

XV. Mineralogische Mittheilungen.

(Neue Folge.)

Von

G. vom Rath in Bonn.

(Hierzu Taf. VII.)

7. Einige krystallographische Beobachtungen am Kupfer vom Oberrhein See.

Eine ausgezeichnete Stufe gediegen Kupfer von der genannten berühmten Lagerstätte, welche die Universitätssammlung durch Hrn. B. Stürtz hier erhielt, führte zum Nachweis eines neuen Hexakisoktaëder und lehrte ausserdem eine Erscheinung, die sogenannte Fortwachsung, auch am Kupfer kennen, welche — obgleich bei vielen andern Mineralien wohlbekannt — bei den gediegenen Metallen noch nicht beobachtet zu sein scheint. Man unterscheidet nämlich an jener Stufe eine ältere und eine jüngere Bildung, deren Krystallisationen verschiedene Combinationen darstellen, aber in vollkommener Parallelstellung sich befinden. — Die 12 cm. grosse Stufe, welche vorherrschend hakige und ästige Gestaltung des Metalls zeigt, bietet in einem durch das gebogene Astwerk des Kupfers drusenähnlich umschlossenen Raum einen wohlgebildeten, 18 mm. grossen, lebhaft glänzenden Kupferkrystall dar, eine Combination des Dodekaëder mit einem Hexakisoktaëder. Beide Formen stehen in Bezug auf ihre Flächenausdehnung annähernd im Gleichgewicht. Die Dodekaëderflächen stellen sich in dieser eigenthümlichen Combination fast als Quadrate dar, so dass man — zumal da der Krystall in der Tiefe der Druse nur zur Hälfte frei liegt — anfangs geneigt ist, in ihnen den Würfel zu vermuthen. Bezeichnend für die Combination in Rede ist die Divergenz der Kanten zwischen Dodekaëder und Hexakisoktaëder gegen die oktaëdrischen Ecken hin. Die Bestimmung der neuen Form geschah auf Grund zweier Kantenmessungen, welche an einem kleineren zu diesem Zwecke abgesägten Krystall ausgeführt wurden. Diese Messungen besitzen freilich nur eine annähernde Genauigkeit, da die Flächen trotz ihres Glanzes nur sehr unvollkommen

spiegeln, was bei dem Hexakisoktaëder auch zum Theil durch eine Streifung bedingt ist, welche den oktaëdrischen Kanten parallel ist. Die Differenz der Messungen lässt am besten die Fehlergrenzen erkennen. Es wurde bestimmt

die oktaëdrische Kante = $28^{\circ} 10'$. $27^{\circ} 52'$. $27^{\circ} 30'$. $27^{\circ} 22'$. $27^{\circ} 14'$.

die dodekaëdrische Kante = $49^{\circ} 35'$. $49^{\circ} 25'$. $49^{\circ} 0'$. $48^{\circ} 32'$. $48^{\circ} 30'$.

Die bedeutenden Differenzen der Messungen (bei der ersteren Kante $0^{\circ} 56'$; bei der letzteren $1^{\circ} 5'$) bedingen eine gewisse Unsicherheit bei der Ermittlung der Form. Es bietet sich offenbar die Wahl zwischen folgenden beiden Symbolen $\frac{7}{2}O\frac{2}{3}$ (63 35 48) und $\frac{13}{5}O\frac{2}{3}$ (48 40 5). Es besitzen die oktaëdrischen (O), dodekaëdrischen (D) und hexaëdrischen Kanten (H) beider Formen beziehungsweise folgende Werthe

	O	D	H
$\frac{7}{2}O\frac{2}{3}$	= $28^{\circ} 1' 38''$.	$48^{\circ} 38' 27''$.	$29^{\circ} 8' 24''$.
$\frac{13}{5}O\frac{2}{3}$	= 27 19 44.	49 42 40.	30 58 2.

Man könnte vielleicht bei Anblick der Naumann'schen Symbole geneigt sein, die erstere der beiden genannten Formen für einfacher und wahrscheinlicher zu halten als die letztere; die Miller'schen Symbole (Weiss $a:\frac{2}{3}a:\frac{13}{5}a$ und $a:\frac{5}{18}a:2a$) lehren indess das Gegentheil. Auch überzeugt man sich, dass die Form $\frac{13}{5}O\frac{2}{3}$ durch mannichfache Zonen mit bekannten und häufig auftretenden Formen des regulären Systems verbunden ist, was in Bezug auf $\frac{7}{2}O\frac{2}{3}$ nicht der Fall ist. $\frac{13}{5}O\frac{2}{3}$ besitzt zugleich eine ausgezeichnete Eigenschaft, welche unter den bekannteren Formen*) nur den folgenden $3O\frac{2}{3}$ und $4O2$ zukommen, dass nämlich zwei Axenschnitte in dem einfachen Verhältniss 1:2 stehen. Einige Zonenverhältnisse der Form $\frac{13}{5}O\frac{2}{3}$ und häufig auftretender regulärer Körper kann man sich in folgender Weise veranschaulichen. Das Ikositetraëder $2O2$ (und zwar die Flächen 244 und 424) würde horizontale Kanten bilden mit 40 5 18 und 5 40 18 (d. h. den Flächen 1 und 2 Fig. 1 Taf. VII). Ferner liegen in einer Zone 5 18 40 (Fläche 3) und 5 $\overline{18}$ 40 mit 442 und $4\overline{12}$; ebenso 40 18 5 (Fläche 4) und 40 $\overline{18}$ 5 mit 244 und $2\overline{11}$. Erschiene am neuen Hexakisoktaëder das Pyramidenoktaëder $2O$ (224), so würden wir einen Kantenparallelismus beobachten zwischen den Flächen 40 18 5 (Fl. 4), 224, $2\overline{24}$ und 40 $\overline{18}$ 5; desgleichen 48 5 10 (Fl. 6), 242, $\overline{18}$ 5 40 und 242 . Die Fläche 102 des Pyramidenwürfels würde die Kante zwischen 5 48 40 (Fl. 3) und 5 $\overline{18}$ 40 abstumpfen; desgleichen 204 die Kanten

*) Zu diesen Hexakisoktaëdern gehören ferner $8O4$, von Bernhardt am Bleiglanz bestimmt (s. Klein, »Ueber Zonenverhältnisse der bekannten Achtundvierzighächnern«, N. Jahrb. 1872. S. 129), $\frac{2}{3}O\frac{2}{3}$ von Hessenberg am Perowskit vom Wildkreuzjoch in Tyrol nachgewiesen (Min. Not. No. 4. S. 20).

zwischen $10\ 18\ 5$ (Fl. 4) und $10\ \overline{18}\ 5$; auch würde 210 eine horizontale Kante mit $10\ 5\ 18$ (Fl. 4) bilden.

Von besonderem Interesse würde es sein, wenn an einer Combination des Würfels mit dem Hexakisoktaëder $3\ O\frac{3}{2}$ (324) die neue Form aufträte. Es würden durch letztere sämmtliche (48) Combinationenkanten von $\infty\ O\infty$ und $3\ O\frac{3}{2}$ parallelkantig abgestumpft. In Bezug auf $4\ O\ 2$ (124) würde sich dieses Verhältniss insofern umkehren, als die Flächen desselben die Combinationenkanten von $\infty\ O\infty$ und $\frac{1}{3}\ O\frac{3}{2}$ abstumpfen. — Noch manche andere Zonenverhältnisse ähnlicher Art zwischen der neuen Form und bekannten Körpern würde man leicht aufsuchen können, während für $\frac{7}{2}\ O\frac{3}{2}$ sich keine Zonen ergeben, mit einziger Ausnahme des Ikositetraëder $\frac{7}{2}\ O\frac{7}{2}$. Aus diesen Gründen kann die Wahl, welches der beiden Symbole $\frac{7}{2}\ O\frac{3}{2}$ oder $\frac{1}{3}\ O\frac{3}{2}$ wir anzunehmen haben, nicht zweifelhaft sein; sie fällt vielmehr zu Gunsten des letzteren aus.

Die Kante $\infty\ O : \frac{1}{3}\ O\frac{3}{2}$ berechnet sich zu $20^{\circ}52'24''$, sowie die ebenen Winkel der Dodekaëderfläche in der Combination Fig. 2 zu $97^{\circ}3'26''$ und $82^{\circ}56'34''$. Für $\frac{7}{2}\ O\frac{3}{2}$ würden diese Winkel betragen $21^{\circ}6'25\frac{1}{2}''$, $95^{\circ}29'29''$ und $84^{\circ}30'34''$.

Noch scheint erwähnenswerth, dass die hexaëdrische Kante von $\frac{1}{3}\ O\frac{3}{2}$ ($30^{\circ}58'$) sehr nahe übereinstimmt mit der oktaëdrischen von $3\ O\frac{3}{2}$ ($34^{\circ}0'$). — Unter allen bekannten Hexakisoktaëdern ist keines, für welches die Werthe der oktaëdrischen und hexaëdrischen Kanten sich einander in dem Maasse nähern, wie es bei der neuen Form der Fall ist. Eine Gleichheit dieser beiden Kanten ist, wie leicht einzusehen, ebenso wenig möglich, wie eine Gleichheit der oktaëdrischen und dodekaëdrischen Kanten eines Hexakisoktaëder. Letzteres würde offenbar voraussetzen, dass zwei Axenschnitte der betreffenden Form sich verhielten wie $1 : 2,4142 \dots$ (d. h. wie 1 zur Tangente $67^{\circ}30'$); dann würde die Würfelfläche in Combination mit diesem hypothetischen Hexakisoktaëder ein reguläres Achteck darstellen und eine gleichkantige achtseitige Pyramide vom Hexakisoktaëder abschneiden; was also unmöglich. — Von einer Form mit gleichkantigen vierflächigen Ecken (liegend wie diejenigen des Mittelkrystalls) würde die Dodekaëderfläche quadratische Pyramiden abschneiden. Auf diese Dodekaëderfläche projicirt würden die betreffenden Flächen des Hexakisoktaëder als ein Quadrat erscheinen. Man mache nun eine Linearprojection der regulären Körper auf eine Dodekaëderfläche — um sich sogleich zu überzeugen, dass in dieser Projectionsfigur keine krystallonomische Form als ein Quadrat sich darstellen könne.

An derselben Stufe, welche von astförmigen Gebilden des Kupfers umschlossen, in Begleitung von Analcim jenen ausgezeichneten Krystall — nebst einigen mehr rudimentär ausgebildeten — der Combination $\frac{1}{3}\ O\frac{3}{2}$, $\infty\ O$ darbietet, zeigt sich auch sehr schön die Erscheinung der »Fort-

wachungen«. Der herrschende Typus der Kupferkrystallisation unserer Stufe ist nämlich der Würfel nebst dem Pyramidenwürfel $\infty O \frac{5}{2}$ (025). Auf diesen Krystallen sitzen kappenförmige Gebilde einer zweiten Kupferkrystallisation auf, in der Combination ∞O , $\frac{1}{3} O \frac{2}{3}$. Diese Fortwachungen bedecken zuweilen mit grösster Regelmässigkeit die stumpfen Pyramiden von $\infty O \frac{5}{2}$, wie es in Fig. 3 dargestellt ist. Die kappenförmigen Neubildungen dehnen sich wohl bis zur Hexaëderkante aus, während die sechsflächigen Ecken der primären Bildung frei bleiben, wie es durch den Aufbau der Flächen $\frac{1}{3} O \frac{2}{3}$ auf $\infty O \frac{5}{2}$ nothwendig bedingt ist. Meist bedecken indess die Kappen den Primitivkrystall nicht so vollständig, wie es die Fig. 3 darstellt; sie bilden vielmehr nur einzelne parallelgestellte Krystalltheile, welche, unregelmässig über die Oberfläche der älteren Formen vertheilt, zuweilen zu äusserster Kleinheit herabsinken. — Der Pyramidenwürfel $\infty O \frac{5}{2}$ wurde zuerst von G. Rose am Kupfer von Bogoslawsk beobachtet; sein Vorkommen war bisher auf diesen Fundort beschränkt. Die Bestätigung der von G. Rose entdeckten Form auch für das Kupfer vom Oberrn See beweist, dass die Bemerkung, welche Quenstedt (Handb. d. Min. 3. Aufl. S. 698) bezüglich jener Form $\infty O \frac{5}{2}$ beifügt: »sie könnte wohl mit der gewöhnlichen, beim Gold und Silber vorkommenden, $\infty O 2$, übereinstimmen — nicht ganz zutreffend ist. An den Krystallen vom Oberrn See sind die Flächen $\infty O \frac{5}{2}$ normal zur Grundkante gestreift. — Die Stufe in Rede zeigt in einzelnen Krystallgebilden Verzerrungen des Würfels, resp. des Pyramidenwürfels parallel einer oktaëdrischen Axe; sie stellen sich als zwölfseitige Prismen dar, gebildet durch acht Flächen $\infty O \frac{5}{2}$ und vier Flächen $\infty O \infty$. Auch finden sich Verzerrungen in der Richtung einer rhombischen Axe, d. h. parallel der Diagonale einer Würfelfläche.

Andere Stufen des Kupfers vom Oberrn See stellen Combinationen des Dodekaëder mit dem Pyramidenwürfel $\infty O 2$ oder auch $\infty O \frac{5}{2}$ dar. Indem die Flächen dieser letzteren Formen einer unregelmässigen Unvollständigkeit der Flächen unterliegen, resultiren zuweilen schwer zu enträthselnde Gestalten. Die Krystalle, deren herrschende Form $\infty O 2$, bilden besonders gerne Zwillinge; es sind jene dihexaëderähnlichen Gestalten mit Polkanten von $36^\circ 52'$. Die Lateralkanten dieser Pseudodihexaëder sind zuweilen schmal abgestumpft durch die, beiden Individuen gemeinsamen Dodekaëderflächen. Es kommen auch aufgewachsene Zwillinge dieser Art von rhombischem Ansehen vor, bis 20 mm. lang, entsprechend der Fig. 5 b. Taf. I; diese Zeitschr. I. Bd.

Besonderes Interesse verdient ein sternförmig dendritisches Gebilde, welches eine unverkennbare Analogie mit den von G. Rose so meisterhaft beschriebenen sternförmigen Kupferkrystallisationen von Bogoslawsk besitzt. Erinnern wir uns, dass bei den letztgenannten Gebilden die Kry-

stallelemente sich in der Zwillingssebene, einer Oktaëderfläche, an einander reihen und zwar parallel den Seiten dieser Oktaëderfläche oder — was dasselbe ist — parallel den Combinationskanten zwischen Oktaëder und Würfel. Das dendritische Gebilde vom Obern See gleicht einer unregelmässig kreisförmigen, mannichfach durchbrochenen Platte von 50 mm. Durchmesser mit einer erhöhten Mittelrippe und zahlreichen dichtgedrängten Seitenrippen, welche sich unter Winkeln von 60° an die Centralrippe anfügen. Am Rande löst sich die Zwillingsplatte in regellos gestellte bis 8 mm. grosse würfelförmige Individuen auf. Die Krystallelemente dieses Gebildes lassen folgende Formen erkennen: $\infty O \infty$, O , ∞O , $\infty O \frac{5}{2}$. Soweit diese Elemente an dem mehr geschlossenen Bau der Platte theilnehmen, sind sie parallel der Zwillingssebene O tafelförmig ausgedehnt; wo sie sich aber zu selbständigen einfachen Individuen lösen, da herrscht sogleich der Würfel mit (durch $\infty O \frac{5}{2}$) zugeschärften Kanten. Die Richtung, in welcher sich die Krystallelemente an einander reihen, die Strahlenrichtung, entspricht auch hier wie bei den Kupfersternen von Bogoslawsk den Combinationskanten zwischen Würfel und Oktaëder, d. h. den Oktaëderkanten. Zuweilen zeigt das Kupfer vom Obern See hohle Gestalten; es hat sich in diesem Fall offenbar als sekundäres Mineral über älteren, wahrscheinlich gleichfalls Kupfer-Verbindungen durch Reduktion gebildet. Welches Mineral ursprünglich jene, zuweilen röhrenförmigen Gestalten erfüllte, habe ich nicht ermitteln können. An Andeutungen pseudomorpher Bildung fehlt es bei dem amerikanischen Kupfer-Vorkommen nicht. Bereits Dana erwähnt im »System of Mineralogy« Pseudomorphosen von Kupfer nach Kalkspathskalenoëdern. Zuweilen sind die etwas gestörten und verzogenen Combinationsformen des Kupfers ungemein schwierig zu entziffern; ja man bleibt bisweilen in Ungewissheit, ob man ein primitives oder ein pseudomorphes, eine reguläre oder eine skalenoëdrische Gestalt vor sich habe. Dieser Art ist eine Stufe unserer ältern Sammlung, welche bis 10 mm. grosse, eigenthümlich verzerrte Krystalle, auf einer ästig-knolligen Kupfermasse aufgewachsen, darbietet. Es finden sich unter jenen Krystallen skalenoëdrische Formen, deren Kanten allerdings nur annähernd zu messen sind ($X = 34\frac{3}{4}^\circ$ bis $36\frac{1}{2}^\circ$; $Y = 22^\circ$ bis 24°), welche sich indess weder auf Kalkspath, noch auf die reguläre Form des Kupfers bisher zurückführen liessen und demnach ihrer Deutung noch entgegenzusehen.

8. Ueber ungewöhnliche und anomale Flächen am Granat aus dem Pfischthal in Tyrol.

Dieses Granatvorkommen erwähnen Liebener und Vorhauser in ihrem verdienstvollen Buche »die Mineralien Tyrols«, 1852; S. 145, mit den Worten: »Zierliche Krystalle mit beinahe Diamantglanz, einzeln und

zusammengewachsen, in der Kernform und in der Combination mit dem Leucitoid, nicht grösser als höchstens zwei Linien. Hyazinth- ins Blutrothe und Schwärzlichbraune. Durchscheinend. Aufgewachsen auf Gängen und Klüften des Chloritschiefers und des mit demselben gemengten Allochroits in Begleitung von herrlichen pistaziengrünen Idokraskrystallen, von weissem und lauchgrünem Diopsid, von krystallisirtem Chlorit, Epidot und, seltener, von weissem Zirkon. Als Fundorte werden angegeben das Wildkreuzjoch und die Porgumer [wohl richtiger Burgumer] Alp gegen Pfunders, — in Pfitsch. «

Zu den begleitenden Mineralien ist, den mir vorliegenden Stufen zufolge, auch Apatit sowie Magnetit hinzuzufügen. Hessenberg (Min. Not. 4. Forts. S. 9. 1858; Abh. Senck. Ges. Bd. II. S. 243) bestimmte am Granat von Pfitsch das Pyramidenoktaëder $\frac{3}{2}O$ (233), eine der seltensten Formen am Granat, in Combination mit dem Ikositetraëder $2O2$ (442), dem Dodekaëder und dem Hexakisoktaëder $3O\frac{3}{2}$ (423). — M. Bauer führt in seiner Arbeit »über die seltenen Krystallformen des Granats« (Ztschr. d. d. geol. Ges. 1874. S. 449) an den Krystallen von Pfitsch neben Dodekaëder und Ikositetraëder $2O2$ noch auf den Würfel, das Ikositetraëder $3O3$ (443) und den Pyramidenwürfel $\infty O2$ (042).

Als ich in der früher Krantz'schen Sammlung die verschiedenen Stufen aus dem Pfitscher Thale musterte in der Hoffnung, den so seltenen Perowskit dieses Vorkommens zu finden — eine Hoffnung, welche sich auch erfüllte, indem ich jene Originalstufe, auf welche sich die Angabe, dass der Granat von Pfitsch in »reinen Würfeln« vorkomme, bezieht, als Perowskit erkannte — bemerkte ich mehrere Stücke jenes von Liebenauer und Vorhauser charakterisirten Granatvorkommens. Durch ihren lebhaften Glanz und Flächenreichthum, sowie durch eine gewisse Fremdartigkeit des Aussehens zogen diese Krystalle trotz ihrer geringen Grösse sogleich meine Aufmerksamkeit auf sich. Schon Dr. Krantz hatte an diesen sehr kleinen Krystallen, wie die beiliegende Etikette beweist, die Flächen des Würfels und Oktaëders beobachtet. Das Gestein, auf welchem die Granate in Rede aufgewachsen sind, ist wesentlich ein gneissähnliches Gemenge von Chlorit und derbem grünem Allochroit. Die Stufe, welche bei ihrer grossen Zahl von aufgewachsenen Granaten (ca. 400) das Material zu dieser Untersuchung lieferte, ist nur ca. 60 mm. gross und zeigt auf der Drusenfläche, ausser Granat, Chlorit und Diopsid. Ein kleiner Theil der Drusenfläche ist mit blättrigem Kalkspath bedeckt, welcher die Granate theilweise umhüllt. Der Kalkspath, welcher die charakteristischen Zwillingslamellen, resp. Streifen, erkennen lässt, mag früher wohl die ganze Gesteinsfläche bedeckt haben. Andere Granatstufen derselben Lokalität sind ganz frei von Kalkspath; ob ursprünglich, oder in Folge der Zersetzung und Fortführung, bleibt dahin gestellt. Die Granate erreichen höchstens 2, meistens nur 4 mm.

Bei dem Versuche, die Flächen dieser Krystalle zu bestimmen, stösst man meist sofort auf Schwierigkeiten, welche um so überraschender sind, nachdem etwaige Zweifel, ob man wirklich Granat vor sich habe, wieder geschwunden. In der That ist das Aussehen vieler Krystalle so ungewöhnlich, dass mir ein Zweifel aufstieg, ob nicht Zirkon vorliege, welches Mineral an derselben Fundstätte nicht nur in wasserheller, sondern auch mit röthlichbrauner Farbe vorkommt. Die Vermuthung, dass vielleicht Perowskit von ungewöhnlicher Ausbildung hier vorläge, wurde durch den Mangel einer (hexaëdrischen) Spaltbarkeit und die ganz verschiedene Flächencombination — der Pfitscher Perowskit zeigt herrschend den Würfel — widerlegt. Fast jeder Krystall erheischt zu seiner Entzifferung ein eingehendes Studium.

Niemals fehlen die Flächen des Dodekaëder; sie sind bald mehr, bald weniger herrschend, häufig sehr unsymmetrisch ausgebildet und von ungewöhnlicher Begrenzung; fast immer eben und vollkommen glänzend, genau messbar. Die Kanten des Dodekaëder besitzen meist normale Werthe, wenigstens sind ungewöhnliche Abweichungen sehr selten.

Sehr verschieden vom Dodekaëder verhalten sich indess andere Combinationsformen, welche zuweilen in grösserer Zahl auftreten und bald einem Ikositetraëder und Pyramidenwürfel, bald einem Triakisoktaëder und Hexakisoktaëder angehören oder wenigstens der Lage dieser Körper sich nähern. Auch Oktaëder und Würfel kommen nicht ganz selten vor. — Von allen genannten Formen fand ich nur das Ikositetraëder 202 (112) zuweilen vollkommen regelmässig gebildet, als eine sehr glänzende gut spiegelnde Abstumpfung der Dodekaëderkanten, die Flächen aller anderen Formen besitzen eine bald mehr, bald weniger anomale Lage und Ausbildung. Die Messungen derselben führen meist zu sehr complicirten Symbolen und selbst diese gewähren nicht immer eine befriedigende Uebereinstimmung zwischen berechneten und beobachteten Werthen. Eine fernere Eigenthümlichkeit dieser anomalen Flächen beruht in ihrem durchaus unvollzähligen, oft vereinzelt auftretenden. An Glätte und Glanz stehen sie zwar hinter den Dodekaëderflächen zurück, gestatten indess meist noch befriedigende Messungen. Nur solche anomale Flächen sollen hier berücksichtigt werden, welche mit dem Fernrohr-Goniometer gemessen werden konnten. Bei dem lichtschwachen Reflex der meist nur sehr und äusserst kleinen Flächen wurde gewöhnlich ein helles Lampenlicht benutzt.

Recht bemerkenswerth sind an unsern Granaten auch gewisse Streifen oder feine Furchen, deren Natur sowie ihre Lage mir noch nicht vollkommen klar geworden ist. Sie fehlen selten auf den anomalen Flächen, während sie auf den Dodekaëderflächen weniger häufig erscheinen. Auf letzteren bemerkte ich sie namentlich dann, wenn die betreffenden Flächen in Bezug auf Lage und Glätte nicht ganz regelmässig gebildet sind. Die

Streifen setzen bald von einer Fläche zur benachbarten über, bald enden sie an den Kanten. Ihre Lage konnte nicht als eine krystallonomische erkannt werden. Einige dieser Streifen besitzen alle Kennzeichen von Zwillingslamellen und wurden auch von Hrn. Des Cloizeaux auf Grund seiner Untersuchung als solche anerkannt; bei andern bleiben Zweifel bestehen. — Schon hier glaube ich der Vermuthung widersprechen zu müssen, dass äussere Störungen allein die anomale Lage der Flächen bedingt. Die Annahme, dass die Anomalien in Rede Gegenwachungsflächen seien — liegt bei einer ersten Betrachtung nicht ferne; in ähnlicher Weise könnte man geneigt sein, die Streifen der Granatflächen auf die Zwillingsstreifen des umhüllenden Kalkspath zurückzuführen. Indess genügen diese Annahmen zur Erklärung der vorliegenden Erscheinungen nicht. Wenn nämlich lediglich äussere Störungen die anomale Lage der Flächen bedingt hätten, so müssten durch dieselben Einflüsse auch die Dodekaëderflächen gestört sein, was nicht der Fall ist. Auch lehrt eine genaue Betrachtung der Stufe, dass keine Beziehung zwischen den Streifen des Granats und den Zwillingslamellen des Kalkspaths besteht. Dass der letztere überhaupt nicht die Ursache der Anomalien des Granats ist, folgt wohl auch daraus, dass ähnliche Erscheinungen an den fast zahllosen anderen Fundorten, welche den Granat, von Kalkspath bedeckt, darbieten, nicht beobachtet werden. Indem wir die Lösung des hier vorliegenden Problems von ausgedehnteren Forschungen erwarten müssen, soll zunächst nur die äussere Form des Pfäzcher Granats an einzelnen charakteristischen Krystallen untersucht werden.

Die Bestimmung der Flächen geschah, da sie im Allgemeinen nicht in Zonen liegen, meist durch Messung zweier Combinationskanten, welche die betreffende Fläche mit zwei Dodekaëderflächen bildet. Der Weg, welchen dabei die Rechnung zu nehmen hat, möge durch ein Beispiel angedeutet werden. Es sei die Fläche i (Fig. 4) zu bestimmen: gemessen die Kanten $d^1 : i$ und $d^2 : i$. In dem sphärischen Dreieck $d^1 d^2 i$ sind die drei Winkel bekannt ($d^1 : d^2 = 60^\circ$); man berechnet die Seite (den ebenen Winkel) α . Man bilde nun ein sphärisches Dreieck aus den Flächen i , d^1 und derjenigen Axenebene, welche normal zu d^1 steht. In diesem Dreieck kennt man zwei Winkel (davon einer $= 90^\circ$) und eine jenen Winkeln anliegende Seite (den ebenen Winkel auf $d^1 = \alpha = 144^\circ 44'$; letzteres das Supplement des halben spitzen Winkels der Dodekaëderfläche). Die dem Winkel $d^1 : i$ gegenüberliegende Seite (d. h. der ebene Winkel in der Axenebene) ergibt nun sofort einen der beiden gesuchten Axenschnitte der Fläche i , zu welchem man sehr leicht den anderen findet. In ähnlicher Weise ergeben sich die Axenschnitte, wenn — statt der Kante $d^2 : i$ — $d^3 : i$ gemessen ist.

Kr. 1 (Fig. 4); Grösse 4 mm., herrschend das Dodekaëder; nur die signirten Flächen frei zur Ausbildung gelangt, die andern in Folge der

Aufwachsung nicht entwickelt. Zunächst wurden einige Kanten der Dodekaëder gemessen, $d^1 : d^3 = 59^\circ 56'$; $d^2 : d^3 = 60^\circ 0'$. Zur Bestimmung von i dienten die Messungen $d^1 : i = 29^\circ 42'$ und $d^3 : i = 49^\circ 36'$. Es ergibt sich auf Grund dieser Messungen, dass i annähernd die Lage eines Ikositetraëder besitzt und zwar mit $\frac{5}{3}O\frac{5}{3}$ (533) in ziemlich befriedigender Weise übereinstimmt. Es berechnen sich nämlich (unter der Voraussetzung, dass $i = \frac{5}{3}O\frac{5}{3}$) $d^1 : i = 30^\circ 23'$; $d^3 : i = 49^\circ 41'$. Die Form $\frac{5}{3}O\frac{5}{3}$, welche ich auch an einem zweiten Krystall beobachtete, misst in den oktaëdrischen Kanten $42^\circ 32' 16''$, in den hexaëdrischen $26^\circ 18' 38''$. — Die Kante $d^1 : d^3$ ist äusserst schmal, $d^2 : d^3$ etwas breiter durch 202 abgestumpft. Die zwischen d^2 und d^3 auftretende Fläche ist schlecht gebildet und parallel der feinen, in diagonalen Richtung verlaufenden Linie geknickt, die beiden gestrichelt-punktirten Linien bezeichnen hier, wie auch in den folgenden Figuren, feine Streifen.

Kr. 2 (Fig. 5), von gleicher Grösse wie der vorige und in unmittelbarer Nähe desselben aufgewachsen; kaum zur Hälfte frei. An diesem Krystall bieten sich die Flächen q , rr' und p zur Bestimmung dar. Es wurden gemessen die Kanten $d^2 : d^3 = 60^\circ 0'$; $d^2 : q = 22^\circ 52'$ und $d^3 : q = 49^\circ 46'$. Hieraus folgen für q die Axenschnitte 2,0395 : 4,3372 : 4, für welche Werthe wir unbedenklich $2 : \frac{4}{3} : 4$ setzen können. q hat demnach die Lage einer Fläche (bezogen auf Fig. 4, entsprechend der Fläche 2) des Hexakisoktaëder $2O\frac{4}{3}$ (4 3 2). Für die Fläche 2 3 4 dieser Form berechnen sich folgende Neigungen $d^2 : q = 23^\circ 42'$ und $d^3 : q = 48^\circ 58'$ sowie $d^1 : q = 18^\circ 41'$ (letztere Kante ist am Krystall wegen Störung und Streifung von d^1 nicht zu messen). Die Form $2O\frac{4}{3}$ wurde bereits durch Hensenberg am Perowskit desselben Fundorts nachgewiesen (Min. Not. No. 4. S. 20). Die Kantenwerthe der gleichkantigen Form betragen nach Hensenberg:

Oktaëdrische Kante = $43^\circ 36' 10''$;
hexaëdrische und dodekaëdrische Kante = $15^\circ 5' 25''$.

Die Flächen rr' bilden eine sehr stumpfe Kante, annähernd 5° , sie ähneln einer nach der symmetrischen Höhenlinie (oder Diagonale) stumpf gebrochenen Fläche eines Pyramidenoktaëders. Angenäherte Messungen ergaben $d^2 : r = 38^\circ 6'$; $d^3 : r = 44^\circ 34'$. Auf Grund dieser Messungen leitet sich für r das Symbol $\frac{1}{2}O\frac{1}{2}\frac{2}{3}$ (60 55 42) ab. Die Fläche r (55 42 60) würde mit d^2 die Kante $38^\circ 2\frac{1}{2}'$, mit d^3 $44^\circ 30\frac{1}{2}'$ bilden, Winkel, deren Abweichung von den gemessenen durchaus innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegt. Die Kante $r : r'$ berechnet sich zu $4^\circ 25\frac{3}{4}'$. Das Hexakisoktaëder $\frac{1}{2}O\frac{1}{2}\frac{2}{3}$ ist nicht bekannt; seine Formel ist zu complicirt, als dass durch vorliegende Beobachtung seine Existenz bewiesen wäre. Die Formel $\frac{1}{2}O\frac{1}{2}\frac{2}{3}$ lässt erkennen, bis zu welchem Grade die Flächen r in

ihrer Lage sich dem Pyramidenoktaëder $\frac{3}{2}O$ nähern. Die Fläche desselben würde mit d^2 und d^3 den Winkel $44^\circ 5'$ bilden. — Noch bleibt eine einzelne Pyramidenwürfel-Fläche, p , zu bestimmen. Aus der Kantenmessung $d^3 : p = 23^\circ 15'$ folgt für p das Symbol $\infty O \frac{5}{2} (2 \ 5 \ 0)$; berechnete Combinationskante mit $d^3 = 23^\circ 42'$. Die bisher am Granat unbekannte (wohl aber am Flussspath und, wie wir oben sahen, am Kupfer nachgewiesene) Form $\infty O \frac{5}{2}$, welche wir am Kr. 8 wiederfinden, dürfte demnach den am Granat bereits bekannten Formen $\infty O 2$, $\infty O \frac{3}{2}$, $\infty O \frac{2}{19}$ hinzuzufügen sein. — Erwähnenswerth ist noch das Auftreten einer einzelnen Würfel-Fläche, welche die zur Rechten liegende Ecke abstumpft (in der Fig. nicht gezeichnet). — Ueber d^1 laufen, parallel der langen Diagonale, Streifen, womit möglicher Weise eine unvollkommene Beschaffenheit dieser Fläche zusammenhängt.

Kr. 3 (Fig. 6). An diesem 4 mm. grossen Krystall treten fünf normal gebildete Dodekaëderflächen auf; die grössere Hälfte desselben ist auch hier durch Aufwachsung verborgen. Zwischen d^1 und d^3 erscheint eine breite, glänzende, gut messbare Fläche, parallele Kanten mit d^1 und d^3 bildend. Diese Fläche gehört, da sie eine schiefe Abstumpfung der Dodekaëderkante bildet, einem parallelkantigen Hexakisoktaëder (Pyramiden-dodekaëder) an. Die Flächen d , ∞O , wurden gemessen und ihre normale Lage, bis auf wenige Minuten, constatirt. Zur Bestimmung von s diene die Messung $d^1 : s = 9^\circ 32'$ (bis $9^\circ 22'$). Dieser Flächenlage kommt am nächsten das Hexakisoktaëder $\frac{2}{3}O \frac{2}{3} \frac{2}{3} (28 \ 23 \ 5)$, dessen Fläche $(28 \ 5 \ 23)$ (6, s. Fig. 4) mit d^1 den Winkel $9^\circ 38\frac{1}{4}'$ bilden würde. Da die genannte Form ein sehr complicirtes Symbol besitzt, so berechnete ich die betreffende Combinationskante auch für die Form $\frac{1}{2}O \frac{1}{2} (11 \ 9 \ 2) = 9^\circ 49\frac{1}{2}'$; sowie für $6O \frac{5}{2} (6 \ 5 \ 4) = 8^\circ 57'$. Sämmtliche drei Formen sind Pyramiden-dodekaëder und bisher nicht beobachtet.

Die Fläche p entspricht einem Pyramidenwürfel, indem sie genau in die Zone $d^2 : d^4$ fällt. Die Messung ergab $d^2 : p = 44^\circ 0'$, woraus für p das Symbol $\infty O \frac{5}{2} (3 \ 5 \ 0)$. Für diese Form berechnet sich die in Rede stehende Combinationskante $= 44^\circ 2'$. Da dieselbe Fläche auch an einem andern der vorliegenden Krystalle beobachtet wurde, so scheint der Aufnahme der bisher unbekannten Form $\infty O \frac{5}{2}$ unter die Combinationsformen des Granats kein Bedenken entgegenzustehen. $\infty O \frac{5}{2}$ misst in den hexaëdrischen oder Grundkanten $28^\circ 4' 20''$, in den dodekaëdrischen oder Pyramidenkanten $42^\circ 40' 5''$.

Kr. 4 (Fig. 7). Dieser 2 mm. grosse Krystall zeichnet sich durch die ebene, glänzende anomale Fläche r aus, welche zwar annähernd die Lage eines Iksitetraëders besitzt, indess, wie die Messungen $d^1 : r = 33^\circ 29'$ und $d^2 : r = 36^\circ 38'$ lehren, schief auf die Kante $d^1 : d^2$ aufgesetzt ist. Zur

Bestimmung dienten die gemessenen Kanten $d^1 : r = 33^\circ 29'$ (bis $25'$) und $d^3 : r = 73^\circ 52'$ (bis $48'$). Auf Grund derselben berechnet sich das Symbol von $r = \frac{1}{2} O \frac{1}{3}$ (443 33 26). Stellen wir die Combinationskante dieser Form (33 26 443; Fläche 4, Fig. 4) mit den drei Dodekaëderflächen neben die gemessenen Werthe:

$d^1 : r = 33^\circ 23\frac{1}{4}'$	$33^\circ 29'$ bis $25'$ (gem.)
$d^2 : r = 36 \ 42$	36 38 -
$d^3 : r = 73 \ 45\frac{1}{4}$	73 52 bis 48 -

Trotz der befriedigenden Ausbildung der Fläche r und der nahen Uebereinstimmung der gemessenen und berechneten Winkel, wage ich — mit Rücksicht auf das complicirte Symbol — es nicht, die Form $\frac{1}{2} O \frac{1}{3}$ unter die sicher beobachteten Formen aufzunehmen.

Die Fläche i wurde durch annähernde Messungen als $\frac{5}{3} O \frac{2}{3}$ bestimmt (vergl. Kr. 4); sie bildet gleiche Combinationskanten mit d^1 und d^2 . Die sehr kleine Fläche i gehört derselben Form an, während in der Zone $d^1 : d^3$ zwei Ikositetraëderflächen (e) $2 O 2$ auftreten.

Auf der anomalen Fläche r verlaufen einige sehr deutliche Streifen, welche an Zwillingslinien erinnern (Fig. 7); sie gehen genau oder fast genau parallel derjenigen Kante, welche r mit e bilden würde, wenn diese Flächen zum Schneiden kämen. Da sie weder auf d^1 noch auf d^2 fortsetzen, so war über die räumliche Lage der ihnen entsprechenden Lamellen nichts Bestimmtes zu ermitteln. Von den sechs Dodekaëderflächen, welche unser Krystall darbietet, ist eine, d^5 , mit einer flachen Streifung bedeckt und in ihrer Lage gestört. Es verräth sich dies durch Messung der Zone $d^3 : d^2 : d^5$. Während die Kante $d^3 : d^2$ fast vollkommen den normalen Winkel ergab ($59^\circ 58'$), bemerkt man auf d^5 zwei Bilder, von denen das eine der Fläche selbst, das andere den breiten Streifen angehört, $d^2 : d^5 = 59^\circ 38'$ und $59^\circ 44'$. An der Ecke $r d^2 d^5$ erscheint noch eine sehr kleine Fläche (y), schief auf die Kante $d^2 : d^5$ aufgesetzt, $y : d^2$ ca. 26° , $y : d^5$ ca. 36° . Da die Streifen auf d^5 der Kante $y : d^5$ parallel, so war ein Mittel geboten, annähernd die Richtung derselben zu bestimmen; sie bilden mit der Kante $d^2 : d^5$ ungefähr 24° und stehen annähernd normal zur Kante $d^4 : d^5$.

Kr. 5 (Fig. 8), 4 mm. gross, zeigt kaum mehr als einen Oktanten frei; die drei Flächen ∞O sind trefflich ausgebildet. Zwei Kanten werden durch zwei Flächen e , $2 O 2$ gerade abgestumpft, auf der dritten Kante ist indess eine anomale Fläche doppelt schief aufgesetzt. Es wurde gemessen $d^1 : s = 34^\circ 40'$; $d^2 : s = 26^\circ 54'$. Diese Winkel ergeben für die Fläche das Symbol $\frac{2}{3} O \frac{3}{2}$ (9 6 5). Die Combinationskante der Fläche $5 \ 6 \ 9$ (2, Fig. 4) mit d^1 berechnet sich $= 33^\circ 49\frac{1}{2}'$, mit $d^2 = 27^\circ 7'$. Die Differenz der gemessenen und berechneten Werthe überschreitet hier nur wenig die Fehlergrenzen. Wollte man eine noch grössere Uebereinstimmung suchen,

so würde man zu einem allzu complicirten Symbol geführt (z. B. $\frac{2}{3}O\frac{2}{3}$). Wenngleich ich die Existenz der Hexakisoktaeder $\frac{2}{3}O\frac{2}{3}$ durchaus nicht als erwiesen bezeichnen möchte, so erscheint sie des ziemlich einfachen Symbols wegen auch nicht unwahrscheinlich. Die Kanten dieser Form berechnen sich wie folgt: oktaëdrische = $49^{\circ} 37' 16''$, hexaëdrische = $20^{\circ} 30' 38''$, dodekaëdrische = $6^{\circ} 48' 2''$. — Die Flächen s und e^1 tragen einige Streifen parallel ihrer Combinationskanten, welche indessen nicht auf die Flächen ∞O fortsetzen.

Kr. 6, $1\frac{1}{2}$ mm. gross, Combination des herrschenden Dodekaëder mit einer Fläche, welche ähnlich liegt wie q (Fig. 5). Der Bestimmung lagen zu Grunde die Messungen $d^2 : q = 21^{\circ} 42'$; $d^4 : q = 85^{\circ} 34'$; sie führen zu den Axenschnitten 1,967 : 4 : 4,1815. Setzen wir dafür $2O\frac{1}{11}$ (26 22 13), so erhalten wir folgende Combinationskanten der Fläche (13 22 26) — (2, Fig. 1): mit $d^2 = 21^{\circ} 24\frac{1}{2}'$, mit $d^4 = 85^{\circ} 33'$, mit $d^1 = 40^{\circ} 51'$ (gem. $40^{\circ} 21'$). Nicht unwahrscheinlich ist es, dass wir in q eine gestörte Fläche $2O$ (122) zu erkennen haben. Für diese Fläche würde betragen: die Kante mit $d^2 = 19^{\circ} 25\frac{1}{2}'$; mit $d^4 = 90^{\circ} 0'$; mit $d^1 = 45^{\circ} 0'*$). Wenngleich die Abweichung der anomalen von der supponirten normalen Fläche hier mehr als 4° beträgt, deshalb die Zurückführung von q auf $2O$ gewagt erscheinen könnte, so wird bei Besprechung des Krystalls 9 bei ähnlicher Flächenlage kaum eine andere Annahme möglich sein. — Unser Krystall zeigt ferner eine einzelne Fläche $\infty O2$ (120), sowie eine einzelne Fläche O . Zwei Flächen ∞O , d^1 und d^5 , sind gestreift und zwar laufen die Streifen den längeren Flächendiagonalen parallel. Die den Streifen entsprechenden Lamellen liegen demnach in einer Würfelfläche.

Kr. 7 (Fig. 9 a, b, c), wegen vortrefflicher Ausbildung der anomalen Flächen besonders merkwürdig. Obgleich diesem, $1\frac{1}{2}$ mm. grossen Krystall das eingehendste Studium gewidmet wurde, gelang es dennoch nicht, alle Erscheinungen desselben zu enträthseln. Zu diesen gehört namentlich eine einspringende Kante auf d^5 . Zunächst wurden einige Dodekaëderflächen gemessen $d^1 : d^2 = 60^{\circ} 4'$; $59^{\circ} 58'$; $d^1 : d^4 = 60^{\circ} 0'$. Eine der Dodekaëderflächen, d^5 , zeigt eine Störung, indem sie eine in der Richtung der längeren Diagonale verlaufende einspringende Kante trägt $d^5_I : d^5_{II} = 2^{\circ} 8'$. Keine der beiden Flächenhälften besitzt ihre normale Lage, denn $d^2 : d^5_I = 64^{\circ} 48'$; $d^2 : d^5_{II} = 63^{\circ} 0'$. — Zunächst wurde die Fläche p bestimmt, sie stellt ein ungleichseitiges Dreieck dar und gibt ein gutes Bild. Auf Grund der Messungen $d^1 : p = 14^{\circ} 40'$ und $d^2 : p = 52^{\circ} 35'$ wurde zunächst ermittelt, dass p sehr nahe die Lage der Fläche eines

*) Es ist wohl erwähnenswerth, dass jede Fläche des Triakisoktaëder $2O$ mit zwei Flächen des Dodekaëder genau 45° bildet und zwar 212 mit 110 und 011 etc.

Pyramidenwürfels besitzt. Es berechnet sich nämlich der ebene Winkel der Fläche d^1 , gebildet durch die Kanten $d^1 : p$ und $d^1 : d^2 = 54^\circ 35\frac{1}{2}'$ (statt $54^\circ 44'$, wenn die Kante $d^1 : p$ genau parallel der kurzen Diagonale von d^1 ginge). Es ergibt sich nun für p das Symbol $\infty O\frac{5}{3}$ ($3 \ 5 \ 0$).

$$\begin{array}{ll} d^1 : p = 44^\circ 2\frac{3}{4}' \text{ (ber.)} & 44^\circ 40' \text{ bis } 6' \text{ (gem.)} \\ d^2 : p = 52^\circ 40\frac{1}{2}' - & 52^\circ 35' - \end{array}$$

Die Zone $d^1 : p$ führt zu der sehr kleinen, ähnlich liegenden Fläche π ; dieselbe gehört gleichfalls einem Pyramidenwürfel an, doch nicht der Form $\infty O\frac{5}{3}$, sondern $\infty O3$ (bekannt beim Flussspath, Amalgam etc.).

Weit schwieriger war die Bestimmung der Flächenlage von s und t . Beide anomale Flächen geben scharfe Bilder und gewiss wird Niemand, der diese Flächen untersucht, geneigt sein, an ihrem Charakter als wirklichen Krystallflächen zu zweifeln. Für keine dieser beiden Flächen lässt sich eine Zone ermitteln. Wie Fig. 9 c andeutet (die beiden schiefen Projectionen a und b stellen den Krystall in zwei gegen einander um 90° gedrehten Stellungen dar), ist sie mit Streifen bedeckt, welche durchaus den Eindruck von Zwillingsstreifen hervorbringen. Sie setzen fort auf p und d^1 und erzeugen auf den betreffenden Flächen ein zweites schwaches Bild, etwa $\frac{1}{2}$ von dem eigentlichen Flächenreflex entfernt. Die räumliche Lage der Ebene der Streifen konnte nicht ermittelt werden; sie wurden lediglich nach dem Augenmaasse eingezeichnet. Zur Bestimmung von s dienten die Messungen $d^1 : s = 42^\circ 52'$ und $d^2 : s = 66^\circ 35'$. Diese Winkel führen, so wohlgebildet die Fläche auch ist, nicht zu einem krystallonomisch einfachen Symbol. Von den etwa noch zulässigen Formen kommt am nächsten $2\frac{5}{3} O\frac{5}{2}$ ($25 \ 10 \ 3$). Für die betreffende Fläche ($3 \ 10 \ 25$) — Fig. 9 a — (oder $10 \ 3 \ 25$ in Fig. 9 b, entsprechend 4, Fig. 4) berechnet sich die Combinationskante mit $d^1 = 43^\circ 3\frac{1}{4}'$; mit $d^2 = 67^\circ 0'$. Die Abweichung dieses letztern von dem gemessenen Kantenwerthe ($66^\circ 35'$) überschreitet indess die Fehlergrenze der Beobachtung. Wollte man ganz ohne Rücksicht auf krystallonomische Rationalität ein Symbol suchen, welches fast genau gleiche Combinationskanten wie die Messung ergibt, so bietet sich dar $\frac{11}{3} O\frac{5}{2}$ ($540 \ 4233 \ 4660$); dessen Kante mit $d^1 = 42^\circ 54\frac{1}{4}'$; mit $d^2 = 66^\circ 33\frac{1}{2}'$ betragen würde. Da dies oder ein ähnliches Symbol ganz unannehmbar ist, so wird es sich am meisten empfehlen, s als eine gestörte Fläche $2\frac{5}{3} O\frac{5}{2}$ anzusehen. — Zur Bestimmung von t wurde gemessen $d^1 : t = 35^\circ 45'$ (zweites Bild auf d^1 , hervorgebracht durch die Streifung, $= 36^\circ 0'$) und $d^2 : t = 47^\circ 28'$. Mit diesen Werthen vereinigt sich am besten das Symbol $7 O\frac{3}{2}$ ($28 \ 24 \ 16$); und zwar entspricht die Fläche s , in der Stellung der Fig. 9 b, der Fläche 4, Fig. 4. Berechnete Combinationskante von ($16 \ 24 \ 28$) — Fig. 9 a — mit $d^1 = 36^\circ 3\frac{1}{4}'$, mit $d^2 = 47^\circ 40'$. Die Abweichungen scheinen, mit Rücksicht auf die Schwierigkeit der Messungen

so kleiner Flächen, die Fehlergrenzen kaum zu überschreiten. — Mit a ist eine einzeln auftretende Würfffläche bezeichnet. — Während, wie oben bereits erwähnt, d^5 eine einspringende Kante zeigt und beide Flächentheile sehr gut ausgebildet sind, ist d^4 zu einer ausspringenden Kante von ca. 7° gebrochen. Da indess die beiden Hälften von d^4 unvollkommen gebildet sind, so musste auf eine genauere Bestimmung sowohl der Flächentheile als auch der Richtung ihrer stumpfen Kante verzichtet werden.

Kr. 8 (Fig. 40, 40 a). Die Aufwachsung bedingt, dass nur etwa ein Drittel des $2\frac{1}{2}$ mm. grossen Krystalls zur Entwicklung gelangt ist. Die Figuren geben auch hier ein möglichst porträtähnliches Bild des Krystalls, welcher, gleich den vorigen, eine Combination von nahe regelmässig gebildeten (d , ∞O) und anomalen Flächen darstellt. Die Kanten des Dodekaëder sind etwas zu stumpf, wie folgende Messungen beweisen, $d^1 : d^4 = 59^\circ 48'$; $d^1 : d^2 = 59^\circ 50'$; $d^2 : d^4 = 89^\circ 52'$. Wir wenden uns zur Bestimmung der anomalen Flächen i , s , t , l . — i ist sehr glänzend, gut messbar, nähert sich in seiner Lage einem Ikositetraëder, ist indess gestört, wie die Verschiedenheit der Kanten $d^1 : i = 29^\circ 5'$ und $d^4 : i = 34^\circ 44'$ verräth. Da die Differenz dieser Winkel indess nicht allzu gross, so erschien es naturgemässer, die Fläche als Ikositetraëder, nicht als Hexakisoktaëder zu berechnen. Es geschah auf Grund der Messung $d^2 : i = 76^\circ 40'$, woraus für i das Symbol $\frac{7}{4}O\frac{7}{4}(744)$ folgt. Für dies bisher nicht bekannte Ikositetraëder berechnen sich folgende Combinationskanten $d^2 : i = 76^\circ 23'$ (gem. $76^\circ 40'$); d^1 resp. $d^4 : i = 30^\circ 12\frac{1}{4}'$ (gem. $29^\circ 5'$ und $34^\circ 44'$). Die Form $\frac{7}{4}O\frac{7}{4}$ besitzt folgende Kanten: oktaëdrische K. = $52^\circ 46\frac{1}{2}'$, hexaëdrische K. = $27^\circ 16'$. (Dies Ikositetraëder würde demnach die nächste Beziehung haben zu dem beim Magnetit bekannten $\frac{7}{2}O\frac{7}{2}$.)

• Die sehr glänzende Fläche s hat die Form eines Trapezoids mit zwei fast parallelen Seiten. Da die Differenz der Kanten $d^1 : s = 30^\circ 4'$ — und $d^4 : s = 34^\circ 0'$ — fast 4° beträgt, so wurde die Form als ein Hexakisoktaëder unter Zugrundelegung jener beiden Winkel berechnet. Man erhält für s die Axenschnitte $3,5739 : 4 : 2,9688$, woraus wir das vereinfachte Symbol $\frac{7}{2}O3(24\ 7\ 6)$ für s bilden. Bezogen auf $(7\ \bar{6}\ 24)$ — rechte obere Fläche des linken Oktanten — werden die Winkel der Fläche s : $d^1 : s = 30^\circ 18\frac{1}{2}'$ (gem. $30^\circ 4'$); $d^4 : s = 33^\circ 39'$ (gem. $34^\circ 0'$); $d^2 : s = 62^\circ 27\frac{1}{2}'$ (gem. $64^\circ 49'$).

Ueber die wahre Bedeutung der Fläche s (ob ein Hexakisoktaëder oder ein gestörtes Ikositetraëder) belehrt uns ein in unmittelbarer Nähe des Krystalls in Rede aufgewachsenes, nur $\frac{1}{2}$ mm. grosses Kryställchen, welches am herrschenden Dodekaëder eine der s ähnlich liegende Fläche darbietet. Dieselbe ist hier indess normal und entspricht dem Ikositetraëder

303 (314). Es wird hierdurch vielleicht gerechtfertigt, das s des grössern Krystalls (trotz der Abweichung der Kanten $d^1 : s$ und $d^4 : s$) für eine gestörte Fläche 303 zu halten. Für diese Form berechnen sich die Combinationskanten mit d^1 resp. $d^4 = 34^\circ 29'$ mit $d^2 = 64^\circ 45\frac{1}{2}'$.

Fläche t ist parallel der Kante mit s gefurcht, daher die Reflexe verwaschen. $d^1 : t = 55^\circ 22'$, $20'$. $d^4 : t = 56^\circ 16'$, $23'$, $41'$ (Mittel $56^\circ 27'$). Da beide Kanten nur wenig über einen Grad verschieden sind, so wurde die Form als Ikositetraeder berechnet. Es ergibt sich $\frac{1}{2} O \frac{1}{2} (11\ 2\ 2)$ — nicht bekannt —, dessen Combinationskante mit d^1 resp. $d^4 = 55^\circ 55'$. — Die Form $\frac{1}{2} O \frac{1}{2}$ misst in den oktaëdrischen Kanten $20^\circ 55' 48''$; in den hexaëdrischen $68^\circ 4' 34''$.

Es erübrigt noch die Fläche l , welche zwar recht glänzend, doch in der Nähe der Kante $d^1 : l$ gerundet ist, daher nur annähernde Messungen gestattet; $d^2 : l = 54^\circ 12'$ und $d^4 : l = 64^\circ 8'$. Wählen wir das möglichst einfache Symbol, so ergibt sich $8 O \frac{5}{4} (40\ 32\ 5)$. Berechnen wir l unter dieser Voraussetzung ($5\ 32\ 40$) — Fläche 2, Fig. 4 —, so ergeben sich die Kanten mit $d^2 = 54^\circ 48\frac{3}{4}'$; mit $d^4 = 64^\circ 15\frac{3}{4}'$; mit $d^1 = 8^\circ 26'$ (gem. $8^\circ 50'$). Um eine grössere Uebereinstimmung zu erzielen, müsste man ein complicirteres Symbol wählen, was indess durch die Unvollkommenheit der Fläche l verwehrt wird. (Ich berechnete für $\frac{3}{4} O \frac{5}{4} (155\ 124\ 20)$ die Kante mit $d^2 = 54^\circ 39\frac{2}{3}'$; mit $d^4 = 64^\circ 25'$; mit $l = 8^\circ 33\frac{1}{2}'$). Wäre l eine parallelkantige Abstumpfung der Kante $d^1 : d^2$, so würde sie der Fläche s des Krystalls 3 (s. Fig. 6) zu vergleichen sein. — Am Krystall in Rede wurde ferner gemessen $i : s = 16^\circ 58'$ und $s : t = \text{ca. } 37^\circ 45'$. — Die als gestrichelt-punktirte Linien dargestellten Streifen gleichen auch darin den Zwillinglamellen, dass ihre schmale lineare Fläche in einer etwas andern Ebene glänzt, als diejenige Krystallfläche, auf der sie verlaufen. Die beiden auf den Flächen l und d^2 sichtbaren Streifen gehen parallel der Combinationskante und bilden mit jenen Flächen beziehungsweise Winkel von ca. $1^\circ 30'$ und $1^\circ 20'$ und zwar liegt die einspringende Kante bei beiden Streifen gegen die genannte Combinationskante. Der über l ziehende Streifen setzt, in gleicher Ebene bleibend, über s fort. Auf d^5 erscheinen zahlreiche Streifen, deren Richtung nach dem Augenschein in die Figur eingetragen wurde. Ihre einspringende Kante ist weniger stumpf als diejenige der auf den Flächen l und d^2 verlaufenden Streifen und wurde zu etwa 5° bestimmt. Auch über d^1 verläuft ein Streifen, dessen ausspringende Kante (ca. $1^\circ 20'$) gegen die Kante $d^1 : l$ gerichtet ist.

Kr. 9 (Fig. 11), 2 mm. gross. Dieser sehr merkwürdige Krystall lässt Flächen von dreierlei Art unterscheiden; trefflich ausgebildetes Dodekaëder (d); gestörte, aber auf ihre wahre krystallonomische Bedeutung zurückführbare (p, m, i, k, s, t), endlich eine anomale Fläche (v), deren

wahre Lage ich nicht enträthseln konnte. Zunächst wurden einige Dodekaëderkanten verificirt, $d^1 : d^8 = 90^\circ 0'$; $d^1 : d^4 = 59^\circ 56'$; $d^2 : d^4 = 90^\circ 0'$. Ferner wurde ermittelt, dass p und m , sowie die äusserst kleine Fläche n in der Zone $d^1 : d^8$ liegen und Pyramidenwürfeln angehören und zwar ist $p = \infty 02$; $m = \infty 06$; $n = \infty 0\frac{5}{2}$. $d^1 : p$ wurde gemessen $180^\circ 40'$ bis $20'$ (ber. $180^\circ 26'$). $d^8 : m = \text{ca. } 55^\circ$ (ber. $54^\circ 27\frac{3}{4}'$). $d^1 : n = \text{ca. } 23^\circ$ (ber. $23^\circ 13'$). Die Flächen k und k^1 gestatten befriedigende Messungen. Bestimmen wir zunächst die erstere auf Grund der Messungen $d^1 : k = 30^\circ 38'$ und $d^4 : k = 34^\circ 48'$. Es unterliegt denselben zufolge keinem Zweifel, dass k eine etwas gestörte Ikositetraëderfläche ist und zwar 303 (344), deren Combinationskante mit d^1 resp. $d^4 = 34^\circ 29'$. Für k^1 gilt dasselbe, wie angenäherte Messungen ergaben, $d^1 : k^1 = \text{ca. } 30^\circ$; $d^2 : k^1 = 33\frac{1}{2}^\circ$. — Wie wir in den kk^1 gestörte Flächen 303, so erkennen wir in ii^1 gestörte Flächen 202. Sie wurden wegen allzu geringer Grösse nicht genauer gemessen; doch wurde bestimmt, dass sie nahe gleiche Combinationskanten mit d^1 und d^4 resp. mit d^1 und d^2 bilden. Die Störung ihrer Lage verräth sich schon darin, dass sie keine genau parallelkantigen Abstumpfungen der Dodekaëderkanten bilden (s. Fig.).

Eine auf den ersten Blick recht fremdartige Lage besitzt s ; doch konnte constatirt werden, dass sie wenigstens annähernd in der Zone $p : d^4$ liegt. Zu ihrer Bestimmung dienten die Messungen $d^9 : s = 43^\circ 6'$ und $d^1 : s = 20^\circ 45'$ (in dieser Richtung gibt s ein zweites schwächeres Bild $= 24^\circ 48'$). Suchen wir ganz ohne Rücksicht auf die Einfachheit der Axenschnitte ein Symbol für die Fläche s , so finden wir $2\frac{5}{2} 04\frac{3}{2}$ (475 450 247). Für eine Fläche mit diesem Ausdruck (und zwar links anliegend der Fläche 6, Fig. 4) berechnen sich die Combinationskanten mit $d^9 = 43^\circ 7'$ und mit $d^1 = 20^\circ 44'$, eine Uebereinstimmung mit den gemessenen Winkeln, welche als vollkommen bezeichnet werden muss. Dürfen wir deshalb an die Existenz eines Hexakisoktaëders mit diesem oder einem ähnlich complicirten Symbol glauben? Gewiss nicht. Offenbar liegt eine gestörte Fläche 20 (122) vor, welcher folgende Combinationskanten zukommen würden, $d^9 : 20 = 45^\circ 0'$; $d^1 : 20 = 19^\circ 25\frac{1}{2}'$. Die kleine Fläche t ist eine zweite gestörte Fläche 20, denn $d^1 : t = 20^\circ 2'$; $d^8 : t = 86^\circ 20'$ (ber. $90^\circ 0'$); letztere Kante ist demnach sehr gestört. t ist sehr lichtschwach. — Zu eingehender Untersuchung fordert v auf, welche Fläche ein gutes Spiegelbild gibt. Zur Grundlage der Bestimmung dienten die Messungen $d^1 : v = 46^\circ 52'$ und $d^4 : v = 94^\circ 48'$. Wenn auch diese Fläche dem Triakisoktaëder 20 angehörte, so müssten jene Winkel 45° und 90° betragen. Die Differenz dieses letzteren Winkels vom gemessenen ist, mit Rücksicht auf die gute Beschaffenheit von v , zu gross, als dass wir nicht versuchen sollten, eine Form zu berechnen, welche sich den Messungen näher anschliesst. Es kann dies nur ein Hexakisoktaëder sein (für die Flächen 4 $m m$ sämtlicher

Triakisoktaëder müsste nämlich die Kante mit d^1 90° betragen). Es gibt in der That ein Hexakisoktaëder, dessen Fläche (3, in Fig. 4) so nahe mit v übereinstimmt, dass die Differenzen durchaus innerhalb der Fehlergrenzen fallen; es ist $1\frac{2}{3} O \frac{5}{3}$ (114 95 60), dessen Kante mit $d^1 = 46^\circ 47\frac{2}{3}'$, mit $d^4 = 94^\circ 49\frac{2}{3}'$ betragen würde. Es soll indess jenes Symbol nur empirisch die Lage der Fläche bezeichnen, ohne die Existenz einer Form mit so complicirten Axenschnitten behaupten zu wollen.

Kr. 10, $4\frac{1}{2}$ mm. gross; herrschendes Dodekaëder mit sehr glänzenden Flächen, von denen einige gestreift sind; eine einzelne Oktaëderfläche. Besondere Aufmerksamkeit erweckt eine gleichfalls nur einzeln auftretende Fläche (x), welche ähnlich liegt wie r , Fig. 7, oder k^1 Fig. 44, und gut messbar ist. Es wurde gemessen die Neigung von $x : d^1 = 49^\circ$ bis $48^\circ 54'$; $x : d^3 = 58^\circ 56'$ bis $55'$; $d^1 : d^3 = 60^\circ 0'$. Legen wir der Berechnung die Mittel jener beiden ersten Winkel ($48^\circ 57'$ und $58^\circ 55\frac{1}{2}'$) zu Grunde, so erhalten wir für die Axenschnitte der in Rede stehenden Fläche folgende Zahlen: 3,69016 : 1 : 1,65474. Bilden wir aus diesen Werthen das Symbol $1\frac{1}{3} O \frac{5}{3}$ (55 33 15), so berechnet sich die Combinationskante der Fläche (33 15 55) — 1, Fig. 4 — mit $d^1 = 49^\circ 9'$, mit $d^3 = 58^\circ 59\frac{1}{4}'$, eine Uebereinstimmung mit den gemessenen Werthen, welche als befriedigend bezeichnet werden kann.

Uebersicht der an 40 Krystallen aus dem Pfitschthal theils nachgewiesenen, theils zum Zwecke der Berechnung der Flächen supponirter Formen (ein — trennt die letzteren von den ersteren).

1. ∞O . $2 O 2$. $\frac{5}{3} O \frac{5}{3}$.
2. ∞O . $\infty O \infty$. $\infty O \frac{5}{3}$. $2 O \frac{4}{3}$. — $1^0 O 1\frac{2}{3}$.
3. ∞O . $2 O 2$. $\infty O \frac{5}{3}$. — $\frac{2}{3} O \frac{2}{3}$ oder $1\frac{1}{2} O 1\frac{1}{2}$.
4. ∞O . $2 O 2$. $\frac{5}{3} O \frac{5}{3}$. — $1\frac{1}{2} O 1\frac{3}{4}$.
5. ∞O . $2 O 2$. — $\frac{2}{3} O \frac{3}{2}$.
6. ∞O . O . $\infty O 2$. — $2 O 1\frac{3}{4}$ oder $2 O$.
7. ∞O . $\infty O \infty$. $\infty O \frac{5}{3}$. $\infty O 3$. — $\frac{2}{3} O \frac{5}{3}$. $\frac{7}{4} O \frac{4}{3}$.
8. ∞O . $\frac{7}{4} O \frac{7}{4}$. — $\frac{7}{2} O 3$ oder $3 O 3$. $1\frac{1}{2} O 1\frac{1}{2}$. $8 O \frac{5}{3}$.
9. ∞O . $\infty O 2$. $\infty O \frac{5}{3}$. $\infty O 6$. $2 O 2$. $3 O 3$. $2 O$. — $1\frac{2}{3} O \frac{6}{3}$ oder $2 O$.
10. ∞O . O . — $1\frac{1}{3} O \frac{5}{3}$.

Eine Ausdehnung dieser Untersuchung auf eine noch grössere Zahl von Krystallen — welche freilich bei der Kleinheit dieser Gebilde mit besonderen Schwierigkeiten verbunden ist — würde gewiss die Zahl der Combinationsgestalten und zumal der, statt der anomalen, supponirten

Flächen vermehren. Die interessante Aufgabe, welche uns durch diese Granate gestellt wird und welche wir, wenigstens in einigen Fällen lösen konnten, besteht offenbar in der Zurückführung der anomalen Flächen auf krystallonomische Symbole. Weit schwieriger und auf Grund der bis jetzt vorliegenden Thatsachen wohl noch nicht lösbar ist die zweite Frage, ob die gestörte Flächenlage überhaupt rationalen Axenschnitten nicht entspricht, oder ob die Axenschnitte auch dann noch rational sind, aber hochzifferige Brüche darstellen. Dass bei sehr flächenreichen Krystallen hochzifferige Symbole vorkommen, wissen wir vom Quarz, vom Kalkspath u. a. Und allerdings dürfte man wohl unsern krystallonomischen Vorstellungen gemäss auch bei den Granaten in Rede voraussetzen, dass eine glänzende gut spiegelnde Fläche die Axen in rationalen Verhältnissen schneiden müsse. So stellt das Studium der Pfitscher Granate uns vielleicht die Lösung noch eines andern Problems in Aussicht. Ueberblickt man so manche neuere verdienstvolle krystallographische Arbeit, so begegnet man zahlreichen sehr complicirten Flächen-Symbolen, welche das schöne Gesetz einfacher Axenschnitte zu verhüllen drohen. Die Granate lehren uns nun — so scheint es — unterscheiden zwischen Flächen erster Ordnung, welche einfache Symbole besitzen, vorzugsweise zur Erscheinung kommen und den Störungen grösseren Widerstand entgegensetzen, und Flächen zweiter Ordnung, welche vorzugsweise den Störungen unterworfen sind und in Folge derselben hochzifferige Symbole besitzen oder vielleicht gar die Axen irrational schneiden.

In den Streifen, resp. Zwillingslamellen bieten unsere Granate ein weiteres, leider noch ungelöstes Problem dar. Indem ich hoffe, in einer folgenden Mittheilung, welche das optische Verhalten dieser kleinen Krystalle beschreiben wird, auf jenes Problem zurückzukommen, gestatte ich mir hier nur vorläufig das Resultat einiger Versuche mitzutheilen, welche Hr. Des Cloizeaux anzustellen die Güte hatte. »Der Granat von Pfitsch«, so schreibt Hr. Des Cloizeaux, »wirkt nur sehr wenig oder kaum auf polarisirtes Licht; die kleine Platte, welche ich herstellen liess, wird aber durchsetzt von zwei Systemen sehr schmaler, durchsichtiger Lamellen, welche eine deutliche Auslöschung zeigen bei einer Stellung, welche mit ihrer Längsrichtung einen Winkel von 5^0 bis 7^0 bildet«^{*)}.

^{*)} Ueber das optische Verhalten des Granats machten Mittheilungen: Des Cloizeaux, *Nouvelles recherches s. l. propr. opt. d. cristaux*. Paris 1867. p. 8; Hirschwald, *Kritik des Leucitsystems in Tschermak's Mineralog. Mitth.* 1873. S. 240; Wichmann, *Ueber doppelbrechende Granate*. Pogg. Ann. Bd. 157. S. 282; Mallard, *Phénom. opt. anom.* Par. 1877, S. 46.

9. Ueber einen merkwürdigen pseudomorphen Kalkspath-Zwilling aus Brasilien.

Herr H. Stern in Oberstein vertraute mir zur Untersuchung eine Chalcedon-Druse an, gefunden auf der Serra in der Nähe von Paso Fundo, Provinz Rio Grande, Brasilien (unfern der Grenze von Uruguay), in deren Innerem zwei grosse regelmässig verwachsene Kalkspathskalenöeder ($R3, 3\bar{2}\bar{1}4$), umgeändert in eine dunkelbraune bis schwarze Masse feinzelligen, krystallisirten Quarzes, sichtbar sind. Die Geode war ursprünglich von bedeutender Grösse; auf der einen Seite flach, auf der andern gewölbt, mit einem deutlich ausgeprägten Kiel. Das Gewicht betrug nach Hrn. Stern, 64 kgr. und die Grösse des aus seinen Hauptbruchstücken wieder zusammengesetzten Sphäroids über 0,3 m. Aus den drei grössten, ca 15 bis 20 cm. erreichenden Stücken ergiebt sich in Bezug auf Bau und Ausfüllung der Druse das Folgende. Die äussere Oberfläche ist rau und löcherig. Eine 30 bis 40 mm. (meist 35 mm.) dicke, graue Chalcedon-(Achat-)Schicht bildet die äussere Rinde; dieselbe ist bis auf ca. 10 mm. Tiefe weiss verwittert. Diese lichte peripherische Zone geht ganz allmähig in die graue Chalcedonmasse über. Es folgt eine 1 mm. dicke Lage von lichthem faserigem Quarz, dessen Fasern normal zu den Lagen stehen; auch in der innern Hälfte der grauen Lage ist eine feine Faserstructur erkennbar. Auf der Schicht von faserigem Quarz ruht Quarz in grossstrahliger Ausbildung, das ganze Innere einnehmend. Die beiden verwachsenen, 8 bis 10 cm. grossen schwärzlichbraunen Krystalle (s. Fig. 12), welche das Stück so bemerkenswerth machen, stellen einen Zwilling nach dem Gesetze »Zwillingsebene eine Fläche des ersten stumpfen Rhomboëder — $\frac{1}{2}R$ (0112)« dar, zeigen indess insofern eine ungewöhnliche Ausbildung, als sie nicht mit der Zwillingsebene verbunden sind, sondern mit einer zu derselben normalen Fläche. Die Individuen wenden ihre kürzeren Polkanten (X) gegen einander; der von denselben eingeschlossene Winkel beträgt $106^{\circ} 15\frac{1}{2}'$. Die beiden nach aussen gewandten längeren Polkanten (Y) convergiren nach unten mit dem Winkel $8^{\circ} 24\frac{1}{3}'$. Die Verwachsung unserer Gruppe könnte noch in einer andern Weise aufgefasst und die Frage erhoben werden, ob nicht etwa die Verwachsungsebene der Individuen eine krystallonomische Fläche ist. In der That liegt die Fläche $+2R$, welche freilich als Krystallfläche nicht vorkommt, der Verbindungsebene sehr nahe. Stellen wir uns die Individuen mit einer Fläche $+2R$ in Zwillingstellung verbunden vor, so würden die Kanten X den Winkel $107^{\circ} 32'$, die Kanten Y $9^{\circ} 37'$ bilden. Da die Oberfläche dieser pseudomorphen Krystalle rau ist, so ist eine sichere goniometrische Entscheidung auf diesem Wege nicht möglich. Doch auf eine andere Art konnte

ich die zweifellose Ueberzeugung gewinnen, dass unserer Gruppe das Gesetz $-\frac{1}{2}R$ zu Grunde liegt und nur die Verwachsungsebene eine ungewöhnliche ist. Die Skalenoëder lassen nämlich — wie es die Zeichnung möglichst naturgetreu wiedergibt — sehr zahlreiche Streifen resp. Lamellen erkennen, welche in jedem Krystall nach drei Richtungen, nämlich parallel den Flächen $-\frac{1}{2}R$ liegen. Ein System dieser Streifen, dasselbe welchem bei Weitem die meisten Linien parallel gehen, ist nun beiden Individuen gemeinsam, indem es vollkommen in ein und dasselbe Niveau fällt. Diese Wahrnehmung ist mit aller Bestimmtheit zu machen und sie verbürgt das Zwillingsgesetz parallel $-\frac{1}{2}R$; während bei einer Verwachsung parallel $+2R$ *) die nahe horizontalen Streifen an der Verbindungsebene unter $178^{\circ} 44'$ zusammenstossen würden. Mit *a* ist in der Fig. 12 dasjenige Lamellensystem bezeichnet, welches, rechts und links in dieselbe Ebene fallend, Zwillingfläche ist, während *b* und *c* die weniger dicht gedrängten, den andern Flächen $-\frac{1}{2}R$ parallelen Lamellen darstellen. Bemerkenswerth ist es, wie diese Zwillinglamellen bei der Umwandlung des Kalkspaths in feinzelligen Quarz ihre Spur so deutlich hinterlassen haben, dass der polysynthetische Bau des Kalkspaths hier viel deutlicher hervortritt, als es wohl jemals bei einem unveränderten Kalkspath beobachtet wurde. Aeusserst feine Blätter von Chalcedon wechseln nämlich mit drusigen Flächen kleinster Quarzkryställchen, deren Flächen unter der Lupe nur als leuchtende Punkte und deren Formen erst unter dem Mikroskop erkennbar sind. Die schwärzliche Farbe scheint von einer Manganverbindung herzurühren.

Noch eine andere Eigenthümlichkeit ist an unserer pseudomorphen Krystallgruppe erwähnenswerth, nämlich ein Aufbau aus lauter sich umhüllenden, etwa $\frac{1}{2}$ mm. dicken Schalen, welche sich durch denselben Wechsel von dünnen Chalcedonblättern und drusigen Flächen mit sehr kleinen Quarzkryställchen, wie die Zwillinglamellen, offenbaren. Diese den Anwachsthüllen entsprechenden Schalen, welche eine dem Kappquarz ähnliche, nur sehr viel dünnschaligere Bildung dieses Kalkspaths beweisen, scheinen bei diesem Mineral in solcher Deutlichkeit noch nicht beobachtet zu sein. So bringt also auch in dieser Hinsicht die pseudomorphe Natur unseres Zwillings eine sonst verborgene »Bauweise« des Kalkspaths zur Erscheinung. — Die Spuren einer Corrosion und Fortführung des in den Chalcedon-Kugeln und Mandeln ursprünglich vorhandenen Kalkspaths sind sehr häufig nachzuweisen (s. Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilk. vom 4. Juni 1877). Die Aufwachsung der Krystallgruppe auf dem grauen Chalcedon und ihre Ueberrindung

*) Auch bei gewissen Kalkspath-Zwillingen von Elba könnte sich die Frage erheben, ob ihre Zwillingsebene $-\frac{1}{2}R$ oder $+2R$; s. Pogg. Ann. Bd. 132. S. 537.

durch jenen 4 mm. breiten lichten Streifen von faserigem Quarz gestattet auch einen Schluss auf die Zeitfolge, in welcher Bildung und Umwandlung geschah. Nach dem grauen Chalcedon entstanden, indem die Infiltrationscanäle Lösungen von kohlensaurem Kalk zuführten, die grossen Skalenöeder; es folgte die Bildung des lichten Quarzstreifens und dann — wahrscheinlich mit der vollständigen Ausfüllung der Geode durch strahligen Quarz — die Umwandlung des Kalkspaths in feinzelligen Quarz. Die Spitze eines der Skalenöeder ist abgebrochen und in der ursprünglich das ganze Gebilde fest umhüllenden Matrix stecken geblieben. Jene abgebrochene Spitze zeigt nun auf das Deutlichste die dichtgedrängten, dutenförmig in einander geschachtelten Anwachshüllen.

Erklärung der Tafel VII.

Figg. 1—3. Kupfer vom Oberen See. Fig. 1. Das neue Hexakisoktaëder $\frac{1}{8} O \frac{3}{2}$ (48 10 5).

Fig. 2. Dasselbe in Combination mit dem Dodekaëder. Fig. 3. Fortwachsungen; auf dem Pyramidenwürfel $\infty O \frac{5}{2}$ (5 2 0) sitzen kappenförmige Gebilde der Combination ∞O und $\frac{1}{8} O \frac{3}{2}$.

Fig. 4—11. Granate aus dem Pfischthal mit anomalen Flächen.

Fig. 12. Pseudomorpher Kalkspatzwilling aus einer Chalcedon-Geode, Brasilien.
