vicinalflächen in gleichen Winkelintervallen. Sie

sind in der Projection Fig. 17 im vorderen Sextanten nach den Winkeln eingetragen und mit am bezeichnet.

Die Flächen d^α und d^β reflectiren zwar besser als in den früheren Fällen, geben aber ganz nebelhaft verschwommene Bilder, die sich über $10\text{--}12^\circ$ in der Länge ausdehnen. Beide sind in Zonen gestreckt, welche durch keine der vorhandenen Flächen und auch nicht genau durch die Reflexe der angespaltenen Rhomboëderflächen laufen.

Der Reflex der stärker gestreiften Fläche d^α ist in einer Zone gestreckt, welche annähernd durch die nächste Fläche $p\ 100$ geht und kommt dabei in seinem hellsten Theile der Zone $p\ m\ [100 . 11\bar{3}]$ ziemlich nahe. Bei Justirung des hellsten Theiles von d^α ergab sich:

$$p\ d^\alpha = 43^\circ 54'.$$

Die Abweichung der Fläche $11\bar{3}$ von der justirten Zone:

$$\delta = 1^\circ 3' 20''; \eta = 44' 40''.$$

Hieraus berechnet man die Position:

$$p\ q = -6.167, 0.964.$$

Bei dieser Einstellung geht der Reflexstreifen nicht parallel zur justirten Zone. Der p nähergelegene Anfang zeigte eine Abweichung von $\delta = 39'$; $\eta = 27' 30''$ nach derselben Seite wie $m\ (11\bar{3})$ und den in der Zone gemessenen Winkel $p\ d^\alpha = 40^\circ 0'$. Das Ende zeigte eine entgegengesetzte Abweichung von $\delta = 1^\circ 14' 10''$; $\eta = 52' 40''$ und $p\ d^\alpha = 51^\circ 15'$. Hieraus ergeben sich folgende Positionen:

Anfang des Reflexstreifens $p\ q = -5.112, 0.551$

Ende „ „ „ „ $-10.353, 2.598$

Trägt man Anfang, Mitte und Ende in eine gnomonische Projection ein, so ergibt sich, dass sie genau in einer Geraden liegen, die aber mit keiner Zone zwischen den typischen Krystallflächen zusammenfällt.

Die Fläche d^β liefert einen ähnlichen, aber viel lichtschwächeren Reflexstreifen, der sich gleichfalls über viele Grade ausdehnt, in einer Richtung, die annähernd durch $p\ 001$ hindurchgeht. Bei Justirung der durch 001 und den hellsten Theil von d^β bestimmten Zone wurde die Abweichung der Fläche 100 beobachtet. Dieselbe beträgt $\delta = 11^\circ 59' 40''$; $\eta = 8^\circ 21' 36''$. Aus dem Winkel:

$$p\ d^\beta = 109^\circ 37'$$

ergibt sich hierauf die Position:

$$p\ q = -7.267, 0.018.$$

Diese Stelle des Reflexes würde also nahezu einer Form $\frac{mP2}{2}$ entsprechen. Aber im weiteren Verlauf entfernt sich der Reflexstreifen mehr und mehr von der Zone der hexagonalen Pyramiden.

Die Positionen d^α und d^β sind in der Projection Fig. 17 im linken rückwärtigen Sextanten eingetragen. Es zeigt sich, dass der hellste Theil von d^α der Position $(72\bar{6}) \frac{l}{r} - \frac{R^{13}}{2}$ nahe kommt, und dass d^β eine sehr ähnliche Lage hat, wie die von Des-Cloizeaux mit δ , von Tschermak mit n bezeichneten Flächen. Die Position von n Tschermak = $^{11}_2P2$ ist in der Projection durch einen Punkt markirt.

Ich glaube, dass man auch diese Flächenbildungen ähnlich beurtheilen darf, wie dies bei den Flächen d^α der I. Stufe geschah. Auch sie dürfen als Nothflächen aufgefasst werden, welche durch Decrescenz von l her entstehen. Nur sind es hier die zwei einfachsten durch l gelegten Molecularrichtungen lp $[11\ 3\ \bar{13} \cdot 100]$ dem Indicesverhältnis $3 : \bar{13}$ entsprechend und lp' $[11\ 3\ \bar{13} \cdot 001]$ dem Verhältniß $11 : 3$ entsprechend, welche zur Geltung kommen. Die Streifung ist hier allerdings deutlich krummlinig schon für's freie Auge, und daher die Abweichung von der geforderten Zone hier noch auffallender als in den früheren Fällen. Dass aber l beim Zustandekommen dieser Flächen betheiligt ist, erscheint unzweifelhaft. Charakteristisch ist, dass bei dem gänzlichen Fehlen der K und dem nur spurenhafte Auftreten von φ auch die K^α , K^β und φ^α der I. Stufe mangeln.

Zwillingsbildung des Dolomit von Leogang.

(Vergl. die Figuren 4, 7, 8, 9.)

Tschermak hat am Dolomit von Leogang die Beobachtung gemacht, dass die wasserhellen Spitzen, in welche die von ihm beobachteten Krystallstöcke auslaufen, die Hemiskalenoëder theils links, theils rechts vom Rhomboëder zeigen. Auch an der mir vorliegenden Druse I ist diese Erscheinung zu beobachten. Die Spitzen bilden zusammen einen Ergänzungszwilling; derselbe lässt sich beim Dolomit durch Hemitropie nach $(10\bar{1}) \infty P2$ beschreiben, was bekanntlich beim Quarz nicht möglich ist.

Solche Zwillinge nach $(10\bar{1}) \infty P2'$ kommen aber an meinen Krystallen noch in anderer Form vor.

An den Krystallspitzen der ersten Stufe wird man durch das Auftreten von K -Flächen zu beiden Seiten von φ aufmerksam gemacht.

Dann beobachtet man stets, dass an jener Stelle von φ , wo K rechts auftritt, die Fläche links fehlt. An einer darüber oder darunter befindlichen Stelle von φ ist das Verhalten umgekehrt. Bisweilen sieht man deutlich ein Stück eines in Zwillingstellung befindlichen Individuums mit mehreren Flächen, unter anderen auch mit der gleichfalls hemiëdrisch auftretenden \bar{l} in eine Lücke des Hauptindividuums eingesetzt. Fig. 4 zeigt einen solchen Fall. Das grössere Individuum kehrt seine untere Hälfte mit links gewendeten K und \bar{l} nach oben. Das kleine eingesetzte Individuum hat die gewöhnliche Stellung: K und \bar{l} rechts von m . Die Grenze verläuft ganz unregelmässig, die m und φ fallen in eine Ebene.

Sehr lehrreich ist in Bezug auf Zwillingbildung die zweite Stufe. Oft sieht man aus der Fläche \bar{l} des einen Individuums die Ecke eines Zwillingindividuums mit anders gewendetem \bar{l} und \bar{d}^x herausragen. d^x und \bar{d}^x bilden einen einspringenden Winkel (vergl. Fig. 7). Auf den Flächen m , die in dieselbe Ebene fallen, verrathen die elliptischen Schilder den Antheil des einen und des anderen Individuums.

Bemerkenswerth ist auch das Verhalten der Seitenkanten. An den einfachen Krystallen tritt in der Regel nur eine Fläche $\bar{R}(7\bar{5}\bar{1}) \frac{l}{r} + \frac{4R3}{z}$ auf. Am Zwilling sieht man, wie sich diese breite Fläche schmal auf das Zwillingindividuums als $\bar{R}'(7\bar{1}\bar{5})$ fortsetzt, dafür tritt hier breit die zweite Abstumpfung durch \bar{R} hinzu. Einen solchen Wechsel findet man öfter längs der Seitenkanten, z. B. am gezeichneten Krystall auch rechts unten. Wie die Schilder auf m erkennen lassen, entspricht er auch hier einer Zwillingsgrenze.

Am schönsten sind die Ergänzungszwillinge nach $\infty P2'$ $(10\bar{1})$ ausgebildet bei den Krystallen der dritten Stufe. Einfache Krystalle kommen hier gar nicht vor. Die Krystalle sind Zwillinge mit völliger Durchwachsung. Dabei ist jedoch die Regel zu beobachten, dass stets die flächenarmen $+\frac{l}{r}$ und $-\frac{r}{l}$ Krystallräume

nach aussen gekehrt sind; die mannigfaltigen Flächenbildungen l , d^α , d^β sind daher immer in den einspringenden Winkeln zu finden.

Oft laufen diese Zwillinge in zwei Spitzen aus, die sich die d^α und d^β in einer Rinne zukehren (Fig. 8). An den Seitenecken der Rhomboëder sieht man aus den Flächen l , d^α , d^β des einen Individuums eine Zwillingsecke herausragen. Sind hier beide Individuen im Gleichgewicht, so erscheinen die Seitenecken von m zweispitzig (Fig. 9). Vicinalflächen aus der Zone m l bilden flach einspringende Winkel, an denen man die Zwillingsgrenze ein Stück weit auf m verfolgen kann. Oefter ist aber die eine Spitze gegen die andere verkümmert (Fig. 8), dann treten die l , d^α , d^β des einen Individuums dominirend hervor.

An den Seitenkanten bilden die Flächen l einspringende Winkel. Vergl. Fig. 8. Daneben kommen öfter noch andere matte Flächen zum Vorschein. Sie entsprechen Flächen ähnlicher Lage wie d^β , und zwar den steilsten Partien derselben. Wenn sie an beiden Individuen auftreten, ist die Orientirung nicht schwer (Fig. 9 links). Bisweilen wiegt aber auf dem einen Individuum l , auf dem anderen d^β vor (Fig. 9 rechts). Dann sieht die Zwillingsgrenze sehr unsymmetrisch aus und man könnte fast versucht sein, eine ähnliche durch Zwillingbildung versteckte Hemimorphie anzunehmen, wie sie jüngst Max Schuster am Pyrargyrit vom Andreasberg beschrieben hat.¹⁾ Allein eine genauere Untersuchung lässt stets die Spuren der scheinbar fehlenden l erkennen. Die Ausbildung dieser einspringenden Kanten scheint mit der Art des Aufwachsens der Krystalle in Zusammenhang zu stehen. An den mit flach geneigter oder liegender Hauptaxe aufgewachsenen Krystallen sieht man nämlich fast immer die in Fig. 9 rechts gezeichnete Entwicklung, wenn die Fläche m nahezu horizontal liegt. Es werden also jene Flächen begünstigt, welche nach der freien Seite des Krystalls gewendet sind.

Nach den einspringenden Winkeln an den Seitenkanten und Seitenecken kann man den Verlauf der Zwillingsgrenze im Allgemeinen erkennen. Im Einzelnen lässt er sich in der Mitte der m -Flächen nicht nachweisen. Die feine Oberflächensculptur lässt, wie erwähnt, die Asymmetrie nicht hervortreten, und die asymmetrisch vertheilten Vicinalflächen treten nur am Rande der m -Flächen auf.

¹⁾ Zeitschr. f. Kryst. XII, 117.

Ich versuchte die Grenzen durch Aetzung mit Salzsäure und Ameisensäure zu verfolgen, erlangte jedoch keine befriedigenden Resultate. Die Aetzfiguren sind zwar deutlich, aber nicht auffallend asymmetrisch. In der Nähe der einspringenden Winkel zeigten sie auch stets die von der Theorie geforderten symmetrischen Stellungen. Allein dort, wo die Aetzfiguren Aufschluss geben sollten, in der Mitte der m -Flächen, entstehen sie stets in so dichtem Gedränge, dass die Unterscheidung rechter und linker Figuren unmöglich wird.

Wenn die Zugehörigkeit des Dolomit zur tetartoëdrischen Abtheilung der rhomboëdrischen Hemiëdrie nach den vorangegangenen krystallographischen und physikalischen Untersuchungen noch einer Bestätigung bedürfte, so zeigen die Zwillingsbildungen, welche hier beschrieben werden, dass die Tetartoëdrie sicher vorhanden und eine im inneren Bau der Dolomitkrystalle begründete und nicht zufällige Erscheinung ist.

II. Dolomit von Rezbanya.¹⁾

Die vorliegende Stufe zeigt 3—4 Millimeter grosse, schwach gelblich-graue trübe Krystalle mit vorherrschenden Flächen von m ($3\bar{1}\bar{1}$) + $4R$. Die Enden sind durch p (100) + R zugespitzt, die Seitenkanten sind durch sehr schmale Flächen des zweiten Prismas a ($10\bar{1}$) $\infty P2$ gerade abgestumpft, die Polkanten durch ein + $\frac{r}{l}$ Hemiskalenoëder schräg abgestumpft, welches der Lage von K ($20\bar{1}$) $\frac{r}{l} \frac{+R3}{2}$ nahe kommt. (Vergl. Fig. 10.)

Die Flächen von m sind matt, wenig glänzend; da ausserdem die Rhomboëder meist vielfach zusammengesetzt sind aus nicht streng parallelen Theilen, waren genaue Messungen unmöglich. Die Abstumpfungen der Kanten sind rau und geben keine Reflexe.

¹⁾ Diesen Fundort nennt der beiliegende alte Zettel. Ich darf aber nicht verhehlen, dass ich Bedenken habe, ob der Fundort richtig angegeben sei. Von Rezbanya finde ich nirgends krystallisirten Dolomit angeführt. Dagegen zeigt die Ausbildung der Krystalle und die Art ihres Auftretens auf einer Quarzdruse entschiedene Aehnlichkeit mit Vorkommen von Schemnitz oder Kapnik. Von nord-ungarischen Dolomiten hat Peters (N. J. f. Min. 1861, pag. 450) ganz ähnliche Combinationen beschrieben. Wenn indessen diese Vermuthung auch richtig sein sollte, wäre die hier gegebene Mittheilung doch nicht ganz werthlos, da Peters über die Orientirung der von ihm beobachteten Hemiskalenoëder keine Angabe macht.

Die Bestimmung derselben beruht demnach nur auf beiläufigen Schimmermessungen.

Für den Winkel $a m$ wurde erhalten $3\bar{1}\bar{1} \cdot 10\bar{1} = 32\frac{1}{2}^\circ$ berechnet $33^\circ 3'4''$.

Die Hemiskalenoöderfläche hat nur ganz beiläufig die Lage von $(20\bar{1})$. Schimmermessungen in der Kantenzone von m gaben für den Winkel zu m schwankende Werthe von 20° – $24\frac{1}{2}^\circ$. $3\bar{1}\bar{1} \cdot 20\bar{1}$ erfordert $19^\circ 24'6''$.

Durch mikroskopische Prüfung wurde auch erkannt, dass die Fläche nicht exact in der Kantenzone von p liege. Bei horizontaler Einstellung von p war die Kante $p K$ nicht genau parallel der gegenüberliegenden Polkante, sondern beide convergirten gegen den Pol zu, übereinstimmend mit den Schimmermessungen.

Dieses Vorkommen ist ein neuer Beleg für das Auftreten der Hemiskalenoöder im $+\frac{r}{l}$ Krystallraum, sowie für die Erfahrung, dass bei denselben Abweichungen von der theoretischen Lage oft zu beobachten sind.

III. Dolomit von Binnenthal.

Der Dolomit von Binnenthal ist wiederholt Gegenstand krystallographischer Untersuchung gewesen. Hessenberg¹⁾, Des-Cloizeaux²⁾, Groth³⁾, Tschermak⁴⁾ und zuletzt Hintze⁵⁾ haben sich mit demselben beschäftigt. Die Tetartoëdrie wurde an diesen Krystallen von Tschermak auf Grund der Zeichnung der Rhomboöderflächen nachgewiesen. Hintze bemerkt, dass an dem ihm vorliegenden Krystall keine durchgehende Gesetzmässigkeit im Sinne der rhomboëdrischen Tetartoëdrie constatirt werden kann. Aehnlich äussert sich Groth. Ich verfüge nur über ein sehr beschränktes Material von Binnenthaler Dolomit: Ein grosser, 1·5 Centimeter im grössten Durchmesser haltender Krystall, der mir von Hofrath Tschermak zur Verfügung gestellt wurde, und ein kleines 3–4 Millimeter messen-

¹⁾ Mineralogische Notizen. III, 267.

²⁾ Man. Mineralogie. II, 127.

³⁾ Mineraliensammlung der k. Universität Strassburg, pag. 126.

⁴⁾ l. c. 106.

⁵⁾ Zeitschr. f. Kryst. VII, 438.

des Kryställchen, welches ich in der hiesigen Sammlung auf einer Zinkblendestufe auffand.

Nichtsdestoweniger vermag ich die Formenreihe des Binnenthaler Dolomit um einige wichtige Formen zu vermehren, ferner zeigen beide von mir untersuchten Krystalle die Tetartoëdrie in vollkommener Regelmässigkeit, endlich erlauben sie auch in übereinstimmender Weise den Nachweis, dass das gewöhnliche Zwillingsgesetz des Binnenthaler Dolomit nicht Zwillingssebene $OR(111)$, sondern Zwillingssebene $\infty R(2\bar{1}\bar{1})$ lautet.

Der grössere der beiden Krystalle ist in Fig. 11 von oben, Fig. 12 von unten möglichst naturgetreu gezeichnet, Fig. 13 zeigt den vorderen Theil des Krystalls stärker vergrössert. Es ist ein Zwillings wie alle Binnenthaler Dolomitkrystalle. Die beiden Individuen berühren sich an der Basis; doch greift jedes über die Verwachsungsebene hinüber, so dass am Rande zwei kleine Zwillings-ecken aus den breiten Rhomboëderflächen herausragen.

Die einzelnen Individuen lassen ausser den grossen, durch reichliche Vicinalflächen bedeckten Hauptrhomboëderflächen noch die Formen $o(111)OR, \varphi(1\bar{1}\bar{1}) - 2R, \eta(3\bar{3}\bar{1}) - \frac{1}{5}R$, ferner am Rande sehr schmal, besser entwickelt im einspringenden Winkel an der Vorderseite des Krystalls (Fig. 12) $m(3\bar{1}\bar{1}) + 4R$ erkennen.

Von diesen Flächen sind o φ η sehr glänzend, glatt und eben und geben vorzügliche Reflexe. m ist zwar auch glänzend, aber nicht völlig eben, so dass stets mehrfache Reflexe beobachtet werden.

Ueber die eigenthümliche Beschaffenheit der Rhomboëderflächen p wird später ausführlich berichtet.

Als untergeordnete Flächen treten unmessbar feine Abstumpfungen am Zwillingsseck zwischen \bar{o} und \bar{p}_2 , ferner besser ausgebildet am unteren Zwillingsseck bei p_3 auf. Hier lassen sich die stumpferen Rhomboëder $g(511) + \frac{1}{7}R$ und $e(311) + \frac{2}{5}R$ nachweisen, welche schon Hessenberg bestimmt hat.

An dem einspringenden Winkel, vorne Fig. 11 und 12, in Fig. 13 vergrössert dargestellt, kommen die Seitenkanten des Rhomboëders zum Vorschein. Dieselben sind entsprechend der Tetartoëdrie auf der einen Seite von kleinen Facetten abgestumpft, welche folgenden Hemiskalenoëdern angehören:

$$\begin{array}{l}
 K \quad (20\bar{1}) \quad \frac{r}{l} \quad \frac{+ R3}{2} \\
 \mathcal{R} \quad (7\bar{5}\bar{1}) \quad \frac{l}{r} \quad \frac{+ 4R3}{2} \\
 d \quad (51\bar{4}) \quad \frac{l}{r} \quad \frac{-\frac{1}{2}R\varphi}{2} \\
 q \quad (31\bar{3}) \quad \frac{l}{r} \quad \frac{-2R3}{2} \\
 i \quad (72\bar{6}) \quad \frac{l}{r} \quad \frac{-R^{13/17}}{2}
 \end{array}$$

Die zwei letzten Formen sind allerdings nicht als ganz sicher anzusehen.

Folgende Messungen dienten zur Bestimmung der Formen. Sie wurden nur am kleinen Horizontalgoniometer ausgeführt, da der Krystall wegen seiner Grösse am Verticalinstrument nicht gut zu behandeln war.

Winkeltabelle des Dolomit von Binnenthal.

	beob.	Mittlere Ab- weichung	Zahl der gem. Kanten	berechnet
$o p$ 111.100	43° 52'3'	0'5'	5	43° 51'6'
$o \eta$ 111.33 $\bar{1}$	37° 29'2'	0'4'	3	37° 33'1'
$o \varphi$ 111.11 $\bar{1}$	62° 33'2'	0'5'	4	62° 30'7'
$o m$ 111.31 $\bar{1}$	75° 27'6'	7'	3	75° 25'0'
$\varphi \eta$ 11 $\bar{1}$.33 $\bar{1}$	25° 1'5'	1'5'	2	24° 56'6'
φm 11 $\bar{1}$.11 $\bar{3}$	41° 55'5'	1'5'	2	42° 4'3'
$p p$ 100.00 $\bar{1}$	106° 23'	—	1	106° 15'
$p m$ 100.11 $\bar{3}$	80° 57'	—	1	80° 56'6'
$o e$ 111.511	28° 45'	—	1	28° 46'3'
$o g$ 111.311	21° 3'	—	1	21° 1'5'
$p \bar{p}$ 100. $\bar{100}$	92° 18'5'	1'0'	3	92° 16'5'
$\varphi \bar{\varphi}$ 11 $\bar{1}$.11 $\bar{1}$	54° 52'5'	—	1	54° 58'7'

Zur Bestimmung der Hemiskalenoëder dienten folgende Beobachtungen:

Das Zeichen für K ergibt sich aus der Lage in der Zone $p_1 p_3$ [100.00 $\bar{1}$] und dem Winkel

$p_1 K$ 100.20 $\bar{1}$ beobachtet: 29° 16' berechnet 29° 14'3'.

An der correspondirenden Stelle des Zwillingsindividuums zwischen \bar{p}_2 und \bar{p}_3 findet sich eine schmale Facette, die keinen

Reflex gab; durch Einstellung auf den Schimmer wurde gefunden $29^{\circ} 9'$.

' \mathcal{R} ' ergibt sich aus folgenden Beobachtungen. Die Fläche liegt in Zonenverband mit m_3 und m_1 [$11\bar{3}.3\bar{1}\bar{1}$].

In dieser Zone wurde gemessen:

m_3 ' \mathcal{R} ' $11\bar{3}.51\bar{7}$ beobachtet $20^{\circ} 46'$ berechnet $20^{\circ} 49'$.

Ferner wurde gemessen:

p_1 ' \mathcal{R} ' $100.51\bar{7}$ beobachtet $63^{\circ} 14'$ berechnet $63^{\circ} 12.6'$

p_3 ' \mathcal{R} ' $00\bar{1}.51\bar{7}$ " $43^{\circ} 34'$ " $43^{\circ} 46.1'$

Die Form ' \mathcal{R} ' $\frac{l}{r} + \frac{4R3}{2}$ ($7\bar{5}\bar{1}$) wurde am Dolomit bisher nicht beobachtet, ist aber vom Calcit bekannt.

Die noch übrigen drei Facetten gestatten keine vollkommen sichere Bestimmung des Zeichens.

d ist mit grosser Wahrscheinlichkeit auf die von Des-Cloizeaux beobachtete Form β ($51\bar{4}$) zu beziehen. Die schmale Facette gibt einen stark dilatirten Reflex. Derselbe liegt in Zonenverband mit $00\bar{1}$ und $51\bar{7}$.

Es wurde gemessen:

$p_3 d$ $00\bar{1}.51\bar{4}$ beobachtet $65^{\circ} 14'$ berechnet $65^{\circ} 13.1'$

$p_1 d$ $100.51\bar{4}$ " $42^{\circ} 35'$ " $42^{\circ} 1'$

Die Messungen differiren zwar um mehr als einen halben Grad von der Theorie, doch mag die Bestimmung wegen der Einfachheit des errechneten Zeichens und da eine schon bekannte Form vorliegt, richtig sein.

In der Zone $p_1 m_3$ liegen die beiden äusserst schmalen Facetten q und i . Auch diese geben sehr dilatirte Reflexe. Es wurde gemessen:

$p q$ $100.31\bar{3}$ $48^{\circ} 32'$ berechnet $49^{\circ} 13.6'$

$p i$ $100.72\bar{6}$ $42^{\circ} 48'$ " $43^{\circ} 54.2'$

Die Differenzen übersteigen weit den Beobachtungsfehler, der immerhin $10-15'$ betragen mag. Man ist zu der Annahme genöthigt, dass Vicinalflächen der angeführten Formen vorhanden seien. Die Berechnung eines complicirten Symbols hat aber kaum eine Berechtigung, da dann mehrere complicirte Zeichen innerhalb der Fehlergrenzen mit der Beobachtung stimmen.

An der entsprechenden Stelle des Zwillingindividuum findet sich eine ähnliche Facette, welche nach annähernder Messung $48\frac{1}{2}^{\circ}$ mit p einschliesst.

Diese beiden Hemiskalenoëder wären für Dolomit neu; am Calcit ist $31\bar{3}-2R3$ beobachtet. (72 $\bar{6}$) wird von Goldschmidt (Index 385) unter den unsicheren Formen aufgeführt.

Diese Facetten fallen in jenen Krystallraum, in welchem wir bei den Krystallen von Leogang die unbestimmbaren d^a gefunden haben. Es wiederholt sich also hier dieselbe Erscheinung in etwas anderer Form.

Die Abmessungen an dem grossen Binnenthaler Krystall zeigen immerhin merkliche Abweichungen von den aus dem Axenverhältnis berechneten Winkeln. Hauptsächlich um genauere Winkelbestimmungen auszuführen, wurde auch der kleinere in den Fig. 15 und 16 dargestellte Zwilling der Messung unterzogen, die bei recht vollkommener Spiegelung der Flächen von o und p am grossen Goniometer ausgeführt wurde. Die Ausbildung des Krystalls ist derart, dass mehrfach umlaufende Zonen gemessen werden konnten. Die Summe der gefundenen Winkel differirte nie um mehr als eine halbe Minute von 360° , so dass den Messungen ziemliches Vertrauen zu schenken ist. Dennoch zeigten sich auch hier Abweichungen bis zu $3'$ in den Winkeln, welche gleich sein sollten und Abweichungen bis zu $2'$ vom Parallelismus der Flächen. Man hat es offenbar mit Ausbildungsfehlern zu thun.¹⁾ Die Mittelwerthe unterscheiden sich aber hier bei vollkommenerer Messung nur sehr wenig von den theoretischen Werthen, so dass diese Messungen als eine Bestätigung des Axenverhältnisses $c = 0.8322$ angesehen werden können. Es wurde der Winkel op an neun Kanten, der Winkel $p\underline{o}$ zweimal, der Winkel $p\bar{p}$ dreimal, der Winkel der Polkanten achtmal, der Seitenkanten siebenmal gemessen. Fasst man alle zusammengehörigen Winkel zu einem Mittel zusammen, wobei vorher die vollständig durchgemessenen Zonen auf 360° abgeglichen wurden, so erhält man folgende Zahlen:

op	111.100	$43^\circ 51'9''$	aus 14 Messungen	mittl. Fehler	$0.8'$	berechnet	$43^\circ 51'6''$
pp'	100.010	$73^\circ 44'9''$	„ 15	„	„	„	$73^\circ 45'$.

Vicinalflächen des Hauptrhothoëders.

Die Rhomboëderflächen des Binnenthaler Dolomit scheinen eine grosse Neigung zur Ausbildung von Vicinalflächen zu besitzen. Die

¹⁾ Die Vertheilung derselben liess keine deutliche Beziehung zur Aufwachsung erkennen.

Beschreibungen von Tschermak, Groth, Hintze lassen dies unschwer erkennen. Auch an dem vorliegenden Krystall sind sie reich entwickelt. Bevor aber in die Erörterung derselben eingegangen wird, dürfte es zweckmässig sein, unseren principiellen Standpunkt gegenüber diesen Gebilden einigermaßen zu charakterisiren.

Die Frage nach der Gesetzmässigkeit der Vicinalflächen ist eine schwierige. Sie lassen sich auffassen — und diese Auffassung vertritt M. Websky — als Krystallflächen mit rationalen, aber hohen Indices.

Hierzu ist Folgendes zu bemerken. Die Vicinalflächen liegen meist in Zonenstücken, in denen eine Lagenänderung von wenigen Minuten schon eine Aenderung der ganzzahligen Indices um mehrere Einheiten bewirkt. Da nun sehr häufig die Vicinalflächen nicht bis auf Bruchtheile einer Minute genau messbar sind, liegen stets mehrere hohe Symbole im Bereiche der Versuchsfehler. Um das wahrscheinlichste Symbol zu finden, verfährt Websky folgendermaßen.¹⁾ Seien hkl , $h_1 k_1 l_1$ die Indices zweier typischer Flächen der betrachteten Zone, so sind die Indices der Vicinalen ausdrückbar durch $mh + nh_1$, $mk + nk_1$, $ml + nl_1$; oder abgekürzt: $m(hkl) + n(h_1 k_1 l_1)$. Hierbei wird n in der Regel = 1. Es werden nun unter den nach der Messung möglichen m jene ausgesucht, welche einer arithmetischen Reihe entsprechen. Diese Reihen sind aber öfter complicirt, d. h. die m schreiten nicht um 1 fort, sondern um Vielfache von 1. Hiermit wäre also bereits eine Abweichung von der einfachen nach der Höhe der Indices fortschreitenden Flächenfolge, also eine Modification des Parametergesetzes zugegeben. (Vergl. Vicinalflächen des Adular. Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellsch. 1863.) Ferner ist nicht zu leugnen, dass wenn einerseits Correcturen an den Beobachtungen selbst nur von wenigen Minuten zugelassen werden, andererseits die Grenzen in der Höhe von m und hkl , respective $h_1 k_1 l_1$ nur einigermaßen weit gesteckt sind, überhaupt jede beliebige Position in die Reihe eingepasst werden kann.

Uebrigens lässt die Entwicklungsweise Websky's die Entstehung der Vicinalflächen gänzlich ausser Betracht. Gemäss der Reihenentwicklung der Symbole, welche ja in derselben Weise auch für die Reihe der typischen Krystallflächen gilt, erscheinen die Vicinal-

¹⁾ Monatsschr. der Berl. Akad. 1881, pag. 756.

flächen einfach als die höheren Glieder dieser Reihe. Das ist vielleicht für manche Fälle richtig, aber gerade für die auffallendsten nicht. Die Vicinalflächen schliessen sich ihrer Erscheinung nach nicht an die Flächen mit complicirten Indices, die ja gewöhnlich als schmale Kantenabstumpfung auftreten, sondern im Gegentheil an die gross und breit entwickelten einfachsten Flächen an. In diesem Sinne ist sogar Scacchi's Betrachtungsweise¹⁾ wegen der Hervorhebung dieser Beziehung die zutreffendere.

Tiefer in die theoretische Seite des Problems ist Max Schuster²⁾ eingedrungen. Seinen „Uebergangsflächen“ liegt der theoretische Gedanke zu Grunde, dass über einer vorhandenen Fläche die Tendenz zur Ausbildung einer abgeleiteten Fläche eintrete (inducirende Fläche). Aus dem Widerstreit dieser Tendenz und dem Beharrungsvermögen der vorhandenen Fläche gehe die Vicinalfläche hervor. Dies kommt in den Symbolen zum Ausdruck. So haben die Symbole der Vicinalfläche von (100) in der Prismenzone die Form ($ma : \sigma nb : \infty c$). ($ma : nb : \infty c$) ist die inducirende Fläche: in dem Factor σ kommt das Beharrungsvermögen von 100 zum Ausdruck. σ ist auf 100 nahezu constant. Auf 010 wird für die Vicinalflächen derselben Zone ein anderes σ berechnet, welches sich jedoch zu dem von 100 verhält wie die Grundparameter $a : b$.

Hierbei ist abermals hervorzuheben, dass jede beliebige Position sogar sehr genau durch ein solches Symbol ausdrückbar ist, wenn einerseits $m : n$ ziemlich hoch genommen werden darf (und es kommen unter den inducirenden Flächen Symbole wie (14 . 15 . 0), (19 . 20 . 0) vor), wenn ferner σ , wenn auch innerhalb enger Grenzen, schwankt. Durch die blosse Berechenbarkeit eines solchen dehnbaren mit den Beobachtungen gut stimmenden Zeichens ist daher Schuster's Hypothese nicht zu beweisen.

Die Versuche, die Vicinalflächen mittelst rationaler Indices auszudeuten, sind nicht ohne Widerspruch geblieben. Hintze³⁾ hat Zweifel ausgesprochen, ob sich die Gesetzmässigkeiten der Vicinalflächen durch rationale Indices ausdrücken lassen. Er vergleicht sie mit den Aetzflächen.

¹⁾ Ueber die Polyëdrie der Krystallflächen. Uebers. v. C. Rammelsberg. Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch. 1863, 19.

²⁾ Danburit. Diese Mittheil. VI, 301.

³⁾ Zeitschr. f. Kryst. XI, 220.

Ich halte es in der That für richtiger, anzuerkennen, dass in den Vicinalflächen Flächen vorliegen, die statt der Molecularflächen mit einfachen Axenschnitten unter gewissen Verhältnissen auftreten können, die aber selbst gar nicht die Bedeutung von Molecularbenen des Krystalls besitzen. Die Verhältnisse, unter denen jene Vertretung erfolgt, und die Grenzen aufzuspüren, innerhalb deren sie möglich ist, das scheint mir wichtiger als der Versuch, solche Gebilde in das Prokrustesbett der rationalen Parameterverhältnisse hineinzu-zwängen.

In der That, wenn die Indices einer Fläche eine Beziehung haben sollen zu der aus so vielen Thatsachen abgeleiteten Theorie, dass die Krystalle aus discretten Körperchen, den Krystallmolekeln, in regelmässiger Weise aufgebaut sind, so ist damit zugleich gegeben, dass die Geltung des Rationalitätsgesetzes gewisse Grenzen haben muss bezüglich der zulässigen Höhe der Indices. Denn sehr hohe Indices setzen für die Krystallmolekel die Eigenschaften ausdehnungsloser Punkte voraus, was sicher nicht richtig ist.

Ich will an einem möglichst einfachen Beispiel zeigen, wie ich mir diese Grenze denke. Stellen wir uns einen Krystall mit kubischem Raumgitter vor. Die Seitenlänge der Elementarmasche sei a . Die Krystallmolekel denken wir uns als Kugeln vom Halbmesser d . Wir betrachten eine Zone von Flächen, welche sich der Grenzlage $\infty a : \infty a : a$ nähern. Der Winkel mit der Grenzlage sei φ , das Parameterverhältnis einer Fläche dieser Zone sei $\infty a : m a : a$. So lange m eine niedrige Zahl, φ also gross ist, wird jede Aenderung von φ eine beträchtliche Aenderung der Reticulardichte der betreffenden Fläche bewirken. Jene Lagen, für welche $m = 1, 2, 3 \dots$ sind, besitzen das Maximum der Reticulardichte; wir begreifen, dass diese Lagen als Krystallflächen auftreten. Nun werde φ kleiner und kleiner und erreiche die Grenze $\tan \varphi = \frac{d}{a}$. Die Molecularfläche, die wir durch die Schwerpunkte zweier Molekeln in übereinander liegenden Schichten legen, wird jetzt je zwei Nachbarmolekeln derselben Schichte tangiren.

Von dieser Grenze an werden sich die Unterschiede der Reticulardichte umso mehr verwischen, je mehr Nachbarmolekel von der betreffenden Richtung getroffen werden. Wir begreifen, dass von dieser Grenze an erstens das Parametergesetz nicht unverändert

gelten kann, dass zweitens Flächen, die sich in ihrer Lage nur sehr wenig von der Grenzlage entfernen, nahezu gleich dicht mit Molekeln besetzt sein können wie die Grenzlagen selbst, dass sie somit unter Umständen die einfachen Flächen zu vertreten vermögen.

Noch mehr; es lässt sich eine Periodicität der Vicinalflächen vermuthen, die den Lagen $\tan \varphi = \frac{d}{a}, \frac{d}{2a}, \frac{d}{3a}$ etc. entspricht, die somit vom Parameterverhältnis des zu Grunde liegenden Raumgitters unabhängig wäre.

Ich kann hier diese Andeutungen nicht weiter verfolgen, besonders da die Vicinalflächen des vorliegenden Dolomitkrystals keineswegs zu den scharf messbaren gehören, somit zu einer eingehenden Prüfung der zuletzt angedeuteten Hypothesen nicht geeignet waren.

Durch diese Betrachtungen ist es aber, wie ich denke, an der Hand der Moleculartheorie begrifflich gemacht, dass unter Umständen die einfachen Grenzlagen durch sehr nahe liegende ersetzt werden können. Wir sehen die Möglichkeit der Vicinalflächen ein. Auf die eigentliche Ursache ihres Auftretens werde ich erst später eingehen.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen gehe ich nun zu den Vicinalflächen des Dolomitkrystals selbst über.

Die Vicinalflächen bauen über den Flächen des Hauptrhomböders eine flache Pyramide auf, deren Gipfel ungefähr in der Mitte der unteren horizontalen Zwillingskante liegt, von wo die Seitenflächen nach oben, rechts und links abfallen. Am vollständigsten ist diese Entwicklung zu bemerken an der Fläche p_2 , (Fig. 11), allerdings mit der Unregelmässigkeit, dass zwei solche Pyramiden neben einander auftreten, von denen aber nur die linke vollständig ist. Diese wollen wir im Auge behalten. Der Abfall nach oben, der der ausgedehnteste ist, wird durch eine matte, fein treppenförmig abgestufte Fläche gebildet, welche in der Zone p_0 liegt, also einem stumpferen Rhomboëder entspricht (Vicinalfläche p^0).

Den Abfall nach rechts bildet eine krumme Fläche mit bogenförmiger Streifung. An der Fläche \bar{p}_2 (Fig. 12), wo diese Vicinale viel deutlicher ist, bemerkt man, dass diese Streifung am oberen

Rande parallel der Kante $p\eta$ einsetzt und ziemlich rasch in die Richtung $p\varphi$ umbiegt. Diese Gruppe von Vicinalflächen werden wir mit $p\eta$ und $p\varphi$ bezeichnen.

Ganz anders ist der Abfall der Pyramide nach links. Hier hat man gar keine Vicinalflächen, sondern scharfe Treppenbildung durch abwechselnde Combination von p und η . In der Figur 13 ist dieses Verhalten deutlich dargestellt. An diese Treppen legen sich aber auf den meisten Flächen nach unten kleine gewölbte Facetten an, die in die Seitenkantenzone des Rhomboëders fallen und parallel dieser gestreift sind. (Vicinalflächen αp). In Figur 13 sind auch diese Facetten deutlich zu sehen.

Nur in dem treppenförmig abgestuften Abfall nach links kommt die Rhomboëderfläche selbst in einiger Ausdehnung zum Vorschein.

Beobachtet man in einer Rhomboëderfläche z. B. p_2 das reflectirte Bild einer kleinen Lichtscheibe (vergl. Fig. 14 α), so geben diese Theile den Centralreflex, der bis auf geringe Abweichungen von 1 bis 2 Minuten genau die Position von 100 einnimmt.

Von diesem Centralreflex geht nach links ¹⁾ in der Richtung jener scharfen Treppenbildung ein schmales Lichtband aus, welches erst mit dem scharfen Reflex der benachbarten Fläche η endet. Dies ist der optische Ausdruck jener Riefung.

Ein ähnliches Band zieht nach oben, entsprechend dem p^0 . Es dehnt sich durch $6-10^0$ aus, nimmt erst bis zur Entfernung von circa 3^0 an Intensität zu, dann wieder ab und endet auf 3 Flächen mit isolirten, scharf einstellbaren Reflexen, auf den andern verläuft es allmählich. Nach rechts hat man das Reflexbild der Flächen $p\eta$ und $p\varphi$. Zwei helle Strahlen, den Zonen $p\eta$ und $p\varphi$ entsprechend, treten darin hervor. In diesen liegen in kurzen Intervallen zahlreiche Reflexe. Der Zwischenraum ist durch einen Lichtnebel erfüllt, der sich stellenweise zu weiteren Strahlen (Nebenstrahlen) verdichtet. In den Haupt- und Nebenstrahlen wiederholen sich hellere Reflexe in ähnlichen Abständen, so dass das Lichtbild geschichtet erscheint, ähnlich dem geschichteten Licht einer Geissler'schen Röhre.

¹⁾ Anmerkung. Fig. 14 zeigt das Lichtbild in um 180^0 verwendeter Stellung, so dass es einer gnomonischen Projection der spiegelnden Flächenelemente auf p entspricht. Im wirklichen Lichtbild sind daher alle Richtungen um 180^0 verwendet. Der Text ist in Uebereinstimmung mit der Figur gehalten.

Den Facetten ap entspricht eine unterbrochene Reihe von Reflexen, welche nach links unten hinzieht.

Die Vertheilung der Vicinalflächen folgt der rhomboëdrischen Tetartoëdrie; sie ist asymmetrisch. Auf den oberen Flächen der Individuen entspricht das Lichtbild der Figur 14 *a*, auf den unteren Flächen ist es enantiomorph, entsprechend Fig. 14 *b*. Die unteren Flächen der Individuen kommen blos an den Zwillingssecken und in dem einspringenden Winkel vorne vor. Diese letzteren (p_3 und \bar{p}_3) zeigen insoferne eine Abweichung, als an ihnen die Vicinalreihe p^0 fehlt, dafür finden sich aber hier steilere Rhomboëder als Vicinalflächen, die wir mit p^m bezeichnen.

Auf diese Vicinalflächen beziehen sich die folgenden Messungen, neben welche die entsprechenden Goldschmidt'schen Symbole angesetzt wurden, die aber vorläufig nur als Ortssymbole aufzufassen sind. Reflexe, die sich durch ihre Helligkeit merklich über die anderen erheben sind durch * ausgezeichnet. (Siehe nebenstehende Tabelle.)

Die Darstellung der Vicinalflächen in der Projection ist wegen der Mannigfaltigkeit dieser Gebilde schwierig.

Um an einem Beispiel die Details zur Darstellung zu bringen, wurde in Fig. 14 *a* das Lichtbild einer Rhomboëderfläche gezeichnet. Dasselbe ist combinirt, da keine Rhomboëderfläche alle Vicinalen in deutlicher Entwicklung umfasst. p^0 und ap sind nach der Fläche \bar{p}_1 , p^φ und p^η nach \bar{p}_2 gezeichnet. Die Zeichnung gibt das Bild in verwendeter Stellung, so dass es der gnomonischen Projection der betreffenden Vicinalen auf p entspricht.

Die Einheit des Maassstabes ist 10 Centimeter.

In Figur 17 sind die Positionen einzelner Vicinalflächen eingetragen, um die räumliche Ausdehnung des ganzen Complexes gegenüber den typischen Flächen zur Anschauung zu bringen. Die Details hat man aus Fig. 14 zu ergänzen.

Im vorderen Sextanten ist eingetragen p^0 nach p_1 , p^φ und p^η nach \bar{p}_2 , ap nach \bar{p}_1 . Im rechten hinteren Sextanten p^0 , p^η und ap nach p_2 . Im linken hinteren Sextanten p^0 nach \bar{p}_1 , ferner p^η und p^φ , p^m und ap nach \bar{p}_3 .

	Zone p_o		Zone p_m		Zone p_φ		Zone p_η		Zone p_a	
	Winkel zu p	Symbol	Winkel zu p	Symbol	Winkel zu p	Symbol	Winkel zu p	Symbol	Winkel zu p	Symbol
p_1	9° 33'	0·709	—	—	—	—	4° 25' 4° 39' 5° 56'	1·076.0·761 1·084.0·752 1·098.0·686	—	—
p_2	6° 59'	0·781	1° 6·5'	1·039	—	—	1° 44' *2° 10' *2° 40·5' 3° 1·5'	1·032.0·905 1·039.0·882 1·048.0·853 1·054.0·837	*6° 28' 6° 40' 6° 50' *7° 4'	1·387.1 1·400.1 1·411.1 1·428.1
p_3	—	—	—	—	2° 10·7' 3° 2' *3° 46·5'	1·095.0·905 1·133.0·867 1·165.0·835	4° 6'	1·073.0·780	*7° 20·3' 13° 58·7'	1·445.1 1·957.1
\bar{p}_1	9° 6' 9° 26' 11° 33'	0·722 0·713 0·633	—	—	—	—	—	—	*6° 19·6' *6° 54·7' 7° 28' 11° 38·3'	1·378.1 1·417.1 1·454.1 1·761.1
\bar{p}_2	—	—	—	—	2° 12·1' *2° 45·1' 3° 4·7' *3° 33·2'	1·096.0·904 1·120.0·880 1·134.0·866 1·155.0·845	3° 44'	1·067.0·799	—	—
\bar{p}_3	—	—	—	—	—	—	—	—	1° 41' *5° 14' 10° 33' 13° 19'	1·094.1 1·307.1 1·676.1 1·899.1
p_3	—	—	—	—	—	—	—	—	5° 44'	1·339.1
\bar{p}_3	—	—	—	—	—	—	—	—	5° 38'	1·333.1
\bar{p}_3	—	—	4° 11·9'	1·158	*2° 45' 5° 11'	1·120.0·880 1·227.0·773	*2° 49' 13° 5'	1·051.0·847	58' *5° 36' 6° 55'	1·053.1 1·331.1 1·417.1
p_3	—	—	3° 58·5'	1·149	—	—	—	—	56' 4° 25' *5° 29' 12° 24'	1·052.1 1·256.1 1·323.1 1·822.1

Zwillingsecken.

Zone p_a und p_m im einspr. Winkel p_φ und p_η am Zwillingseck.

Discussion der Messungen an den Vicinalflächen des Hauptrhomböders.

I. Vicinalflächen p^o .

Diese Messungen konnten mit ziemlicher Genauigkeit ausgeführt werden. Der Beobachtungsfehler übersteigt nicht 5'. Trotzdem stimmen die gemessenen Winkel nicht mit einfachen Axenschnitten. Die theoretisch zu erwartenden Winkel wären die folgenden:

100 . 12 1 1	6° 48'4'
11 1 1	7° 22'3'
10 1 1	8° 4'7'
9 1 1	8° 54'6'
8 1 1	9° 55'9'
7 1 1	11° 12'9'

Aehnliche, aber p noch näher stehende Rhomböeder haben Hintze ($\frac{4}{3} R = 13 1 1$) und Des-Cloizeaux ($a^{15} = 15 \cdot 11$) beobachtet. Auch bei diesen findet man Schwankungen in den Winkelwerten angegeben. Hessenberg's ${}^{10}_{13} R = 11 1 1$ gehört in dieselbe Reihe.

II. Vicinalflächen p^m .

Diese finden sich, wie erwähnt, nur an den Rhomböederflächen im einspringenden Winkel, deren oberer Rand an die Zwillingsgrenze stößt.

Die gemessenen Winkel entsprechen sehr genau einfachen Positionen. Es verlangt nämlich:

111 · 22 $\bar{1}\bar{1}$	47° 51'5'	gem. 47° 50'
111 · 21 $\bar{1}\bar{1}$	48° 3'2'	„ 48° 3'4'

doch möchte ich diese Uebereinstimmung eher für einen Zufall halten, als für eine Bestätigung dieser complicirten Zeichen, da gerade diese Reflexe durch Dilatation viel schlechter messbar waren als die p^o .

Ein Reflex p^m tritt auch noch unter eigenthümlichen Verhältnissen auf p_2 auf. Der einspringende Zwickel zwischen den beiden vicinalen Pyramiden wurde erwähnt. Der Theil des Zwillingskrystals, dessen Fläche $\bar{0}$ an dieser Stelle zu Tage tritt, ist randlich durch schmale Facetten \bar{q}_2 und \bar{q}_2 begrenzt, die in der Zeichnung nicht wiedergegeben werden konnten.

In die Fläche \bar{q}_2 ist nun eine schmale Lamelle des oberen Individuums eingekeilt, welche mit einer Facette p^m ausstreicht. Für diese ist es ganz unmöglich ein rationales Symbol aufzustellen.

III. Vicinalflächen p^n und p^r .

Bezüglich dieser Flächen muss gleich hervorgehoben werden, dass die Messungen kein vollständiges Bild des reichgegliederten Reflexbildes geben können. Es sind viel mehr Reflexe vorhanden, als gemessen werden konnten. Stellenweise schliessen die Reflexe zu vollständigen continuirlichen Lichtbändern zusammen. Namentlich gilt dies von den Hauptstrahlen p^n . Meist enden sie mit einem relativ scharfen, lichtstarken Reflex.

Die eigenthümliche Schichtung wurde erwähnt. Dieselbe verläuft stets so, dass in dem Strahl p^n die Abstände von p am grössten sind, so dass die Zonen, welche den hellen Reflexen einer Schicht entsprechen, die Zone $o p$ irgendwo zwischen p und o treffen würden. Doch zeigt sich in dem Durchschnittspunkt keine Regelmässigkeit.

Die Messung ist auch bei den besseren Reflexen unvollkommen, da dieselben durch Interferenz offenbar stark beeinflusst werden, so dass die Abstände von p bei wechselnder Incidenz schwanken. Hierdurch ist eine Deutung auf Rationalität von vorneherein ausgeschlossen.

Die besprochene Schichtung scheint indessen kein blosses Interferenz- und Beugungsphänomen zu sein; denn sie erhält sich bei wechselnder Incidenz nahezu unverändert. Bei manchen Bildern folgen die Schichten annähernd in gleichen Abständen, doch wird die Periode bei verschiedenen Flächen verschieden gefunden.

Allein wenn man auch unter Berücksichtigung der grossen Beobachtungsfehler durch Zusammenfassen der ähnlich liegenden Reflexe und Mittelnehmen eine mittlere Periode auszurechnen sucht, so ergibt sich keine deutliche Beziehung zur einfachen Flächenfolge des betreffenden Zonenstückes.

Eine Ausnahmstellung nimmt der zweite Reflex auf \bar{p}_3 ein, welcher einer Zuschärfung der Polkante am Zwillingsseck entspringt. Die Position desselben fällt nahezu zusammen mit der Zone $o K$, in welcher so viele Dolomitformen liegen. Sie entspricht dem Zeichen $(11\ 3\ \bar{1})$, $= \frac{r}{l} + \frac{5/13 R 3}{2}$, welches den gemessenen Winkel zu $100 = 13^\circ 45' 4''$ verlangt.

Vicinalflächen der Art, wie sie hier auftreten, hat Hintze beobachtet und für dieselben das Zeichen $^{19}_{21}R^{21}_{19}$ ($62\ 2\ \bar{1}$) abgeleitet. Diese Form würde in einen der Zwischenstrahlen fallen, und zwar in die Zone $+R - R [100 \cdot 22\bar{1}]$, in welche allerdings auch an meinen Krystallen untergeordnete Reflexreihen zu fallen scheinen. Angesichts des complicirten Zeichens kann man die Bemerkung nicht unterdrücken, dass sich aus Hintze's Messungen und Beobachtungen das obige Zeichen nicht mit zwingender Nothwendigkeit ergibt. Von Hintze's gemessenen Winkeln stimmt nur der Polkantenwinkel gut mit der Berechnung. Die übrigen Winkel zeigen starke Abweichungen und weisen auf eine stumpfere, OR (111) näher gelegene Fläche. Ich schliesse daraus, dass auch an Hintze's Krystall das vicinale Skalenöder nicht der Zone $[100 \cdot 22\bar{1}]$, sondern der Zone $[100 \cdot 33\bar{1}]$, also der Vicinalreihe $p\eta$ angehört.

Dies wird auch dadurch wahrscheinlich gemacht, dass Hintze den Parallelismus der Streifung mit der Kante p/η ausdrücklich hervorhebt. In der That würde ein mit der Zone $[p\ \eta]$ verträgliches Zeichen noch bessere Uebereinstimmung mit den gemessenen Winkeln zeigen.

IV. Vicinalflächen ap .

Die Vicinalflächen dieser Reihe liefern Reflexreihen, die sich ziemlich genau an die Zone $pa = [100 \cdot 1\bar{1}0]$ halten. Dabei stehen die Reflexe oft dicht gedrängt beisammen, einen Raum von mehreren Graden bedeckend. Aus diesem Gedränge heben sich dann einzelne, hellere hervor. Oefter sind zwei derartige Reflexgruppen zu beobachten, die dann erweislich von verschiedenen Stellen des Krystalls herkommen. Auch hier hat man es mit krummen Flächen zu thun, die aber zum Unterschied von $p\eta$ und $p\varphi$ nur in einer Richtung gekrümmt sind.

Diese Vicinalflächen sind auf den verschiedenen p -Flächen sehr verschieden entwickelt. Auf p_2 bilden sie winzige Abstumpfungen am unteren Ende der von η_3 und p_2 gebildeten Treppen. Deutlicher, aber stark gestreift treten sie auf \bar{p}_1 in ähnlicher Lage auf. Bei p_3 bilden sie die in der Fig. 11 nach rechts abfallende Seite der eigenthümlichen Fischschuppen ähnlichen Gebilde, indem sie die hier breit ausgebildeten $p\varphi$ unterbrechen. Auf \bar{p}_3 treten sie treppenbildend mit p in Combination, indem die von p und η gebildeten Treppen scharf umbiegen.

Auf den Zwillingssecken bilden sie bei \bar{p}_2 und p_3 die dreieckigen Zwickel unter den Scheinflächen, welche durch die Oscillation von p und η erzeugt werden. Endlich sind sie sehr deutlich auf den p -Flächen p_3 und \bar{p}_3 , welche den einspringenden Winkel Fig. 13 bilden.

Trägt man alle durch Messung bestimmten Positionen in eine Projection ein, so zeigen sich zwei Anhäufungen von Projectionspunkten. Die eine Schaarung entspricht einer Position $1\frac{1}{3} \cdot 1$, die andere findet sich zwischen $1 \cdot 4 \cdot 1$ und $1 \cdot 428 \cdot 1$. Die erstere entspricht genau einer einfachen Fläche $10\bar{1}0$, welche den Winkel zu $p = 5^\circ 38 \cdot 4'$ verlangt. Für die andere ist es schwer, eine einfache Fläche ausfindig zu machen. Sie liegt zwischen den einfachen Flächen $9\bar{1}0$ (Winkel zu $p = 6^\circ 16 \cdot 9'$ und) $8\bar{1}0$ (Winkel zu $p = 7^\circ 5 \cdot 3'$).

Die in grösserem Winkelabstand von p auftretenden Reflexe stimmen mit einfachen Positionen nicht überein. Solche wären zu erwarten bei:

$6\bar{1}0$	Winkel zu $p =$	$9^\circ 31 \cdot 7'$
$5\bar{1}0$	„ „ „	$11^\circ 29 \cdot 8'$
$4\bar{1}0$	„ „ „	$14^\circ 28 \cdot 2'$

Uebrigens ist auf diese entfernten Reflexe wenig Wert zu legen. Sie sind äusserst lichtschwach und rühren meist von Stellen her, wo das Wachsthum des Krystalls gestört war, was sich durch einspringende Winkel, Furchen auf den p -Flächen und andere dergleichen Unregelmässigkeiten verräth. Am meisten wäre von diesen entfernten Reflexen der 4. auf p_3 zu berücksichtigen, der von einer ganz freien Facette an der Seitenkante des Rhomboëders herrührt. Aber auch dieser hat keine einfache Lage.

Wir können die Discussion dieser Vicinalflächen noch von einem anderen Gesichtspunkte aus beginnen.

Zunächst zeigt sich bei dem Vergleich derjenigen p -Flächen, in denen mehrere Vicinalreihen messbar waren, dass die Neigungen der Vicinalflächen zu p in den verschiedenen Zonen in einem gewissen Zusammenhang stehen. Grössere Werte in der einen sind von grösseren Werten in den anderen Zonen begleitet. (Vergl. z. B. die Zonen po und $p\eta$ bei p_1 und p_2 , po und pa bei p_2 und \bar{p}_1 .) Dagegen bedingen ähnliche Winkel in der einen auch ähnliche Winkel in der anderen Zone. (Vergl. pm und pa bei p_3 und \bar{p}_3 . Der grosse Winkel $12^\circ 24'$ in der Zone pa auf der ersteren Fläche wird

durch eine freie Facette am Rande bedingt, ist also beim Vergleich ausser Acht zu lassen.)

Ferner zeigt sich Aehnlichkeit der Entwicklung der Vicinalflächen bei ähnlicher äusserer Form der p -Flächen (z. B. p_3 und \bar{p}_2 an den Zwillingsecken, p_3 und \bar{p}_3 im einspringenden Winkel. Im letzteren Falle würde die Aehnlichkeit noch auffallender, wenn eine genaue Messung der p^φ und p^τ möglich gewesen wäre. Doch waren hier nur die Zwischenstrahlen entwickelt).

Endlich zeigt sich noch ein bemerkenswerther Gegensatz zwischen den freien Rhomboëderflächen, welche mit ihrem unteren Rande die Zwillingsgrenze berühren, und den im einspringenden Winkel liegenden, welche die Zwillingsgrenze an ihrem oberen Rande haben. Für die ersteren ist die Entwicklung der p^o , für die letzteren die der p^m charakteristisch, während die p^τ , p^φ , αp sowie der Treppenabfall im $\frac{l}{r}$ Krystallraum beiden gemeinsam ist.

Dies legt die Vermuthung nahe, dass der Vicinalflächenbau mit der Zwillingsbildung in einem ursächlichen Zusammenhange stehe. Man könnte annehmen, dass das Wachsthum längs der Zwillingsgrenze befördert ist, und dass durch die Ausbildung der Vicinalflächen der Ausgleich mit den entfernteren Partien des Krystalls erreicht wird.

Dieser Schluss wird bekräftigt durch die Beobachtungen an dem zweiten kleineren Krystall, der in den Figuren 15 und 16 dargestellt ist. Hier sind die Rhomboëderflächen, welche nicht mit der Zwillingsgrenze in Berührung stehen, frei von jeglicher Vicinalfläche: p_2 , p_1 , und \bar{p}_3 . Von den anderen liess sich p_2 wegen seiner Lage im einspringenden Winkel nicht genauer untersuchen. Dagegen treten auf p_1 Spuren von p^φ an der rechten Seite auf und die p^o sind durch eine horizontale Streifung angedeutet. Die schmale Fläche \bar{p}_3 zeigt sich fast ganz durch eine Vicinalfläche p^φ ersetzt, welche nach links, also von der Zwillingsgrenze weg abfällt. Sehr deutlich ist p^φ auf p_3 an jener Stelle, wo die Fläche von zwei schmalen Zwillingslamellen durchsetzt wird. Ebenso zeigen sich p^φ auf \bar{p}_2 an den kleinen Zwillingsecken, welche über p_3 hervorragen. In allen diesen Fällen liegen die Vicinalflächen so, als ob sie durch vermehrtes Wachsthum an der Zwillingsgrenze entstanden wären. Auf p_2 und \bar{p}_1 , die nur von schmalen Zwillingslamellen durchsetzt werden, sind keine deutlichen Vicinalflächen zu bemerken.

Die Erfahrung, dass durch die Zwillingsbildung Vicinalflächen hervorgerufen werden, welche ähnlich wie hier auf vermehrtes Wachstum längs der Zwillingsgrenze hinweisen, ist schon oft gemacht worden. Ich erinnere an das bekannte Beispiel vom Fluorit, dessen Würfelflächen schöne vicinale Pyramiden tragen, wenn sie von Zwillings-ecken durchbrochen sind, und an ähnliche Erscheinungen beim Bleiglanz. An den Pyramidenflächen des Zinnsteins habe ich selbst hierher gehörige Erscheinungen beschrieben. Schliesslich ist das von Sadebeck wiederholt hervorgehobene „Streben der Zwillinge, die ein-springenden Winkel zu überwachsen“, ferner die so häufige Erscheinung, dass Zwillinge in der Richtung der Zwillingsebene vorwaltend ausgedehnt erscheinen, eine andere Erscheinungsform desselben Vorganges.

Dies alles zusammengehalten berechtigt wohl zu dem Ausspruche, dass das Voraneilen des Wachstums längs der Zwillingsgrenze eine häufige und sichergestellte Thatsache sei. Wir können nun weiter fragen, ob diese Thatsache eine Begründung finde in unseren Vorstellungen über das Wachsen der Krystalle?

Denken wir uns einen wachsenden Krystall in seiner Lösung; die Lösung ist erfüllt von Theilchen, die alle möglichen Lagen haben. Unter dem fernwirkenden Einfluss der schon fixirten Theilchen des Krystalls werden sie im Begriffe stehen, sich zu orientiren und an der Oberfläche des Krystalls zu fixiren. Es wird eine bestimmte Zeit vergehen, bis eine bestimmte Anzahl von Theilchen die erforderlichen Drehungen ausgeführt hat und zur Fixation gelangt.

Nun betrachten wir den Fall eines Zwillings. Die Theilchen der Lösung in der Nähe der Zwillingsgrenze stehen unter dem orientirenden Einflusse beider Individuen. Diesen werden also zweierlei Orientirungen zur Auswahl angeboten. Es ist leicht verständlich, dass nun in derselben Zeit wie früher mehr Theilchen aus dem gleichen Rauminhalt der Lösung zur Fixation gelangen, da von jenen Theilchen, die mit der Orientirung nach dem ersten Individuum nicht fertig geworden wären, eine Anzahl eine solche Lage haben konnte, dass sie leicht zur Orientirung nach dem zweiten zu gelangen vermochten. Dass beide Individuen gewisse Richtungen gemeinsam haben, und bezüglich dieser Richtungen ihr Einfluss sich summirt, kann den Vorgang nur befördern.

Es werden sich also aus der Raumeinheit der Lösung in gleicher Zeit mehr Theilchen fixiren längs der Zwillingsgrenze als in grösserer

Entfernung von derselben. Die Folge wird sein, dass um die Zwillingsgrenze zunächst ein relativ verdünnter Hof entsteht, der in weiterer Folge eine Diffusionsströmung gegen die Zwillingsgrenze zur Folge haben muss.

Es mag auf derzeit noch nicht übersehbare Umstände ankommen, ob dieses vermehrte Wachstum längs der Zwillingsgrenze in der einen oder der anderen der früher erwähnten Formen zum Ausdruck gelangt.

Uebersicht des Vicinalflächenbaues des Hauptrhomboëders.

Ueberblickt man den gesammten Vicinalflächenbau des Binnenthaler Dolomit, so lassen sich folgende Thatsachen als bezeichnend hervorheben :

1. Die Vicinalflächen beschränken sich an dem vorliegenden Krystall auf das Hauptrhomboëder. σ und φ sind frei von Vicinalflächen, auf m sind sie viel weniger deutlich.

2. Im Einklang mit der Tetartoëdrie ist die Vertheilung der Vicinalflächen eine asymmetrische. Dies verräth sich sofort in dem Reflexbild, welches in den Figuren 14 *a* und 14 *b* dargestellt ist. Durch Beisetzung der bezüglichlichen Buchstaben dürfte die Figur ohne weitere Erläuterung verständlich sein. Da an einem rhomboëdrisch tetartoëdrischen Krystall die obere und untere Hälfte enantiomorph zu einander sind, geben die oberen und die unteren p -Flächen enantiomorphe Reflexbilder. Fig. 14 *a* ist das Reflexbild einer oberen, 14 *b* einer unteren p -Fläche. Man kann demnach durch den blossen Anblick des Reflexbildes entscheiden, ob die Fläche der Ober- oder Unterseite des Individuums angehört.

In diesem Sinne untersucht, erweisen sich die grossen Rhomboëderflächen $p_1 p_2 p_3 \bar{p}_1 \bar{p}_2 \bar{p}_3$ als obere, die Flächen im einspringenden Winkel p_3 und \bar{p}_3 , ferner die Flächen an den kleinen Zwillings-ecken als untere p -Flächen. Für die Deutung des Zwillings ist dies von Belang, wie später gezeigt werden wird.

3. Ueber den Flächen p bauen die Vicinalflächen eine flache Pyramide auf, welche allerdings nach der $\frac{l}{r}$ Seite hin mit oscillatorischer Treppenbildung mit γ und ohne Vicinalflächen abfällt. Es zeigt sich ein gewisser Gegensatz der freien Rhomboëderflächen, welche mit ihrem unteren Rande an die Zwillingsgrenze herantreten,

und der Rhomboëderflächen im einspringenden Winkel, welche dies mit ihrem oberen Rande thun. Für erstere ist die Entwicklung der p^o , für letztere der p^m charakteristisch, während die seitlichen p^r p^o und ap beiden gemeinsam sind. Dies lässt sich durch Voraneilen des Wachstums an der Zwillingsgrenze erklären.

4. Was endlich die specielle Lage der Vicinalflächen gegen die Axen des Krystalls anbelangt, so sprechen die Beobachtungen am Binnenthaler Dolomit nicht dafür, dem Parametergesetz einen sehr bedeutenden Einfluss zuzuerkennen. Darin, dass die Vicinalflächen sich meist in bestimmten Zonen ausbilden, spricht sich unzweifelhaft aus, dass ein solcher Einfluss anzunehmen sei. Weniger deutlich ist er bezüglich der Lage in diesen einfachen Zonen. Hier muss im Gegentheil hervorgehoben werden, dass in mehreren Fällen sich ergeben hat, dass die Vicinalreflexe Positionen einnehmen, die mit den einfachsten Positionen des bezüglichen Zonenstückes nicht harmoniren. In Fällen, wo eine Periodicität in den Vicinalreflexen vorhanden war, schien dieselbe nicht in Uebereinstimmung zu sein mit der regelmässigen Aufeinanderfolge derjenigen Positionen, welche den im bezüglichen Zonenstück möglichen einfachsten Axenschnitten entsprechen.

Aus dem Gesagten ergibt sich deutlich, was man nach meiner Ansicht von den Vicinalflächen überhaupt zu halten hat.

Es sind Flächen, die von der durch das Parametergesetz bedingten Flächenfolge abweichen, die Flächen mit sehr einfachen Indices nahe stehen, welche sie zugleich räumlich vertreten. Die Ursache ihres Auftretens ist in äusseren Verhältnissen des Wachstums zu suchen, während die Molecularstructur des Krystalls nur secundär ihre Lage wahrscheinlich in wechselndem Grade zu beeinflussen vermag. Für die Ausbildung der Vicinalflächen auf p wurde das Voraneilen des Wachstums längs der Zwillingsgrenze in Anspruch genommen. In anderen Fällen scheint lediglich ein Voraneilen der Flächenmitte massgebend zu sein, was vielleicht durch die hier wegen der geringeren Centrumdistanz gesteigerte Massenattraction zu erklären wäre. ¹⁾

Das Gesagte lässt zugleich die wichtigen Unterschiede gegenüber jenen Flächenbildungen erkennen, die pag. 107 als Nothflächen bezeichnet wurden. Mit den Vicinalen theilen sie die mehr oder minder

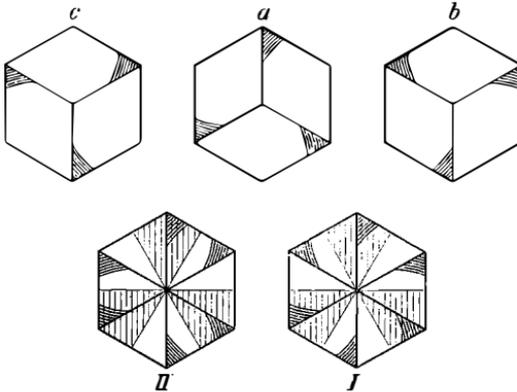
¹⁾ Schuster, Danburit, l. c. pag. 505.

deutliche Unabhängigkeit vom Parametersgesetz, die dort sogar noch weiter geht, als dies bei den Vicinalflächen der Fall ist, indem sich jene nicht einmal an einfache Zonen binden. Die Beziehungen zu den typischen Krystallflächen sind aber ganz andere. Sie entstehen nicht durch Voraneilen des Wachsthums über den typischen Flächen, sondern durch Zurückbleiben des Wachsthums, durch Decrescenz zwischen denselben.

Das Zwillinggesetz.

Die gewöhnlichen Zwillinge des Dolomit werden wie die des Calcit meistens als Zwillinge nach OR (111) gedeutet. Nur bei Tschermak finde ich die Bemerkung, dass neben dieser Deutung auch die zweite Zwillingsebene ∞R ($2\bar{1}\bar{1}$) zulässig sei. Eine genauere Ueberlegung lehrt, dass beide Zwillingsgesetze nur bei rhomboëdrischen und trapezoëdrisch-tetartoëdrischen Krystallen identisch sind, dass sie aber bei rhomboëdrisch-tetartoëdrischen Individuen zwei verschiedenen gebauten Zwillingen entsprechen.

Das I. Zwillingsgesetz: Zwillingsebene OR (111) gibt jene Stellung der beiden Individuen, welche in der nebenstehenden Figur *a* und *b* dargestellt ist. Die Tetartoëdrie ist durch Andeutung



der Vicinalflächen $p\varphi$ zum Ausdruck gebracht. Denkt man sich beide Individuen in völliger Durchdringung, so hat der Complex die Symmetrie der pyramidalen Hemiëdrie, d. h. eine 6zählige Hauptaxe und eine Symmetrieebene parallel der Endfläche. Die in beiden Individuen

nach demselben Pol gewendeten Rhomboëderflächen sind gleicher Art, sind also alle obere, oder alle untere Flächen. Die nach unten gewendeten Rhomboëderflächen des einen Individuums sind enantiomorph zu den nach oben gewendeten des anderen.

Das II. Zwillingsgesetz: Zwillingsebene ∞R ($2\bar{1}\bar{1}$) verleiht den beiden Individuen die Stellungen *a* und *c*. Der Complex beider hat

rhomboëdrische Symmetrie, d. h. 3zählige Hauptaxe und 3 zweizählige Queraxen $\Delta (2\bar{1}\bar{1})$ und 3 Symmetrieebenen parallel jenen Ebenen. Diese Symmetrieelemente sind aber um 90° verwendet gegen die übliche Aufstellung rhomboëdrischer Krystalle (deuterorhomboëdrisch). Die in beiden Individuen nach demselben Pol gewendeten Rhomboëderflächen sind enantimorph; die nach unten gewendeten des einen Individuums sind congruent mit den nach oben gewendeten des anderen.

Vergleicht man mit diesen theoretischen Erörterungen die Figuren 11—16, so ergibt sich auf's Klarste, dass die beschriebenen Zwillinge dem zweiten Gesetz folgen. Am anschaulichsten auf Fig. 13.

Man sieht sofort, dass eine Symmetrieebene parallel $(111) OR$ für den Complex nicht vorhanden ist, dass aber die beiden Individuen axial symmetrisch (antimetrisch) sind in Bezug auf die beiden gemeinsame Normale auf $2\bar{1}\bar{1}$.

Ferner entspricht auch der pag. 136 hervorgehobene Umstand, dass die grossen freien Rhomboëderflächen beider Individuen congruent (und zwar alle obere p -Flächen) sind, nur dem zweiten Zwillingsgesetz.

Dies trifft auch für den kleineren Zwilling der Fig. 15 und 16 zu.

Ueber Zwillingbildung des Dolomit im Allgemeinen.

Tschermak hat in der Abhandlung über die Isomorphie der rhomboëdrischen Carbonate die Analogie der Zwillingbildung bei Quarz und Dolomit betont und durchgeführt. Es sei gestattet, hier den umgekehrten Weg zu gehen und die Unterschiede der Zwillingbildung bei trapezoëdrisch- und bei rhomboëdrisch-tetartoëdrischen Krystallen hervorzuheben.

Am Quarz sind folgende Zwillinge mit paralleler Hauptaxe — und nur diese interessiren uns hier — bekannt.

1. Zwilling zweier rechter (oder zweier linker) Individuen nach ∞R . Mit gleichem Erfolg kann OR als Zwillingsebene angesehen werden. Der Zwilling ist ein unsymmetrischer, d. h. die Individuen zeigen keine Symmetrie zur Zwillingsebene. Der ganze Complex hat, in völliger Durchdringung gedacht, die Symmetrie der trapezoëdrischen Hemiëdrie. Ein solcher Zwilling ist am Dolomit unmöglich.

2. Zwilling eines r und eines l -Individuum in ergänzender zu $\infty P2$ symmetrischer Stellung, sogenanntes Brasilianer Gesetz. Der

Zwilling hat rhomboëdrische Symmetrie und kann durch Hemitropie nicht construiert werden.

3. Doppelzwilling. 4 Individuen, zwei r und zwei l sind paarweise nach Gesetz 1 und 2 verbunden. Der Complex hat die Symmetrie eines holoëdrisch-hexagonalen Krystalls.

Beim Dolomit sind folgende mögliche Zwillingsgesetze zu unterscheiden; alle sind durch Hemitropie construirbar, und alle sind symmetrische Zwillinge.

1. Zwilling nach OR . Der ganze Complex hat die Symmetrie der pyramidalen Hemiëdrie. Diese Symmetrie kann kein einfacher Quarzzwilling aufweisen. Ob dieses Zwillingsgesetz schon beobachtet wurde, erscheint fraglich. Tschermak's schematische Figur l. c. pag. 109 stellt einen solchen Zwilling dar.

2. Zwilling nach ∞R . Symmetrie deuterorhomboëdrisch, d. i. die Flächen ∞R sind Symmetrieebenen des Complexes. Die hier beschriebenen Krystalle von Binnenthal geben ein Beispiel. Beim Quarz ist ein in der Symmetrie übereinstimmender Zwilling ebenfalls unmöglich.

3. Zwilling nach $\infty P2$, sogenannte Ergänzungszwillinge. Symmetrie rhomboëdrisch, analog dem Brasilianergesetz des Quarz. Doch ist der Dolomitzwilling durch Hemitropie construirbar, der Quarzzwilling nicht, und verschiedene Theile des Zwillinges gehören zum selben Individuum. Solche Zwillinge sind von Tschermak zuerst beobachtet und deutliche Beispiele sind hier beschrieben worden.

4. Doppelzwilling. 4 Individuen sind paarweise nach zweien der Gesetze 1, 2, 3 verbunden. Dabei ist es gleichgiltig, welche man auswählt. Sind z. B. Individuum I und II, ferner III und IV nach Gesetz 2, dann I und III, ferner II und IV nach Gesetz 3 verbunden, so stehen I und IV, ferner II und III in Zwillingstellung nach Gesetz 1. Der Doppelzwilling hat, wie der des Quarzes hexagonal-holoëdrische Symmetrie. Aber wiederum ist nur die Symmetrie des Complexes die gleiche, nicht der Aufbau.

Das Schema eines solchen Zwillinges stellt Fig. *d* bei Tschermak dar (l. c. pag. 110). Die von Groth und Hintze gezeichneten Binnenthaler Krystalle können vielleicht so gedeutet werden.

Die Formenreihe des Dolomit.

Ich habe den Versuch gemacht, für den Dolomit eine ähnliche Formentabelle zu entwerfen, wie dies seinerzeit für die Zinkblende geschehen ist, hauptsächlich, um nachzuweisen, wie die einzelnen Formen sich auf die verschiedenen Krystallräume vertheilen.

Dies setzt die übereinstimmende Aufstellung aller Dolomitkrystalle voraus. Die Möglichkeit einer solchen bieten die von Tschermak, l. c. untersuchten Aetzfiguren, welche Salzsäure auf der Spaltfläche hervorbringt. Zum Zwecke des einheitlichen Vergleiches wurde jene Stellung gewählt, bei welcher die obere Rhomboëderfläche Figuren von der Form der Fig. 3a bei Tschermak (Isomorphie der rhomboëdrischen Carbonate. Mineral. u. petrograph. Mitth. 1881, IV, Taf. I) trägt.

Diese Aufstellung wurde, wie in der Einleitung erwähnt ist, allen hier geschilderten Dolomitkrystallen gegeben.

Die nach dieser Aufstellung an unseren Krystallen beobachteten Formen sind in die Projection Fig. 17 eingetragen und mit Ringeln bezeichnet. Ausserdem wurden auch eingetragen die Formen, welche Tschermak beobachtet hat, da bei diesen die richtige Orientirung ebenfalls sicher steht.

Diese Formen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

In die Tabelle, nicht aber in die Projection, sind auch einige andere Formen aufgenommen worden, welche von anderen Beobachtern angegeben werden. Die Orientirung dieser Formen beruht blos auf einem Wahrscheinlichkeitsschluss. Es zeigt sich nämlich bei der Vergleichung der sicher orientirten Krystalle eine bestimmte Gesetzmässigkeit. Sie besteht darin, dass sich die $+\frac{r}{l}$ und die $-\frac{l}{r}$ Krystallräume durch einen beträchtlichen Reichthum an Hemiskalenoëdern auszeichnen, während in den $+\frac{l}{r}$ wenige, in den $-\frac{r}{l}$ Räumen gar keine Hemiskalenoëder beobachtet wurden. Man wird daher selten einen Fehler begehen, wenn man die Dolomitkrystalle so aufstellt, dass der grösste Flächenreichthum in die $+\frac{r}{l}$ und $-\frac{l}{r}$ Krystallräume fällt. Freilich sind die Angaben älterer Beobachter in dieser Beziehung oft ungenau, oft wird nur angegeben, dass diese und diese Skalenoëder „hemiëdrisch“ auftreten, aber nicht, ob sie in

den gleichen oder in ungleichen Krystallräumen liegen. Ohne Zeichnung sind solche Angaben für den vorliegenden Zweck unbrauchbar.

Da mir in Czernowitz kein brauchbares Vergleichsmaterial zur Verfügung steht, da ausserdem ein grosser Theil der Literatur hier nicht vorhanden ist, muss diese Tabelle nothwendigerweise ein unvollkommener und lückenhafter Versuch bleiben.

Ich glaube aber doch besser zu thun, wenn ich diesen unvollkommenen Beitrag gebe, als wenn ich gar nichts-publicirte. Wesentliche Dienste leistete mir bei dieser Zusammenstellung Goldschmidt's Index.

In der Tabelle wird zuerst die Signatur nach Goldschmidt's Index, I, pag. 513, dann das Miller'sche, Bravais'sche, Naumann'sche, endlich das Goldschmidt'sche zweizifferige Zeichen G_2 geschrieben. In der letzten Rubrik ist bei den tetartoëdrischen Formen der Beobachter citirt, auf dessen Angabe ich mich bezüglich der Orientirung stütze.

Bei den Miller'schen und Bravais'schen Zeichen sind als Repräsentant der Form stets die Indices der oben nach vorne gewendeten Flächen geschrieben, welche in dem Krystallraum $1\bar{1}0.111.01\bar{1}$ liegen. Bei den Goldschmidt'schen Zeichen ist die Stellung nach dessen eigenem Vorschlag (Index, pag. 32) ausgedrückt.

Die Reihenfolge ist die, dass zuerst die Grenzformen der rhomboëdrischen Tetartoëdrie, Endfläche, Prisma, Rhomboëder, dann die $+\frac{r}{l}$ und die $-\frac{l}{r}$ Formen, endlich die $+\frac{l}{r}$ Formen angeführt werden. — $\frac{r}{l}$ Formen sind nicht beobachtet.

Die für den Dolomit neuen Formen sind durch einen * bezeichnet.

Formentabelle.

A. Grenzformen.

<i>o</i>	111	0001	0R	0
<i>a</i>	10 $\bar{1}$	11 $\bar{2}$ 0	$\infty P2$	$\infty 0$
<i>q</i> ·	5 $\bar{2}$ $\bar{2}$	70 $\bar{7}$ 1	+7R	+7
<i>y</i> ·	13.5.5	60 $\bar{6}$ 1	+6R	+6
<i>m</i> ·	3 $\bar{1}$ $\bar{1}$	40 $\bar{4}$ 1	+4R	+4

l.	72 $\bar{2}$	30 $\bar{3}$ 1	+3R	+3
p.	100	10 $\bar{1}$ 1	+R	+1
x.	15.1.1	14.0. $\bar{1}$ 4.17	+ $\frac{14}{17}R$	+ $\frac{14}{17}$
y.	13.1.1	40 $\bar{4}$ 5	+ $\frac{4}{5}R$	+ $\frac{4}{5}$
z.	10.1.1	30 $\bar{3}$ 4	+ $\frac{3}{4}R$	+ $\frac{3}{4}$
g.	511	40 $\bar{4}$ 7	+ $\frac{4}{7}R$	+ $\frac{4}{7}$
l.	311	20 $\bar{2}$ 5	+ $\frac{2}{5}R$	+ $\frac{2}{5}$
d.	211	10 $\bar{1}$ 4	+ $\frac{1}{4}R$	+ $\frac{1}{4}$
r.	11.11.8	0.1. $\bar{1}$.10	- $\frac{1}{10}R$	- $\frac{1}{10}$
δ .	110	01 $\bar{1}$ 2	- $\frac{1}{2}R$	- $\frac{1}{2}$
η .	33 $\bar{1}$	04 $\bar{4}$ 5	- $\frac{4}{5}R$	- $\frac{4}{5}$
ρ .	55 $\bar{4}$	03 $\bar{3}$ 2	- $\frac{3}{2}R$	- $\frac{3}{2}$
φ .	11 $\bar{1}$	02 $\bar{2}$ 1	-2R	-2
Ξ .	22 $\bar{3}$	05 $\bar{5}$ 1	-5R	-5
Π .	33 $\bar{5}$	08 $\bar{8}$ 1	-8R	-8

B. + $\frac{r}{l}$ und - $\frac{l}{r}$ Formen.

a:	51 $\bar{1}$	42 $\bar{6}$ 5	+ $\frac{r}{l} \frac{2\frac{2}{5}R3}{2}$	+ $\frac{8}{5} \frac{2}{6}^2$ Tschermak.
K:	20 $\bar{1}$	21 $\bar{3}$ 1	+ $\frac{r}{l} \frac{R3}{2}$	+41 2
*R':	71 $\bar{5}$	8.4. $\bar{1}$ 2.1	+ $\frac{r}{l} \frac{4R3}{2}$	+16 $\cdot 4^2$
*g'	51 $\bar{4}$	21 $\bar{3}$ 0	+ $\frac{r}{l} \frac{\infty R3}{2}$	+ $\infty 4^2$
h	73 $\bar{1}$	44 $\bar{8}$ 9	+ $\frac{r}{l} \frac{8\frac{8}{9}P2}{2}$	+0 $\frac{4}{3}^2$ Groth. ¹⁾
n	37.4. $\bar{2}$ 9	11.11. $\bar{2}$ 2.4	- $\frac{l}{r} \frac{11\frac{1}{2}P2}{2}$	-10 $\frac{33}{4}$ Tschermak. ¹⁾
δ	10.1. $\bar{8}$	33 $\bar{6}$ 1	- $\frac{l}{r} \frac{6P2}{2}$	-109 Des-Cloizeaux. ¹⁾

¹⁾ Anmerkung. Die Formen h, n, δ sollten eigentlich als Grenzformen zwischen den + $\frac{r}{l}$ und - $\frac{l}{r}$ Formen bezeichnet werden. Dennoch wurden sie in diese beiden Kategorien aufgetheilt, und zwar weil n und δ nach den Messungen in der That im - $\frac{l}{r}$ Krystallraum liegen; bei h war die Beziehung zu den + $\frac{r}{l}$ Vicinalflächen p^{η} des Hauptrhomboëders massgebend, als deren Endglied diese Form aufgefasst werden kann.

*q:	31 $\bar{3}$	24 $\bar{6}1$	$-\frac{l}{r} \frac{2R}{2}$	-82
*i	72 $\bar{6}$	5.8.1 $\bar{3}$.3	$-\frac{l}{r} \frac{R^{13}}{2}$	-61
d:	51 $\bar{4}$	45 $\bar{9}2$	$-\frac{l}{r} \frac{1/2 R9}{2}$	-13 $\frac{1}{2}$ 1/2
*t	11.3.1 $\bar{3}$	8.16.2 $\bar{4}$.1	$-\frac{l}{r} \frac{8R3}{2}$	-32.8
z	23.5.2 $\bar{5}$	6.10.1 $\bar{6}$.1	$-\frac{l}{r} \frac{4R4}{2}$	-22.4 Des-Cloizeaux.

C. $+\frac{l}{r}$ Formen.

3:	42 $\bar{1}$	61 $\bar{5}1$	$+\frac{l}{r} \frac{4R^{3/2}}{2}$	+74 Tschermak.
*R:	75 $\bar{1}$	12.4.8.1	$+\frac{l}{r} \frac{4R3}{2}$	+16.4
*9	54 $\bar{1}$	31 $\bar{2}0$	$+\frac{l}{r} \frac{\infty R3}{2}$	+ ∞ 4

D. Unbestimmter Stellung.

N:	50 $\bar{3}$	53 $\bar{8}2$	+R4	+11/2 1
P:	30 $\bar{2}$	32 $\bar{5}1$	+R5	+71
M:	72 $\bar{3}$	9.1.1 $\bar{0}$.2	+4 R $^{5/4}$	+11/2 4

Anmerkungen zu der vorstehenden Formentabelle.

A. Grenzformen.

x, y, z . Alle diese Formen wurden bloß an den Zwillingen von Binnenthal beobachtet. Dass dieselben als durch die Zwillingsbildung: influenzierte Vicinalformen von schwankender Lage anzusehen seien, wurde pag. 130 besprochen. Die Formen q, E. entnehme ich Goldschmidt's Index; in der mir zugänglichen Literatur finde ich sie nicht erwähnt. Groth führt (Strassburger Sammlung, pag. 128) die Form $-4R$ an. Keiner der Beobachter, welche sich mit Binnenthaler Dolomit beschäftigten, hat diese Form verzeichnet, dagegen fehlt bei Groth $m + 4R$, welches alle übrigen Beobachter angeben. Sollte hier nicht vielleicht die bezügliche Fläche einer Zwillingslamelle angehören?

B. $+\frac{r}{l}$ und $-\frac{l}{r}$ Formen.

a : (51 $\bar{1}$). Die Orientirung ergibt sich aus Tschermak's Beobachtung an Krystallen von Traversella (l. c. Taf. I, Fig. 5 e).

K : (20 $\bar{1}$). Des-Cloizeaux führte diese Form nicht unter jenen an, welche hemiëdrisch auftreten. Es könnte demnach scheinen, als ob auch die correlate Form $+\frac{l}{r}$ anzuführen wäre. Allein Des-Cloizeaux scheint diese Fläche überhaupt nicht beobachtet zu haben, denn weder kommt sie unter den Combinationen vor, noch sind gemessene Winkel aufgeführt.

h (73 $\bar{1}$). Dass dieser Form die angenommene Stellung zukomme, scheint mir wahrscheinlich, da ich vermüthe, dass die von Groth wahrgenommene feine Streifung auf p meiner Vicinalfläche p^n entspricht. Ganz sicher ist jedoch die Sache nicht. Der Buchstabe ϑ in Goldschmidt's Index muss geändert werden, wenn die Gleichheit der Bezeichnung für Calcit und Dolomit beibehalten werden soll. Denn ϑ ist für das nun beim Dolomit nachgewiesene Prisma (51 $\bar{4}$) erforderlich. Ich verwende den von Groth gewählten Buchstaben.

n (37.4.29) und δ (10.1.8). Diese Formen sind ihrem Zeichen nach nicht genau bestimmt. Dass n Tschermak's von Krystallen von Leogang hier einzureihen sei, geht aus seinen Beobachtungen hervor. Die Orientirung der Krystalle von Bex bei Des-Cloizeaux (Man. II, pag. 131) beruht auf der wahrscheinlichen Identität der Formen n und δ . Beide sind eigentlich negative Hemiskalenoëder, wie der Vergleich der berechneten und gemessenen Winkel lehrt. Beide scheinen ferner jenem Complex unbestimmbarer Flächen anzugehören, für welchen in dieser Arbeit die Buchstaben d^α und d^β eingeführt wurden.

q : (31 $\bar{3}$) i (72 $\bar{6}$) am Binnenthaler Dolomit von mir beobachtet gehören ebenfalls in diese Kategorie. Der Unterschied besteht nur darin, dass sie entsprechend ihrem Auftreten an einer Seitenkante p/m genau in der jener Kante entsprechenden Zone liegen, welche das allgemeine Zeichen ($h1\bar{3}$) erfordert. Sie zeigen beträchtliche Abweichungen in den Winkeln.

d : (51 $\bar{4}$). Diese Fläche ist durch Zonen-Verknüpfung besser sichergestellt als die vorigen, mit denen zusammen sie hier beobachtet wurde. Dieselbe Fläche hat Des-Cloizeaux an Krystallen von Traversella nachgewiesen (β Man. Atlas, Taf. XLVI, Fig. 277),

wo die Verknüpfung mit x , welches nach Tschermak $+\frac{l}{r}$ ist, die Fläche in den $-\frac{l}{r}$ -Krystallraum verweist. Ferner gibt Des-Cloizeaux β von Hall in Tirol an, wo es nach der allgemeinen Aehnlichkeit mit den Krystallen von Leogang ebenfalls $-\frac{l}{r}$ sein dürfte. Der einzige gemessene Winkel, den Des-Cloizeaux für β angibt, zeigt ebenfalls starke Abweichungen von der Theorie.

z ($23.5.25$). Die Orientirung dieser von Des-Cloizeaux an Krystallen von Bex beobachteten Form ergibt sich aus dem Zusammenhang mit δ ; sie kommt dem von mir beobachteten Γ sehr nahe, und zeigt ebenfalls starke Abweichungen in den Messungen.

Hier wären nun noch anzuschliessen, die durch Zwillingsbildung influenzirten Vicinalflächen p^n und p^r , wozu auch die von Goldschmidt in die Tabelle aufgenommene Form $\{ : (622\bar{1})$, Hintze's $+^{19/21}R^{21/19}$ gehört, dann die Flächen K^α , K^β , d^α , d^β , φ^α der Krystalle von Leogang.

$C. +\frac{l}{r}$ Formen.

\mathfrak{S} : ($42\bar{1}$) x bei Des-Cloizeaux und Tschermak ergibt sich aus des letzteren orientirter Aufstellung. Anzureihen wären hier die Vicinalformen ap von Binnenthal, und am von Leogang, Stufe III. $-\frac{r}{l}$ Formen sind bis jetzt nicht beobachtet.

Raumgitter des Dolomit.

Wenn man die Rhomboëder des Dolomit von Binnenthal mit Ausschluss der von mir als durch die Zwillingsbildung influenzirten Vicinalformen angesehenen Flächen wie 13 11, 15 11 etc. und der seltenen Formen anschreibt, so erhält man folgende Reihe:

$$3\bar{1}\bar{1}, 100, 511. 311. 111. 33\bar{1}. 11\bar{1}.$$

In dieser Reihe ist es auffallend, dass sämmtliche Formen mit den Indices 2 und 4 fehlen. Einige derselben sind am Dolomit überhaupt nie beobachtet worden, andere sind jedenfalls viel seltener zu sehen. Diese Unregelmässigkeit verschwindet, wenn man $11\bar{1}$ als Axenebenen wählt. Die Indices der oben angeschriebenen Formen lauten nun:

$$11\bar{1}. 110. 331, 221, 111, 311, 100.$$

In dieser Reihe fehlt bloß 211, der Form 110 bei der früheren Aufstellung entsprechend, welches — wenn auch nicht häufig — für Dolomit angegeben wird. Auch für die meisten der übrigen Dolomitflächen erhält man einfachere Zeichen, wenn die Flächen von $(11\bar{1})$ als Axenebenen gewählt werden.

Es würde also die Annahme eines Raugitters nach φ ($11\bar{1}$) — $2R$ dem Auftreten und der Häufigkeit der Rhomboëderflächen besser entsprechen.

Berechnet man unter dieser Voraussetzung den Flächeninhalt S des Elementarparallelogramms für die verschiedenen Formen, so erhält man in der That die kleinsten Zahlen für die häufigsten Krystallflächen:

$11\bar{1}$	$S^2 = 1$
100	1·639
111	1·916
$10\bar{1}$	2·362
$3\bar{1}\bar{1}$	3·362

Es könnte somit scheinen, dass ein Raugitter nach φ — $2R$ die Molecularstruktur richtiger darstellt. Dem widerspricht aber die Spaltbarkeit, welche für $100 + R$ die grösste Reticulardichte erwarten lässt. Auch entspricht die Stellung von $11\bar{1}$ an der Spitze der Reihe nicht völlig, da $11\bar{1}$ doch meist nur als untergeordnete Abstumpfung auftritt.

Es ist nicht meine Absicht, weiter in die Erörterung der Molecularstruktur des Dolomit einzugehen, es sollte nur gezeigt werden, dass die Bravais'sche Theorie beim Dolomit zur völlig befriedigenden Deutung der Verhältnisse nicht ausreicht.

Gegensatz der hemiëdrischen Krystallräume.

Die hervorstechendste Eigenthümlichkeit der Formenreihe des Dolomit ist das Vorherrschen der Formen der $+\frac{r}{l}$ und $-\frac{l}{r}$ Krystallräume. Die $-\frac{r}{l}$ sind bis jetzt ganz frei von abgeleiteten Formen, und in den $+\frac{l}{r}$ Krystallräumen treten sie vorzüglich in den Grenzpartien auf. Diese Erscheinung ist verknüpft mit einer anderen. Die Flächen der formenreichen Krystallräume zeigen alle

eine gewissermassen unvollkommene Ausbildung, was sich theils in Abweichungen der gemessenen Winkel von der Theorie, theils in Krümmungen und Streifungen offenbart. Ja es treten hier Flächengebilde auf, bei denen es zweifelhaft ist, ob sie mit eigentlichen Krystallflächen in eine Kategorie gestellt werden dürfen, ich meine jene Flächengebilde, welche pag. 107 als Nothflächen bezeichnet wurden.

Im Gegensatz hierzu finden wir in den $+\frac{l}{r}$ und $-\frac{r}{l}$ Räumen wenige Flächen, oder die Grenzflächen stossen direct in scharfen Kanten und Ecken zusammen.

Die gemeinsamen Züge der $+\frac{r}{l}$ und $-\frac{l}{r}$ Krystallräume einerseits, der $+\frac{l}{r}$ und $-\frac{r}{l}$ andererseits, können bei der Ableitung der rhomboëdrischen Tetartoëdrie des Dolomit zum Ausdruck gebracht werden. Geht man aus von dem Symmetrieschema der holoëdrisch hexagonalen Krystalle (1 Hauptsymmetrie-Ebene H , 3 Nebensymmetrie-Ebenen A , 3 Nebensymmetrie-Ebenen E), so gelangt man zur rhomboëdrischen Hemiëdrie, indem die Krystallräume zwischen H und A abwechselnd ungleich werden.

Zur rhomboëdrischen Tetartoëdrie gelangen wir nun auf zweifachem Wege: erstens dadurch, dass wir auf das Schema der rhomboëdrischen Hemiëdrie die Regel der pyramidalen Hemiëdrie (Krystallräume zwischen A und E abwechselnd ungleich) anwenden, oder dass wir die Regel der rhomboëdrischen Hemiëdrie ein zweitesmal, aber bezüglich H und E anwenden. Die Vertheilung der gleichartigen Eigenthümlichkeiten der tetartoëdrischen Räume weist beim Dolomit auf die zweite Art der Ableitung hin.

Die Tetartoëdrie des Dolomit kommt also durch Uebereinanderprägung der rhomboëdrischen und der deuterorhomboëdrischen Hemiëdrie zu Stande. Wollte man dies in der Bezeichnung irgendwie zum Ausdruck bringen, so könnten etwa die durch die deuterorhomboëdrische Hemiëdrie gewonnenen verschiedenen Räume durch d (direct) und i (invers) unterschieden werden. Es wären etwa die in der obigen Tabelle unter B angeführten Formen als $\pm d$ (positive, bezüglich negative, directe), die unter C angeführten als $\pm i$ (positive, bezüglich negative, inverse Formen) zu bezeichnen.

Der oben erörterte Gegensatz liesse sich nun so aussprechen: Am Dolomit sind die directen Formen gegenüber den inversen häufiger, aber unvollkommener entwickelt.

Als nächste Ursache dieser Erscheinung könnte man in Erweiterung der pag. 107 versuchten Erklärung der Nothflächen vielleicht ein geringeres Wachstum in den directen Krystallräumen voraussetzen. Der Zusammenhang des Flächenreichthums mit geringerem Wachstumsvermögen in den directen Krystallräumen wird dadurch noch wahrscheinlicher gemacht, dass so häufig diese Krystallräume eingenommen werden durch Partien eines Individuums in der ergänzenden Zwillingsstellung, welches eben seine scharfkantigen gutwachsenden inversen Krystallräume in die gleiche Richtung stellt. Daher die Erscheinung, dass die directen Formen so oft in die einspringenden Winkel zu liegen kommen. Vergleiche hierzu die Zwillinge Fig. 7, 8, 9.

Die hier erörterten Erscheinungen sind aber nicht auf den Dolomit beschränkt. Bei sehr vielen hemiëdrischen Krystallen lassen sich Krystallräume mit spärlichen, aber gut und scharfkantig entwickelten Formen und Krystallräume mit reichlicher Flächenentwicklung und Neigung zu Krümmungen, Streifungen und anderen Unvollkommenheiten nachweisen.

Ich gebe nur einige Beispiele:

Zinkblende: + Krystallräume sind flächenarm und scharfkantig, — Krystallräume reich an Flächen und mit Neigung zur Krümmung.

Kupferkies: Das ausgedehntere matte, gestreifte + Spheuoëder ist häufiger von Skalenoëderflächen begleitet, als das kleinere, glänzende ungestreifte — Spheuoëder.

Quarz: Am rechten Krystall sind die + r und — l Krystallräume reich an Flächen, die häufig Streifungen und sonstige Oberflächensculpturen erkennen lassen. Die — r und + l Krystallräume sind arm an Flächen.

Pyrargyrit. Der obere Pol flächenärmer als der untere, an dem die steilen Skalenoëderflächen vorherrschen. Die Fig. 1 in Schuster's Arbeit über den Pyrargyrit von Andreasberg (Z. f. Kryst. XII, Taf. 5), darf hier nicht beirren. An den Krystallen von Andreasberg ist die untere Spitze niemals frei entwickelt. Die Aufstellung bei Schuster ist wahrscheinlich umgekehrt wie bei Groth. In der

That zeigt der hemimorphe Pyrargyritkrystall, welchen G r o t h (Strassburger Mineraliensammlung, Taf. IV, Fig. 43) beschreibt, an dem stumpferen flächenreichen Ende jene steile Skalenoëderfläche q , welche identisch ist mit Schuster's L :

Bleinitrat und Verwandte nach W u l f f (Z. f. Kryst. IV, 122). Im selben Krystallraum mit dem grösseren Tetraëder finden sich Pyramidentetraëder und Tetartoëder, welche am kleineren Tetraëder fehlen.

Auch das Streben (man entschuldige den bildlichen Ausdruck) die flächenreichen, also schlechtwachsenden Krystallräume, in den einspringenden Winkeln der Ergänzungszwillinge gewissermassen zu verstecken, kann bei anderen Krystallen verfolgt werden, z. B. Pyrargyrit nach Schuster, Diamant (wofern beim Diamant Hemiëdrie anzunehmen ist), Scheelit.

Erklärung zu Tafel III und IV.

Fig. 1--9. Dolomit von Leogang.

Fig. 1. Ideale Combination der typischen Formen von Leogang. o (111) OR .

$$p(100) + R \cdot m(3\bar{1}\bar{1}) + 4R \cdot \varphi(11\bar{1}) - 2R \cdot K(20\bar{1}) \frac{r + R3}{l} \frac{r + 4R3}{2} \cdot \mathfrak{R}'(7\bar{1}\bar{5}) \frac{r + 4R3}{l} \frac{r + 4R3}{2} \\ \cdot \mathfrak{R} \frac{l}{r} \frac{r + 4R3}{2} \cdot I(113\bar{1}\bar{3}) \frac{l}{r} \frac{l - 8R3}{2}.$$

Fig. 2. Gewöhnliche Entwicklung der Seitenecken bei den Krystallen der I. Stufe. $o p m \varphi K' \mathfrak{R}' \mathfrak{R}' I$ haben die Bedeutung wie früher. Die Streifung auf der linken Fläche $\mathfrak{R}'(7\bar{1}\bar{5})$ hervorgebracht durch $\mathfrak{S}'(5\bar{1}\bar{4}) \frac{r}{l} \frac{\infty R3}{2}$ auf der linken Fläche $\mathfrak{R}'(5\bar{1}\bar{7})$ durch I und $\mathfrak{S}(4\bar{1}\bar{5}) \frac{l}{r} \frac{\infty R3}{2}$. Die rechts auftretenden Flächen \mathfrak{R}'_1 und \mathfrak{R}'_2 zeigen an dieser Stelle keine Streifung. Zwischen \mathfrak{R}' , I , φ , K haben sich die „Nothflächen“ φ^α , d^α , K^α und K^β ausgebildet. Die beiden letzteren fliessen zu einer einzigen krummen Fläche zusammen; der linke Theil (K^α) ist annähernd parallel \mathfrak{R}'_1 , der rechte K^β annähernd parallel I gestreift. Auf p einseitige Streifung durch das benachbarte p .

Fig. 3. a grössere Aetzgruben, b kleine Aetzfiguren, welche dichtgedrängt die Fläche $m(3\bar{1}\bar{1})$ bei den Krystallen der ersten Stufe bedecken.

Fig. 4 Zwillung nach $(10\bar{1}) \infty P2$ bei den Krystallen der ersten Stufe. Die Flächensignaturen des in verwendeter Stellung befindlichen grösseren Individuums sind überstrichen.

Fig. 5. Combination der Formen der Krystalle von der II. Stufe. Die Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie früher. Am vorderen unteren Seiteneck einspringende Winkel hervorgebracht durch Alterniren von $m \mathfrak{R}'$ und I .

Fig. 6 zeigt einen Krystall derselben Stufe, wo die Flächen im richtigen Grössenverhältnis gezeichnet sind. Hier ist auch das matte Hemiskalenoëder d^{α} zur Darstellung gebracht. Auf den Flächen m ist die pag. 110 beschriebene Oberflächen-sculptur sichtbar.

Fig. 6a zeigt das asymmetrische Lichtbild der Fläche m . Dasselbe ist jedoch um 180° verwendet, um die Beziehung auf die Projection der Formen der Fig. 1 zu erleichtern. Die Figur ist nach Maass gezeichnet, also quasi gnomonische Projection auf $(3\bar{1}\bar{1})$. Die Einheit 10 Centimeter.

Fig. 7. Zwilling nach $\infty P 2 (10\bar{1})$ der Stufe II. Aus den Flächen $l d^{\alpha}$ des Hauptkrystalls ragt ein Zwillingseck heraus. Man beachte, dass l und d^{α} beider Individuen einspringende Winkel bilden. An den Seitenkanten verräth sich der Zwilling durch Wechsel in der Ausdehnung der correlaten \mathcal{R} und \mathcal{R}' . Auf m durch die symmetrische Stellung der elliptischen Schilder. Auf der unteren Fläche m war dies nicht gut zu verfolgen.

Fig. 8. Zwilling nach $\infty P 2 (10\bar{1})$ der III. Stufe von Leogang. Vollständige Durchkreuzung der beiden Individuen; das in der verwendeten Stellung befindliche ist durch Ueberstreichen der Buchstaben bezeichnet. Man beachte, dass die Verwachsung durchwegs so erfolgt, dass die Flächen l, d^{α}, d^{β} in die einspringenden Winkel kommen.

Fig. 9 zeigt eine andere symmetrische Ausbildung der unteren Seitenecke desselben Zwillings, ferner die Modificationen der einspringenden Winkel der Seitenkanten von m durch das Hinzutreten von Flächen d^{β} entweder beiderseits (links) oder nur an einem Individuum (rechts).

Fig. 10. Combination des Dolomit von Rezbanya, $p K m$ haben dieselbe Bedeutung wie früher. a ist $(10\bar{1}) \infty P 2$. Die Flächen $p K a$ sind meist viel kleiner als in der Figur.

Fig. 11—16. Dolomit von Binnenthal.

Fig. 11. Zwillingskrystall von oben, Fig. 12 von unten.

Die Flächen des zweiten Individuums sind überstrichen, die unteren Flächen beider Individuen, das sind jene, die bei der Untersuchung mittelst Aetzung „linke“ Figuren im Sinne Tschermak's zeigen würden, sind unterstrichen. Die beiden Ansichten sind so gezeichnet, wie sich der Krystall darbietet, wenn er um die von vorn nach hinten laufende Normale auf $(2\bar{1}\bar{1}) \infty R$ gedreht wird. Die beiden kleinen Zwillingsecken, mittelst deren jedes Individuum in den Bereich des anderen übergreift, liegen übereinander.

Man beachte die streng tetartoëdrische Vertheilung der bogiggestreiften Vicinalflächen auf p , und der entgegengesetzt gerichteten geradlinigen Treppenbildung zwischen p und r .

Fig. 13. Zeigt den vorderen Theil desselben Zwillings in perspectivischer Ansicht; man beachte die Vertheilung der kleinen Hemiskalenoëderflächen, welche in Wirklichkeit noch schmaler sind. Es treten die Flächen $K (20\bar{1})$, $\mathcal{R} (51\bar{7})$, $d (51\bar{4})$, ferner als nicht ganz sicher bestimmbare äusserst schmale Facetten $q (31\bar{3})$ und $i (72\bar{6})$ auf. Am Zwillingsindividuum finden sich rechts unten schmale Facetten von K und q .

An den correspondirenden Kanten rechts oben und links unten fehlt jede Spur dieser Flächen.

Die Flächen des Grundrhomboëders p am einspringenden Winkel sind sehr uneben infolge der Ausbildung von Vicinalflächen. An der Fläche p_3 hat man gegen rechts geneigt die bogiggestreiften p^φ , nach links geneigt und treppenförmig abgestuft $o p$. Flächen des letzteren Charakters bilden die Partie im äussersten rechten Winkel. Die streifenfreie Partie entspricht einer Vicinalfläche p^m .

Auf der unteren Fläche ist p^φ nach links geneigt, stösst in der Mitte mit einspringendem Winkel mit der Vicinalen $o p$ zusammen, welche ausserdem auch rechts die Kante gegen p_2 abstumpft. Der ganz rückwärts gelegene schiefgestreifte Theil entspricht der Treppenstreuung mit η im $\frac{l}{r}$ -Krystallraum. Man beachte auch die symmetrische Stellung um die Zwillingssaxe $\perp (2\bar{1}\bar{1})\infty R$.

Fig. 14 a. Lichtbild einer oberen Rhomboëderfläche, z. B. von p_2 .

Fig. 14 b. Lichtbild einer unteren Rhomboëderfläche, z. B. p_3 Fig. 12 und 13 oder \bar{p}_3 Fig. 13. Maassstab der Figur: Einheit = 10 Centimeter.

Die Strahlen der Vicinalreflexe entsprechen den Messungen an der Fläche \bar{p}_1 (p^0 und $o p$) und \bar{p}_2 (p^η und p^φ).

Fig. 15 und 16. Kleiner Zwillingsskrystall von Binnenthal. Fig. 15 von oben, Fig. 16 von unten gesehen. Fig. 15 zeigt auf p_1 Andeutungen der Vicinalflächen p^φ nach rechts geneigt, auf \bar{p}_3 ebenso nach links. Fig. 16 zeigt auf \bar{p}_3 deutlich die bogige Streifung und Vicinalflächen p^φ an jener Stelle, wo die Fläche von zwei Zwillinglamellen durchsetzt wird; sie sind nach links geneigt. Auf \bar{p}_2 treten sie unten in der Nähe der Zwillingssgrenze auf, und sind nach rechts geneigt.

Fig. 17. Sphärische Projection der Dolomitformen, welche an den hier beschriebenen Krystallen beobachtet wurden.

Die o bezeichnen die typischen Formen, von denen aber q und i nicht sicher gestellt sind. Sie wurden auch nur zur besseren Orientirung der d^α eingetragen. Die vollen Punkte bezeichnen Vicinalflächen. Von diesen konnte nur eine Auswahl zur Darstellung kommen.

Bezüglich der Vicinalflächen von p , die am Dolomit von Binnenthal beobachtet wurden, vergl. pag. 125 u. ff. Die Vicinalfläche Kp wurden rechts hinten nach K_2 Krystall II, links hinten nach K_1 Krystall III eingetragen.

Die Vicinalflächen $o m$ wurden an Krystallen der III Stufen von Leogang beobachtet (vergl. pag. 112).

Mit geschummerten Streifen sind die „Nothflächen“ bezeichnet. Im vorderen Sextanten K^α , K^β , d^α nach Krystall III, φ^α nach Krystall II. Auf denselben beziehen sich K^α , K^β und d^α rechts hinten. Links hinten findet man d^α und d^β nach Messungen an Krystallen der III. Stufe von Leogang.

Mit kleinen Punkten sind die an den hier beschriebenen Krystallen nicht beobachteten Formen eingetragen, deren Orientirung aus Tschermak's Beobachtungen bekannt ist.

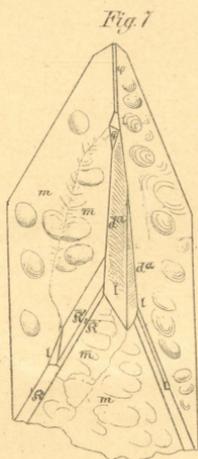
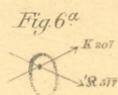
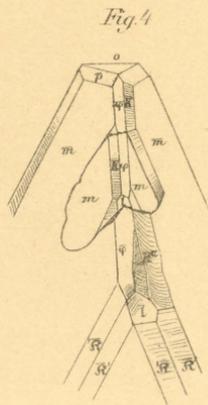
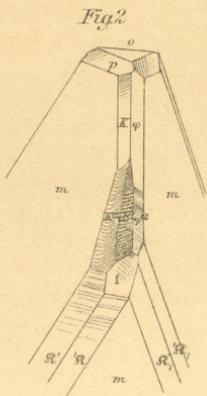
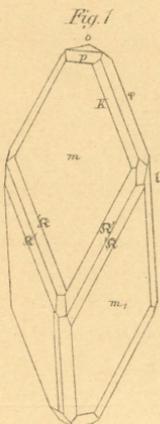


Fig. 8

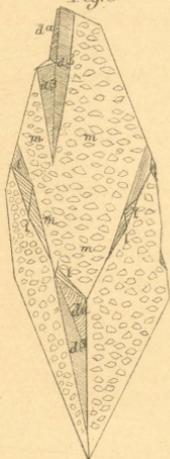


Fig. 9

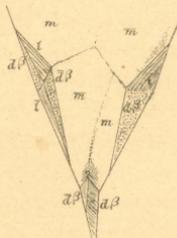
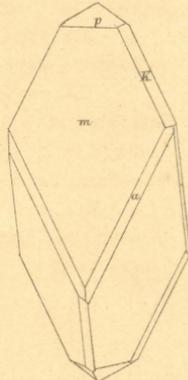


Fig. 10



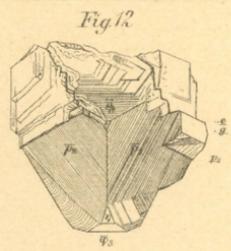
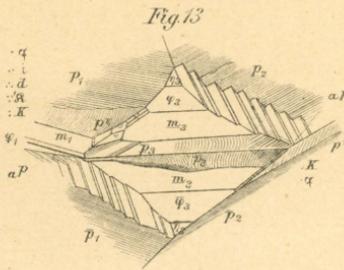
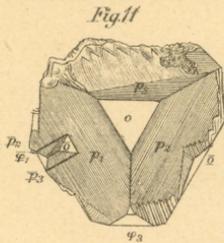


Fig. 14 a

Fig. 14 b

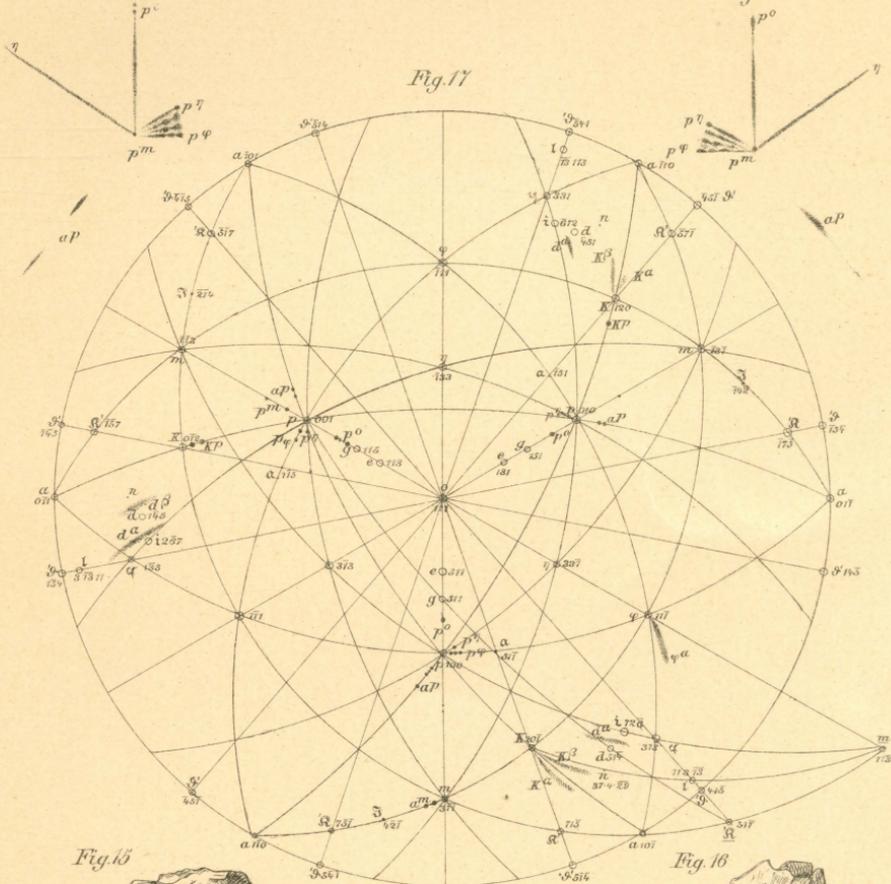


Fig. 15

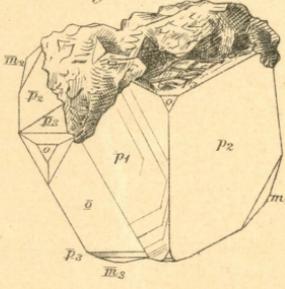


Fig. 16

