



# Über Cerussitviellinge von Sardinien

<https://hdl.handle.net/1874/254206>

A 40 192

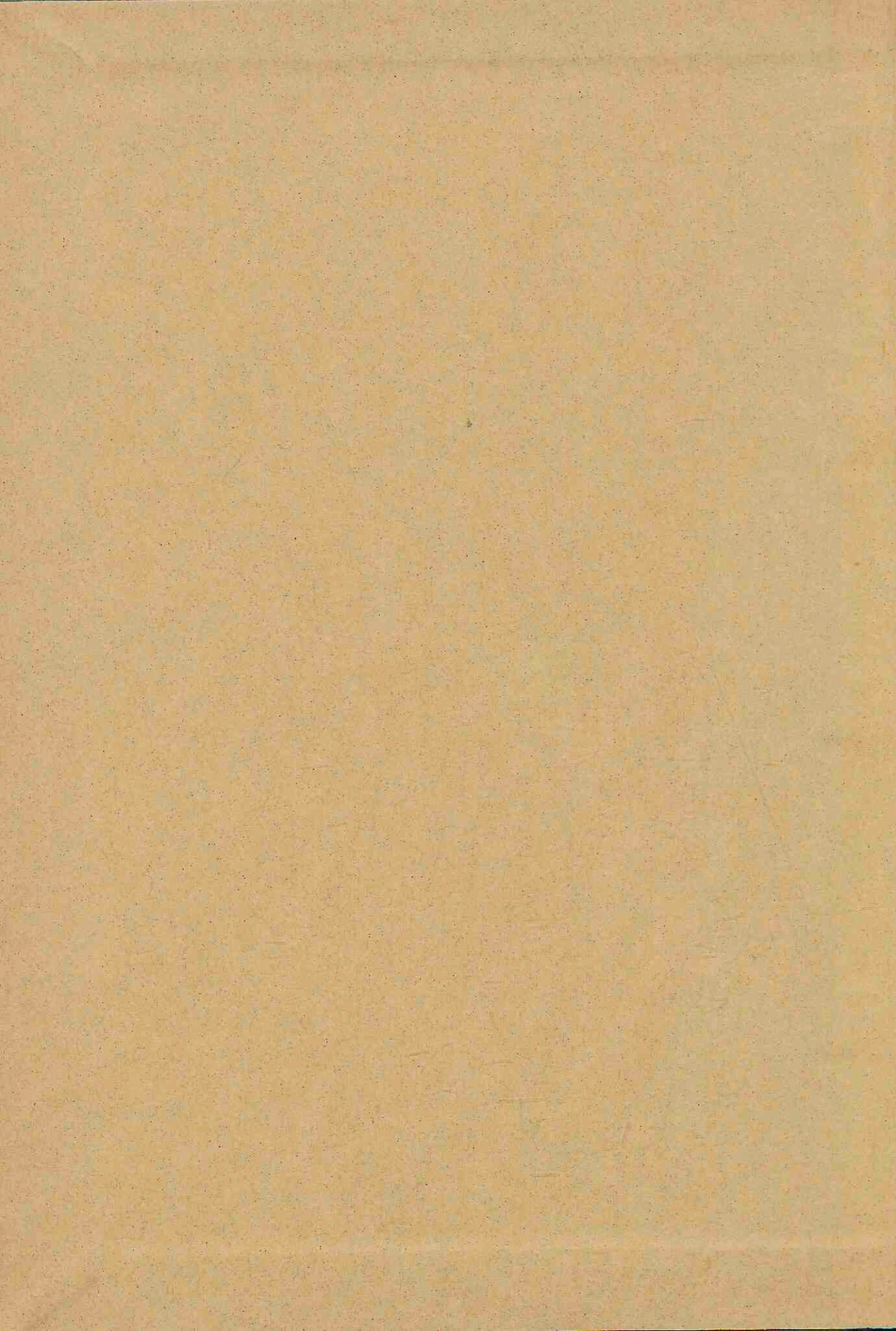
Phys. 19 Dec. 1904

# Über Cerussitviellinge von Sardinien

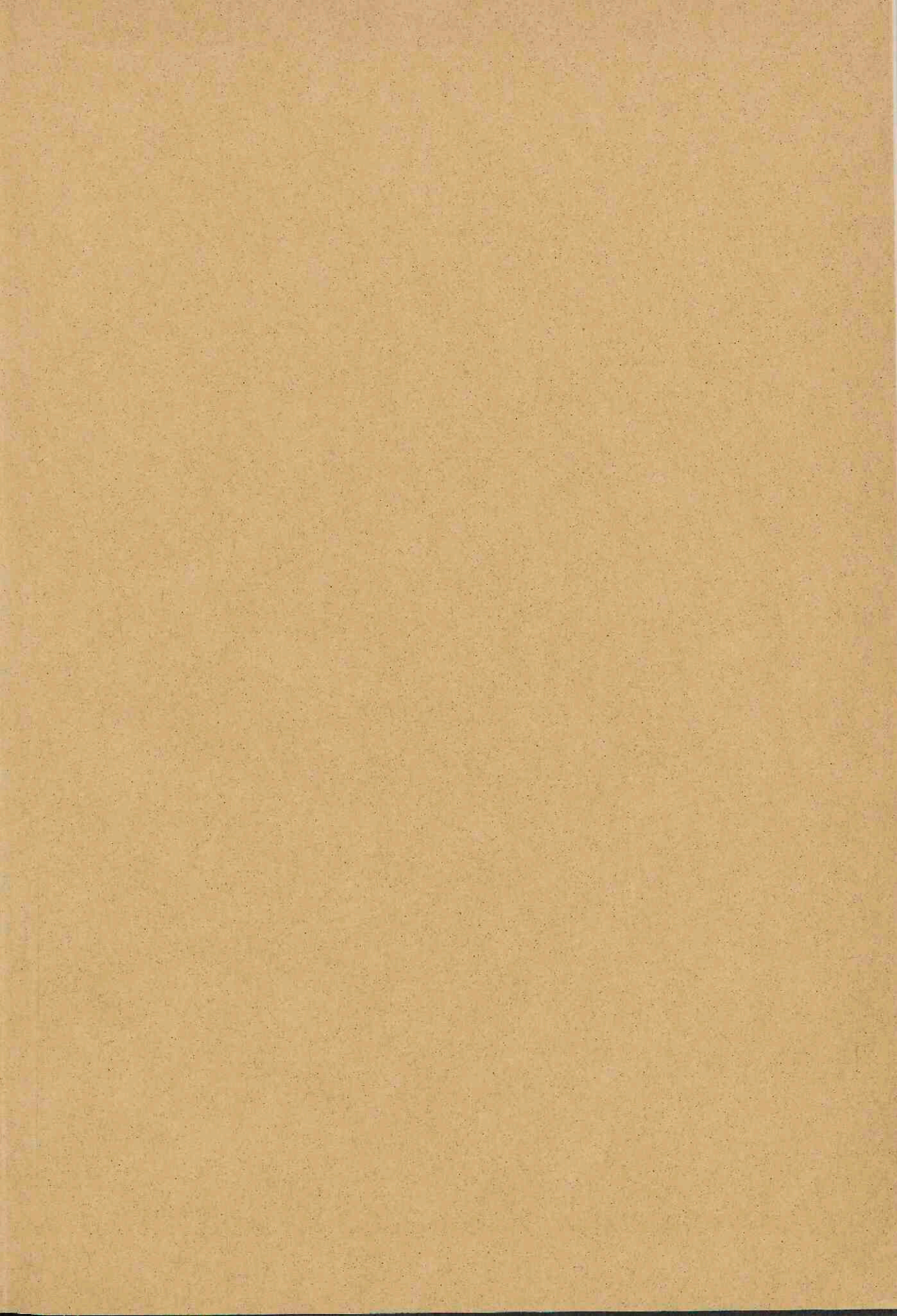
P. F. Hubrecht

Diss.  
Utrecht  
1904

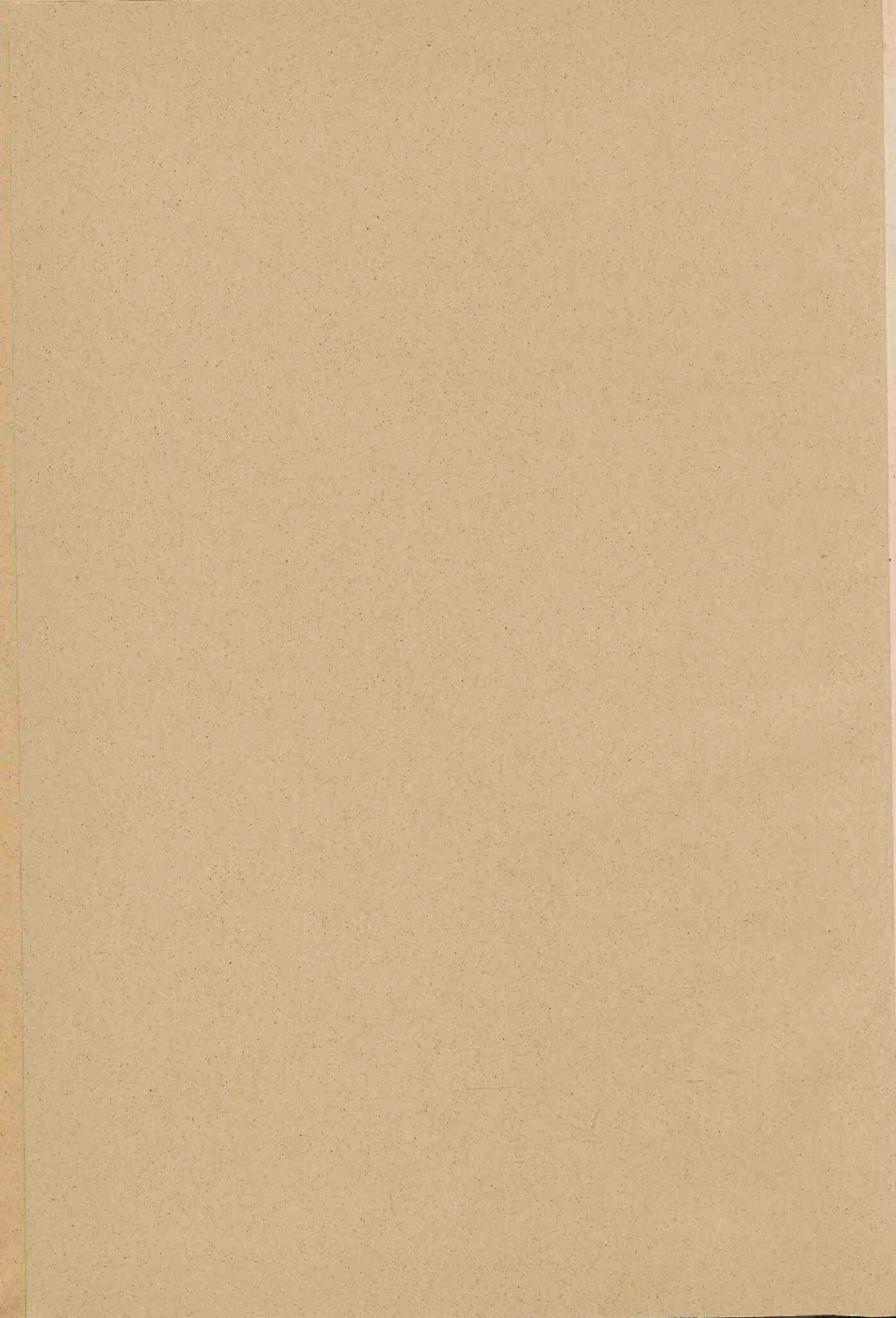












*Diss. Utrecht 1904*

# Über Cerussitviellinge von Sardinien

Mit 3 Tafeln und 4 Textfiguren

---

## P r o e f s c h r i f t

ter verkrijging van den graad

van

**Doctor in de Aard- en Delfstofkunde**

aan de Rijks-Universiteit te Utrecht

na machtiging van den Rector magnificus

**Dr. J. M. S. Baljon**

Hoogleraar in de Faculteit der Godgeleerdheid

volgens besluit van den senaat der Universiteit

tegen de bedenkingen van

de Faculteit van Wis- en Natuurkunde

te verdedigen

op Maandag 19 December 1904 des middags te 4 uren

door

**Paul François Hubrecht**

geboren te Leiden



---

Leipzig  
Wilhelm Engelmann  
1904



Journal der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

Die Kristalle des Natriumoxalates

von Dr. M. M. B. B.

Sonderabdruck aus:

»Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie.« XL. Bd., Heft 2.



## Aan mijne Ouders





## Een woord.

Dankbaar zie ik terug, Hooggeleerde Heeren, leden der Utrechtsche Faculteit van Wis- en Natuurkunde, op de eerste jaren van mijn studententijd, waarin ik uw onderwijs mocht volgen.

De reis van Prof. Wichmann naar Nieuw-Guinea was de aanleiding dat ik, eenzaam achtergelaten, troost zocht aan de Heidelbergsche Universiteit. Die troost vond ik in de eerste plaats bij U, Hooggeleerde Goldschmidt. Door uw bezielend voorbeeld was het mij mogelijk dit onderzoek ten uitvoer te brengen. Met niet minder erkentelijkheid denk ik aan U, Geheimrat Rosenbusch, aan uwe voortreffelijke colleges en uw minzame ondersteuning in het Mineralogisch Instituut. De tijd in uw laboratorium doorgebracht, Hooggeleerde Salomon, en de excursiedagen in de Eifel en in Noord Italië hebben heerlijke herinneringen bij mij achtergelaten!

Een woord van hartelijken dank aan U, Hooggeleerde Wichmann, hooggeachte Promotor, die dit product, »made in Germany«, aan niet te hooge invoerrechten hebt willen onderwerpen.





## Einleitung.

Die Methoden, die dieser krystallographischen Abhandlung zu Grunde liegen, sind solche, die sich noch nicht allgemeiner Verbreitung erfreuen. Darum sei es hier am Platze, einige Worte über diese Art der Untersuchung vorzuschicken. Und da handelt es sich in erster Linie bei krystallographischen Arbeiten um die eigentliche Krystallmessung.

Um die Entstehung der neuesten und vollkommensten Instrumente, welche uns jetzt zur Verfügung stehen, auseinanderzusetzen, folge hier eine kurze historische Übersicht der Apparate, die bis jetzt dazu gedient haben.

## Krystallmessung.

Das erste Instrument, das benutzt worden ist, um die Winkel der Krystallflächen unter einander kennen zu lernen, ist das Anlegegoniometer, construirt für Romé de l'Isle von dem Französischen Mechaniker Carangeot.

Mit diesem einfachen Instrumente hat Haüy seine Arbeiten ausgeführt. Daß noch ein solcher Grad von Genauigkeit bei der Arbeit mit diesem primitiven Instrumente erlangt wurde, ist erstaunlich. Jedenfalls waren die Beobachtungen so zuverlässig, daß Haüy sein Gesetz der Decrescenz nach rationalen Zahlen darauf hat gründen können.

Im Jahre 1809 macht Wollaston sein Reflexionsgoniometer bekannt<sup>1)</sup> und damit fängt eine neue Periode der Krystallmessung an.

Ein vertical gestellter Teilkreis trägt an dem Ende seiner horizontal liegenden Axe eine Einrichtung, um den Krystall aufzustellen, damit man die zu messende Kante in die Richtung der Axe bringen (justieren) konnte. Auf einer Fläche des richtig eingestellten (justierten) Krystalles läßt man das Bild eines Gegenstandes reflectieren. Dann dreht man den Kreis bis die zweite Fläche reflectiert, die mit der ersten die justierte Kante gemein hat. Der Winkel am verticalen Kreise abgelesen ist der Kantenwinkel beider Flächen. Das Auge war hier noch nicht durch ein Fernrohr an einen bestimmten Platz gebunden und die Vorrichtung, um den Krystall zu justieren, war noch ziemlich primitiv.

1) Philos. Transact. 1809, 253.



Das Instrument wurde wesentlich verbessert durch Zufügung eines Fernrohres, durch das man das reflectierte Bild beobachten konnte. Es waren Malus und Mitscherlich, die das Instrument in der Weise ausgestattet haben. Bald darauf tritt noch ein Collimator hinzu, dessen Fadenzentrum als Object zur Reflexion dienen sollte. Dies ist eine wesentliche Verbesserung. Hierdurch wird die Helligkeit des Reflexes verstärkt, und da nun paralleles Licht auf die reflectierenden Krystallflächen fällt, werden die Resultate genauer, weil die unvollkommene Centrierung des Krystalles keinen Einfluß ausübt auf die Messungsergebnisse. Eine neue Centrier- und Justiervorrichtung hat diesen neuen Apparat noch wesentlich ausgebildet.

Bald darauf wurden neue Instrumente construirt, bei denen der Teilkreis eine horizontale Lage hat. Es ist ein solches Goniometer zuerst von Malus und Babinet vorgeschlagen, dessen Construction Websky wesentlich verbessert hat, indem ein bestimmter Spalt im Collimator angebracht das Signalbild gibt, das von den Krystallflächen reflectiert werden soll, um dann durch das Fernrohr ins Auge zu geraten.

Auch hat Websky der Krystallographie einen wesentlichen Dienst dadurch geleistet, daß er seinem Instrumente eine ins einzelne durchgeführte Justiervorschrift mitgab, die jedermann in Stand setzte, unabhängig vom Mechaniker, mit einem in allen seinen Theilen richtig justierten Instrumente zu arbeiten.

So hat das einkreisige Goniometer seine größte Vollkommenheit erreicht und wird bis jetzt noch fast allgemein in den Laboratorien benutzt. Man kann aber die Flächen nur zonenweise messen. Jede neue Zone muß aufs neue centriert und justiert werden, um die Winkel der dazu gehörigen Flächen zu messen. Es sind dann Hilfsinstrumente construirt, um das fortwährende Abnehmen des Krystalles überflüssig zu machen. In grober Weise kann die neue Zone eingestellt werden, um dann nach genauer Justierung weiter messen zu können. Aber es bleibt immer eine Messung in Zonen eine Bestimmung der Flächen durch die Winkel, die benachbarte Flächen miteinander machen. Die Flächen sind direct von ihren Nachbarflächen abhängig.

Wir können aber bei der Messung auch nach einem anderen Princip verfahren.

Denken wir uns um den Krystall eine Kugel gelegt und die Flächen ersetzt durch ihre Normalen, d. h. durch Strahlen senkrecht auf jeder der Flächen aus einem gemeinsamen Punkte im Inneren des Krystalles, so durchbohren diese Strahlen die Kugel je in einem Punkte.

Die Punkte, von denen jeder einer Fläche entspricht, erscheinen auf der Kugel wie die Orte auf der Erdkugel oder wie die Sterne am Himmelsglobus. Wählen wir nun, wie in der Astronomie und Geographie, auf der Kugel einen Pol und einen Anfangsmeridian, so ist der Ort jedes Flächen-



punktes definiert durch den zugehörigen Meridian ( $\varphi$ ) und die Poldistanz ( $\varrho$ ), d. h. durch zwei zusammengehörige (coordinierte) Winkel.

Ein Instrument, welches uns erlaubt diese beiden Winkel sofort zu finden, ist das zweikreisige Goniometer, etwa zu gleicher Zeit unabhängig construirt von Fedorow, Czapski und Goldschmidt. Das Modell des Letztgenannten wurde hier benutzt, so wie es von dem Mechaniker P. Stoë in Heidelberg ausgeführt wird. Die Beschreibung des Instrumentes und seiner Anwendung im einzelnen würde hier zu weit führen. Es möge daher auf die bezüglichen Publicationen hingewiesen werden. Seit der letzten Abhandlung<sup>1)</sup> hat das Instrument noch manche Verbesserungen erfahren, die an dem von mir benutzten Instrumente bereits angebracht waren.

Ein verticaler Kreis kann sich um die Axe eines horizontalen Kreises bewegen. Einteilung und Nonius erlauben eine Ablesung auf Minuten genau, was für krystallographische Zwecke vollkommen genügt. Der Centrier- und Justierapparat befindet sich am Ende der Axe des verticalen Kreises und der Krystall sitzt im Schnittpunkte der Axen des horizontalen und verticalen Kreises. Ein Collimator mit verschiedenen Arten von Kreuzspalten ist die Lichtquelle, deren Strahlen auf den Krystallflächen reflectiert werden, um durch das Fernrohr den Beobachter zu erreichen.

Es handelt sich nun darum, den Krystall am Instrumente so aufzustellen, daß die Prismenzone senkrecht auf der Ebene des Verticalkreises steht. Diese Aufstellung nennen wir das Polarstellen des Krystalles.

In einer bestimmten Stellung, die unabhängig ist von dem Winkel zwischen Collimator und Fernrohr, wird, wenn der Krystall polar gestellt ist, der Reflex einer Fläche, die senkrecht steht zur Prismenzone bei Drehung der horizontalen Axe am Platze bleiben. Wir lesen am Horizontalkreise ab, welche Position dies ist, bezeichnen die Ablesung mit dem Buchstaben  $h_0$  und nennen  $h_0$  die Polstellung des Instrumentes.

Ist der Krystall jetzt polar gestellt, d. h. in der angedeuteten Weise am Instrumente befestigt, so kann die Messung anfangen.

Durch Drehen der beiden Kreise kann man nun jede Fläche zum reflectieren bringen. Ist dies geschehen, so ergeben die Ablesungen an den beiden Kreisen für jede Fläche die beiden coordinierten Positionswinkel  $\varphi$  und  $\varrho$ .

Die Beobachtungen finden statt mit Hilfe des Fernrohres. Dies hat eine ziemlich complicierte Construction. In seinem zweckmäßigen Ausbau liegen die neuesten Verbesserungen. Es enthält sechs Linsen, von denen eine im Objectiv festsitzt. Alle anderen können durch Aus- und Einklappen zur Benutzung gebracht oder beseitigt werden. Hierdurch entsteht eine sehr reiche Möglichkeit zu verschiedener Anwendung, wie sie den mannigfachen Bedürfnissen der Krystallmessung entspricht. Das Fernrohr enthält

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Kryst. 1898, 29, 333.



ferner zwei Fadencreuze. Das eine befindet sich im Objectiv. An diesem wird ein verkleinertes Bild erzeugt, indem das Licht matter und kleiner Flächen verdichtet und zur Einstellung gebracht wird. Ein zweites Fadencreuz in der Nähe des Oculars dient zum Einstellen vergrößerter Reflexe, sowie zum Centrieren.

Ein Transport mit Zahn und Trieb in der Richtung der Fernrohraxe läßt das Fernrohr dem Object nähern oder entfernen und erlaubt so die Oberfläche für die verschiedenen Linsencombinationen sichtbar zu machen.

Eine Abblendung am hinteren Fernrohrende vor der Ocularlupe, bestehend aus zwei Paaren kreuzweis gestellter Schieber, gestattet im Bilde der Oberfläche, das an dieser Stelle erzeugt wird, diejenigen Partien optisch zu isolieren, von denen man Reflexe haben will. Hierdurch werden alle falschen Lichter beseitigt.

Einer Irisabblendung ist diese Methode vorzuziehen, weil sie erlaubt, die Flächen so viel wie möglich in ihrer natürlichen Form abzublenzen. Für schmale Flächen z. B. ist ein rechteckiger Abblendungsspalt von mehr Bedeutung als eine kleine runde Öffnung, die gar nicht mit der Form der Fläche in Übereinstimmung ist.

In der Weise zusammengestellt ist dieses Fernrohr eine wesentliche Verbesserung am zweikreisigen Goniometer. Um jetzt eine Übersicht zu bekommen über die Resultate der Messung, benutzen wir das gnomonische Projectionsbild. Dazu aber erst einige allgemeine Bemerkungen über Projection.

### Projection.

Will man von den Flächen eines Krystalles nur die gegenseitige Lage wissen, d. h. sieht man von der Centraldistanz und Ausdehnung der Flächen ab, so kann man sie auf einfache und übersichtliche Art in einer Ebene abbilden. Solche Abbildung ist die Projection. Man hat deren zwei Arten.

1. Lineare Projection. Man verschiebt die Flächen, so daß sie durch einen gemeinsamen Punkt gehen und bildet die Tracen mit einer Fläche ab. Ist die Fläche eine Ebene (Projectionsebene), so hat man eine Art der Projection, die unter dem Namen Quenstedtsche Projection oder euthygraphische Projection bekannt ist

2. Polare Projection. Man ersetzt die Flächen durch ihre Normalen, d. h. durch Senkrechte auf die Flächen aus einem gemeinsamen Punkte (Mittelpunkt). Die Strahlen läßt man eine Ebene durchstechen (gnomonische Projection) oder eine Kugel (Kugelprojection).

Die Anordnung der Punkte auf der Ebene oder Kugel zeigt die Richtung der Flächen an.

Da die Kugeln mit ihren Punkten unbequem sind, so bildet man sie in der Ebene ab. Solcher Abbildungen der Kugel mit ihren Punkten gibt es



verschiedene Arten. In der Krystallographie hat sich von ihnen besonders die sogenannte stereographische Projection eingeführt.

Das Princip der stereographischen Projection ist folgendes.

Man legt eine Ebene durch den Äquator (Projectionsebene) und zieht vom Südpol Strahlen nach den Kugelpunkten. Der Durchstich eines solchen Strahles mit der Äquatorebene ist der Projectionspunkt. Diese Art der Projection hat den Vorzug, daß sich alle Kreise der Kugel auch in der Projection als Kreise abbilden.

In der vorliegenden Arbeit wurde ausschließlich die gnomonische Projection angewendet. Diese wurde zuerst in die Krystallographie eingeführt von Franz Neumann in einer Abhandlung: »Beiträge zur Krystallogonomie«, Berlin und Posen 1823. Sie hat sich jedoch nur wenig Eingang verschafft.

Mehrere Jahrzehnte hat sie geruht, bis sie von Goldschmidt neu eingeführt und weiter ausgebaut worden ist<sup>1)</sup>. Bei dieser Projection denken wir uns Strahlen senkrecht zu den Flächen aus einem beliebigen Punkte im Innern des Krystalles gezogen. Diese Strahlen durchstechen die Projectionsebene je in einem Punkte (Projectionspunkt). Jeder Punkt vertritt seine Fläche, die gegenseitige Lage der Flächenpunkte in der Projectionsebene zeigt die gegenseitige Lage der Flächen im Raume. Diese Art der Abbildung nennen wir gnomonische Projection. Die Projectionsebene kann man beliebig wählen. Meistens steht sie senkrecht auf der Prismenzone des untersuchten Krystalles und zwar legt man sie in der Höhe  $h = 1$  über den Mittelpunkt des Krystalles, d. h. über den Punkt, von dem die oben genannten Strahlen ausgehen. Diese Art der Projection hat den Vorzug, daß in ihr die Zonenlinien als gerade Linien erscheinen.

Die Normalen zu den Prismenflächen schneiden die Projectionsebene im Unendlichen. Ihre Richtung wird darum am Rande des Bildes als Strich angegeben. Hier sind keine Kreise zu ziehen, um den Zonenverband der Flächen aufzusuchen. Alle Constructionen können mit dem Parallellineal ausgeführt werden. Ein solches Projectionsbild ist in Fig. 17, Taf. VI dargestellt.

#### Auftragen der gnomonischen Projectionspunkte aus der Messung.

Jetzt fragt es sich, wie die verschiedenen Punkte aus den Messungsergebnissen, d. h. aus den mit Hilfe der Messung gefundenen Winkeln  $\varphi$  und  $\varrho$  aufzutragen sind.

Um einen als Centrum gewählten Punkt des Papiers (den Pol) wird ein Kreis mit Radius  $h = 1$  gezogen. Dies  $h$  ist die Distanz vom Centrum des Krystalles zur Projectionsebene. Als Einheit wählt man in der Regel ein Maß von 5 cm, so daß  $h = 1 = 5$  cm ist.

1) V. Goldschmidt, Über Projection und graphische Krystalloberechnung. Berlin 1886, Springer.



Eine bestimmte vom Pole ausgehende Linie wird als Anfang für Abzählung der Winkel  $\varphi$  angenommen und erster Meridian oder 0-Meridian genannt. Gewöhnlich nimmt man dafür die Gerade, die vom Pole nach dem Projectionspunkte des Pinakoids  $0\infty(010)$  führt.

Ist nun eine Fläche durch Messung bestimmt, d. h. sind für sie die Positionswinkel  $\varphi, \varrho$  bekannt, so findet man den gnomonischen Projectionspunkt der Fläche auf folgende Weise. Der Punkt muß liegen auf einer Linie durch das Centrum gezogen, die einen Winkel  $\varphi$  mit dem ersten Meridian bildet und zwar in einer Distanz  $d = h \operatorname{tg} \varrho$  resp. für unsere Einheit  $h = 5 \text{ cm}$  in der Entfernung  $d = 5 \operatorname{tg} \varrho$ . So ist mit Hilfe der Winkel  $\varphi$  und  $\varrho$  sofort die Position des Projectionspunktes bestimmt.

Eine Tabelle, worin die Werte  $5 \operatorname{tg} \varrho$  von  $0^\circ$  bis  $90^\circ$  angegeben sind, erleichtert dieses Auftragen bedeutend.  $d = 5 \operatorname{tg} \varrho$  ist also eine Länge in cm, die in der Tabelle abgelesen an einem in Millimeter getheilten Maßstabe abgenommen wird.

Sind alle beobachteten Flächen in der Weise im gnomonischen Projectionsbilde aufgetragen, so ist der Zonenverband leicht zu studieren, da jede Zone sich im Bilde als gerade Linie darstellt.

Für Flächen, die schlecht entwickelt sind und einen unsicheren Reflex geben, kann durch graphischen Ausgleich der wirkliche Ort im Projectionsbilde bestimmt werden. Ferner kann das Krystallsystem, die Elemente der Krystallart und das Symbol jeder einzelnen Fläche graphisch aufs einfachste gefunden werden, während man vollkommen von der Krystallberechnung unabhängig ist.

### Symbole.

Wenn man die verschiedene Art der Flächenbestimmung von Häüy bis zum heutigen Tage in der mannigfaltigen Symbolisierung durchzuarbeiten hat, möchte man wünschen, daß es nun doch definitiv zu einer bestimmten einheitlichen Benennung gekommen wäre. Doch in Frankreich benutzt man noch immer die Symbole von Lévy, während im übrigen die Millerschen Indices sich größerer Benutzung erfreuen. Und nun werden hier wieder Symbole benutzt, die von der Millerschen Bezeichnung abweichen. Man möchte fragen: warum wieder etwas Neues auf diesem Gebiete, bevor eine allgemeine Übereinstimmung erlangt ist? Es haben aber die zweiziffrigen Goldschmidt-Symbole so wesentliche Vorzüge vor den Millerschen, daß sie diese aus der allgemeinen Anwendung verdrängen dürften. Es mögen von diesen die folgenden hervorgehoben werden.

1. Die zweiziffrigen Symbole geben die Coordinaten des Projectionspunktes der Fläche und erfüllen darum die Anforderung, die Goldschmidt mit folgenden Worten ausspricht<sup>1)</sup>: »Symbole und Projection müssen dann

1) Index der Krystallformen 1886, 1, 4.



in engster Beziehung zu einander stehen, so daß man aus beiden, gewissermaßen nur in verschiedener Schrift, dasselbe herausliest, mit anderen Worten, so, daß die Projection der unmittelbare graphische Ausdruck des Symbols, das Symbol der Zahlenausdruck des Projectionsbildes ist. «

2. Es wird in ihnen eine Anschauung erzielt nicht nur für die Lage der Einzelflächen, sondern von Reihen von Flächen, wie solche den Miller'schen Symbolen fehlt.

3. Sie sind zweiziffrig, enthalten also das eben Nötige, während die dreiziffrigen Symbole eine Überbestimmung enthalten. Es ist aber für Rechnung wie für Anschauung die dritte Ziffer eine Erschwerung.

4. Es sprechen sich in den Zahlenreihen der zweiziffrigen Symbole weit klarer die Gesetze der Formenentwicklung aus, wie solche im Gesetze der Complication ihren Ausdruck gefunden haben.

### Krystallberechnung.

Die Krystallberechnung ist durch die Combination von zweikreisiger Messung, gnomonischer Projection und zweiziffrigen Symbolen ungewöhnlich einfach geworden. Es gibt hierbei drei Wege, die nebeneinander Anwendung finden.

1. Graphische Bestimmung des Krystallsystems, der Elemente und Symbole.

2. Zahlenberechnung der Elemente und Symbole.

3. Bestimmung mit Hilfe der Winkeltabelle.

Die graphische Berechnung ist äußerst einfach. Nachdem man wie oben angegeben die Projectionspunkte der Flächen aus den am zweikreisigen Instrumente abgelesenen Winkeln  $\varphi, \varrho$  aufgetragen hat, zieht man mit dem Lineal die Zonenlinien. Dabei zeigen sich die dem Bilde naturgemäßen Einheiten nach Größe und Richtung (Elemente).

Ihre Eigenart bestimmt das Krystallsystem. Es zeigt sich jedesmal, daß mit diesen Einheiten sich für die Projectionspunkte zwei rationalzahlige Coordinaten bestimmen lassen. Das ist eine Eigentümlichkeit der Krystalle (Gesetz der Rationalität). Diese zwei Zahlen sind das Symbol der Fläche. So finden wir graphisch das Krystallsystem, die Elemente und Symbole.

Die Zahlenberechnung tritt ergänzend hinzu, um die Elemente auf eine Decimale genauer zu bestimmen, eventuell um das Krystallsystem und die Symbole complicierter neuer Formen zu bestätigen.

Die Bestimmung mit Hilfe der Winkeltabelle erspart alle Rechnung für die bekannten Formen, und das ist der häufigste Fall. Für alle diese Formen haben wir die Werte in Goldschmidts Winkeltabellen zur Hand.



### Krystallzeichnen.

Krystallzeichnen nennen wir die Herstellung parallel-perspectivischer Bilder der Krystalloberfläche. Diese Bilder sollen den Krystall mit Weglassung des Nebensächlichen so zeigen, wie er beim Anblick mit freiem Auge erscheint. Man macht zwei Arten solcher Bilder.

Kopfbilder, d. h. solche, bei denen der Krystall von oben herab angeschaut wird. Dabei erscheinen die verticalen Flächen (Prismen) zu geraden Linien verkürzt, ihre Kanten zu Punkten.

Perspectivische Bilder nennen wir solche, bei denen der Krystall schief angeschaut wird.

In beiden Fällen treffen parallele Strahlen die Kanten und Ecken des Krystalles und bilden sie in einer Ebene ab senkrecht zu den Strahlen (Bildebene). Das Aussehen des Bildes hängt also wesentlich ab von der Wahl der Bildebene. Bei den Kopfbildern ist die Bildebene die Äquatorebene, bei den sogenannten perspectivischen Bildern ist sie gegen den Äquator geneigt.

Sowohl Kopfbilder als perspectivische Bilder lassen sich leicht aus der gnomonischen Projection gewinnen, besonders die ersteren. Hierbei ist die Construction einfach folgende. Sind zwei Flächen gegeben durch ihre gnomonischen Punkte  $A$  und  $B$ , so läuft die Kante zwischen  $A$  und  $B$  senkrecht zur Gerade  $AB$ .

Bei den perspectivischen Bildern ist zur Construction noch eine Hilfslinie nötig. Wir nennen sie Leitlinie. Es ist die Schnittlinie der Bildebene mit der Projectionsebene. Außerdem brauchen wir noch einen zugehörigen Punkt, den Winkelpunkt. Mit Hilfe dieser Linie und dieses Punktes geht die Zeichnung leicht und rasch. Es fallen die vielen störenden Hilfslinien der älteren Constructionen aus. Man gibt der Leitlinie und dem Winkelpunkte für alle Zeichnungen den gleichen Ort. Dadurch erscheinen die Bilder alle von derselben Richtung aus betrachtet und sind unmittelbar vergleichbar. Näheres über diese Construction findet sich in dieser Zeitschr. 1894, 19, 352.

Auf diese Weise lassen sich Zwillinge und Viellinge ebenso gut zeichnen wie einfache Krystalle. Es ist nur nötig, die Projectionspunkte der vereinigten Krystallindividuen in ein gemeinsames gnomonisches Bild zu bringen.

### Complicationsgesetz.

Die Projectionspunkte der Flächen einer Zone liegen auf einer geraden Linie. Die Punkte spielen in dieser Reihe eine verschiedene Rolle je nach der Wichtigkeit der Flächen, wozu sie gehören. Die Flächennormalen sind die Richtungen der Partikelkräfte, die senkrecht zu ihrer Richtung die Krystallflächen erzeugen.







beherrscht, sondern auch andere Entwicklungen in der anorganischen und organischen Natur, ja sogar unserer Sinne und unseres Geistes.«

In diesem Gesetze, vorläufig empirisch begründet, haben wir ein Mittel, die genetische Entwicklung der Krystalle eingehender zu studieren. Es erlaubt uns die Richtung der Partikelkräfte kennen zu lernen. Treten neue Formen auf, also noch unbekannte Kräfte, dann kann mit Hilfe dieses Gesetzes der Zusammenhang mit den schon beobachteten gefunden werden. Und beinahe immer zeigt sich dann eine harmonische Normalreihe. Das ist die große Bedeutung dieses Gesetzes für die Entwicklung der Krystallformen.

Praktisch ist dieses Gesetz auch benutzt auf S. 35 der vorliegenden Arbeit, wo es nötig war zwei neue Formen zu discutieren. Es setzt das neu Gefundene einer Kritik aus, welche die Natur selber ausspricht. Was diesem Kriterium nicht Stand hält, kann meist als unsicher angesehen werden.

Wenn also dieses Gesetz sich in einigen Jahren als unumstoßbar erwiesen hat, ist es eins, um neben der Häuyschen Theorie über die Rationalität der Indices eine Grundlage zu bilden, worauf diese neue Krystallographie begründet werden kann. Aber dazu ist erst allgemeine Anerkennung und Überzeugung über die Richtigkeit der Principien notwendig. Darum ist es von größtem Interesse, daß alle künftigen Beobachter versuchen, dieses Gesetz zu prüfen. Schon ist dies von Baumhauer<sup>1)</sup> getan, welcher Autor die Sache insofern complicierter macht, daß die beiden Symbolzahlen zu gleicher Zeit in Betracht gezogen werden. Durch Addition von Zähler und Nenner der verschiedenen Brüche kommt er auch zu ähnlichen gesetzmäßigen Zahlen. Bleiben wir aber lieber bei den einfacheren einziffrigen Reihen, die uns diese Art der Betrachtung erlaubt.

Wenn erst das Bedürfnis der Benutzung dieses Complicationsgesetzes als Mittel der Formenkritik zur Erkenntnis kommt, so werden spätere Untersucher nicht unterlassen, auch ihre Beobachtungen an dieses Gesetz zu controliren.

---

1) Zeitschr. f. Kryst. 38, 628.

Das Material zu der vorliegenden Arbeit über Cerussitviellinge bildet einen Teil einer reichen Sammlung Sardinischer Bleierze aus dem Besitze von Prof. Goldschmidt in Heidelberg, die mir dieser in liebenswürdiger Weise zur Bearbeitung überließ. Dieser erhielt sie als Geschenk von Herrn E. Ferraris, Director der Gruben von Monteponi, der schon so viele interessante Mineralien von diesem Fundorte der Bearbeitung zugeführt hat.

Die untersuchten Viellingsgruppen stammen von zwei verschiedenen Fundorten.

- 1) Von einer Grube San Marco, die zu dem Grubenbesitze der Gesellschaft Monteponi gehört und von der, soweit ich in der Literatur finden konnte, Cerussite noch nicht beschrieben worden sind;
- 2) von der Grube Monteponi, dem bekannten Fundort, der außer den Cerussiten die prächtigen Anglesite und Phosgenite geliefert hat.

Die Bearbeitung der Sardinischen Cerussite im allgemeinen, wie dies von Artini<sup>1)</sup> in seiner schönen Publication ausgeführt ist, war nicht die eigentliche Aufgabe der vorliegenden Untersuchung.

Vielmehr ist das Ziel der Arbeit ein mehrfaches, und zwar:

- 1) Die Beschreibung der interessanten Viellinge von der Grube San Marco, die bis jetzt noch nicht zur Bearbeitung gelangt waren, obwohl besonders einladend zur Untersuchung, indem sie eine ganz eigentümliche Art der Ausbildung und Gruppierung zeigten;
- 2) die Untersuchung einiger besonders merkwürdiger Viellingsgruppen von Monteponi, in bezug auf ihre eigenartige Verwachsung;

1) Siehe Literaturverzeichnis.



3) die Prüfung von Viellingsgruppen auf gegenseitige Beeinflussung der Individuen, wo sich solche durch Ablenkung von den durch das Gesetz vorgezeichneten Richtungen zu erkennen gibt.

Solche Ablenkungen, denen eine genetische Bedeutung beizumessen ist, wurden für einen anderen Fundort (Mapimi) bereits beschrieben von V. Goldschmidt<sup>1)</sup>.

4) Ist hier die Aufgabe gestellt, die Krystallgruppen möglichst genau so wieder zu geben wie sie die Natur ausgebildet hat, ohne Idealisierung. Die einzelnen Individuen und Flächen in ihrer relativen Größe.

Für Viellinge von Monteponi waren andere als idealisierte Bilder in der Literatur nicht aufzufinden, mit Ausnahme von einem Bilde in Artinis Publication (I. c. Taf. II, Fig. 10). Es hat sich nämlich gezeigt, daß sich aus den Größenverhältnissen und den speciellen Eigentümlichkeiten der Anordnung, die im idealisierten Bilde verschwinden, Schlüsse ziehen lassen über genetische Verhältnisse, wie solche im folgenden in einigen Punkten versucht wurden.

5) Beim Cerussit sind im ganzen zwei Zwillingsgesetze bekannt, von denen das eine als nach der Zwillingsebene  $m(110)$  bezeichnet wird, das andere nach der Zwillingsebene  $r = \infty 3(130)$ . Von diesen ist das Gesetz nach  $m$  weitaus häufiger und es war allein bekannt, bis Kokscharow das andere Gesetz nachwies und Schrauf es bestätigte.

Nach diesen ersten vereinzelt Fällen wurden dann noch eine Reihe weiterer Fälle bekannt, die zeigten, daß das Gesetz eine weitere Verbreitung hat, als man ursprünglich annahm.

Bei den Krystallen von Monteponi hatte Artini das Gesetz bereits für Zwillinge nachgewiesen; nun fand es sich im vorliegenden Material in eigenartiger Ausbildung wieder und zwar nicht nur in Zwillingen, sondern auch in Viellingsgruppen.

Diese sollten Gegenstand besonderer Untersuchung sein, auch sollte geprüft werden, ob und in welcher Weise beide Gesetze in derselben Gruppe vereinigt auftraten.

Die Untersuchung hat ergeben, daß in der Tat beide Gesetze sich an derselben Gruppe fanden und zwar in der Weise, daß Pärchen sich nach dem  $r$ -Gesetze vereinigten, um als Ganzes nun nach dem  $m$ -Gesetze zur Gruppe höherer Ordnung zusammenzustoßen.

6. Die Zwillinge und Viellinge von Monteponi nach dem  $r$ -Gesetze zeigen als herrschend und den Charakter der Combination bestimmend andere Formen als die Zwillinge nach dem  $m$ -Gesetze. So fanden sich bei den  $r$ -Zwillingen vorzugsweise die Formen  $r$  und  $v$ , während die beim  $m$ -Gesetz herrschenden Formen  $b$ ,  $m$ ,  $p$ ,  $y$ ,  $x$ ,  $(i, k)$  zurücktraten.

1) N. Jahrb. f. Min., Geol. usw. Beil.-Bd. 15, 562.



Es schien daher von Interesse, zu prüfen, ob ein genetischer Zusammenhang bestehe zwischen dem Auftreten von  $r$  als Zwillings ebene und als herrschende Form in der Combination.

### Bemerkungen.

ad 3. Diese Ablenkung wurde als eine Stütze für die Auffassung angesehen, daß die Flächennormalen Krafrichtungen sind, die die Partikel zusammenhalten und die ebensowohl zur parallelen Anordnung verknüpfen als auch zur Anordnung in Zwillingsstellung, daß ferner die Zonenebenen als Krafebene anzusehen sind und daß solche Krafrichtungen und Krafebene sich gegenseitig ablenken, wenn sie nahezu gleich gerichtet sind und daß sie in diesem Falle das Bestreben haben eine mittlere Richtung anzunehmen.

Es schien von Wichtigkeit zu zeigen, daß die Tatsachen (nahezu der Winkel um  $60^\circ$ ), die einem so weitgehenden Schlusse zu Grunde liegen, nicht auf einen Fundort (Mapimi) beschränkt sind, sondern daß sie sich im gleichen Sinne unter veränderten Verhältnissen und an anderem Orte wiederfinden.

Solche Bestätigung gibt den Schlüssen größere Festigkeit und es erwächst die Aufgabe, nachdem ein zweiter Ort die gleiche Erscheinung gebracht hat, durch weitere Untersuchung zu prüfen, ob das vorliegende Ablenkungsgesetz in der Tat ein allgemeines ist.

### Literatur.

1804. Haüy, Traité de Minéralogie ed. 1, **3**, 485. (Bretagne, Vogesen, Gasimur.)  
 1822. - - - - - éd. 2, **3**, 365.  
 1824. Mohs, Grundriß d. Miner.  
 1825. Mohs-Haidinger, Treat. on Min. II, 430.  
 1837. A. Lévy, Description etc. **2**, 429. (Mehrere Fundorte.)  
 1846. Hörnes, N. Jahrb. f. Min. usw. 773. (Dognacska, Banat.)  
 1847. Hausmann, Handb. d. Min., Abt. II, **2**, 4223.  
 1850. Sandberger, N. Jahrb. f. Min. 270. (Friedrichsseg.)  
 1852. Phillips (Brooke and Miller), Min.  
 1855. Kleszczynski, Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. 46. (Příbram.)  
 1861. Peters, Sitzber. Wiener Akad. **44**, 454. (Rezbánya.)  
 - N. Jahrb. f. Min. usw. 658. (Bleiberg, Schemnitz.)  
 1865. v. Zepharovich, Sitzber. Wiener Akad. **51** (1), 402. (Olsa, Kärnten.)  
 1868. Dana, Syst. of Min. 5th Ed.  
 1870. v. Zepharovich, Sitzber. Wiener Akad. **62** (1), 439. (Kirlibaba, Bukowina.)  
 1870. v. Kokshearow, Mat. z. Min. Rußlands VI, 444. (Sibirien.)  
 - Mém. d. l'Acad. Imp. de St. Pétersb., Serie VII, **16**, Nr. 44.  
 (Ebenda.)  
 1873. Schrauf, Atlas der Krystallformen Taf. 41, 42, 43.  
 - Tschermaks min. Mitt. 242.  
 1874. v. Lang, Verh. d. russ. min. Ges. St. Petersb. **9**, 452. (Mehrere Fundorte.)



4874. Frenzel, N. Jahrb. f. Min. 675. (Langenstriegis.)  
 - Min. Lexicon v. Königr. Sachsen 57. (Johanngeorgenstadt.)
4874. v. Zepharovich, Lotos, Dec. 1895, 312. Ref. N. Jahrb. usw. 1875, 312.  
 (Hüttenberger Erzberg, Kärnthen.)
4875. Sadebeck, Pogg. Ann. 156, 558. (Stolberg.)
4876. Seligmann, Verh. nat.-hist. Ver. f. Rheinl. u. Westf. 33. (Friedrichsseggen.)
4876. Leonhard, Die Mineralien Badens, Stuttgart. (Badenweiler usw.)
4877. v. Groddeck, Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien 422. (Serito Vieira Bueno,  
 Brasilien.)
4878. P. Groth, Die Straßburger Mineraliensammlung 133. (Mehrere Fundorte.)
4878. Vrba, diese Zeitschr. 2, 157. (Rodna, Siebenbürgen.)
4878. Krenner, ebenda 2, 304. (Ebenda.)
4879. vom Rath, ebenda 4, 430. (Ebenda.)  
 - Sitzber. Niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilk., Juli. (Ebenda.)
1880. Seligmann, N. Jahrb. f. Min. usw. 1880 (1), 137. (Friedrichsseggen.)
1882. Schmidt, Ertek. a. term. tud. kör. Kiadja a. M. T. Akad. 12, 1. Diese Zeitschr. 6, 545. (Telekes.)
1882. Mügge, N. Jahrb. f. Min. usw. 1882 (II), 39. (Cordoba.)
1882. Miers, diese Zeitschr. 6, 598. (La Croix, Vogesen.)
1884. Liweh, ebenda 9, 512. (Hausbaden, Badenweiler.)
1884. Schmidt, Term. Füzetek 8, 84. Diese Zeitschr. 10, 207. (Pelsöcz Ardó.)
1884. v. Zepharovich, Lotos, Dec. (Littai, Krain.)
1886. Bourgeois, Compt. Rend. 103, 1088. Ref. diese Zeitschr. 13, 426. (Künstl.)
1887. vom Rath, N. Jahrb. f. Min. (II), 251. (Leadville, Colorado.)  
 - Sitzber. Niederrh. Ges. f. Nat. u. Heilk. 102. Ref. diese Zeitschr. 17, 105.
1888. Negri, Atti R. Istit. Venet. 6, 963. (Auronzo.)  
 - Riv. d. Min. Ital. 1889, 4, 41. Ref. diese Zeitschr. 19, 319.
1888. Artini, Atti R. Accad. d. Lincei Mem. scie 4, vol. V. Ref. diese Zeitschr. 19, 314. (Monteponi, Montevecchio.)
1889. Flink, K. Vetenskaps Förhandlingar No. 4. (Pajsberg.)
1890. Gerstendörfer, Sitzb. Wiener Akad. 99 (1), 422. Ref. diese Zeitschr. 21, 415.  
 (Mies.)
1890. Michel, Bull. d. l. Soc. Fr. de Min. 13, 213. Ref. N. Jahrb. usw. 1893 (1), 12.  
 (Malines.)
1890. Jeremejew, Verhandl. k. russ. min. Ges. St. Petersburg. 26, 460. Diese Zeitschr. 20, 189. (Bistschek, Sjemipalatinsk.)
1891. Pirsson, Am. Journ. of Science 42, 405. Ref. diese Zeitschr. 22, 572. (Red  
 Cloud Mine, Yuma Co., Arizona.)
1891. Dannenberg, diese Zeitschr. 18, 64. (Stolberg.)
1891. Tscherne, Verh. k. k. geol. Reichsanst. 211. Ref. diese Zeitschr. 23, 290  
 (Litica, Bosnien.)
1891. Williams, Johns Hopkins Univ. Circ. No. 87. (Caroll Co., Md.)
1892. Zimányi, Földtani Közlöny 22, 225. Ref. diese Zeitschr. 23, 300. (Kis  
 Muncsel.)
1892. Gonnard, Bull. d. l. Soc. Fr. Min. 15, 35, 44. Ref. diese Zeitschr. 24, 320.  
 (La Pacaudière, Roanne, Roure, Pontgibaud.)
1892. Johansson, Geol. För. Förhandl. 14, 49. Ref. diese Zeitschr. 24, 138.  
 (Norberg.)
1894. Traube, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 46, 30. (Tarnowitz.)



1894. Pratt, Am. Journ. of Sc. **48**, 242. Ref. diese Zeitschr. **26**, 423. (Meagher Co., Mont.)
1894. Molengraaff, diese Zeitschr. **22**, 456. (Transvaal Silver Mine, Pretoria.)
1894. Lacroix, Bull. d. l. Soc. Franc. Min. **17**, 49. Ref. diese Zeitschr. **26**, 412. (Diahot-Tal, Neu-Caledonien.)
1895. Hobbs, diese Zeitschr. **25**, 263. (Highland, Mineral Point, Galena.)  
- Am. Journ. of Sc. **50**, 424. (Missoula Mont.)
1895. Gentil, Bull. d. l. Soc. Franc. Min. **18**, 407. Ref. diese Zeitschr. **27**, 630. (Ouarsensis, Algier.)
1895. Osann, diese Zeitschr. **23**, 264. (Gabo de Gata.)
1896. Lacroix, Compt. rend. **123**, 955. Ref. diese Zeitschr. **29**, 444. (Laurium.)
1896. Lüdecke, Die Mineralien des Harzes. Berlin, Bornträger. Ref. diese Zeitschr. **29**, 484. (Harz.)
1896. Pirsson und Weed, Bull. U. S. Geol. Surv. **139**, 458. Ref. diese Zeitschr. **30**, 397. (Montana.)
1896. Artini, Atti del Soc. Ital. di Sc. nat. **35**. Ref. diese Zeitschr. **30**, 496. (Gorno.)
1897. Riva, Rend. d. R. Accad. d. Lincei (5), **6**, 422. Ref. diese Ztschr. **31**, 393. (Nebida.)  
- diese Zeitschr. **31**, 533. (Rosas.)
1897. Cesàro, Mém. d. l'Acad. R. d. Sc. d. Lettres et b. Arts d. Belg. **53**. Ref. diese Zeitschr. **31**, 95. (Belgische Fundorte.)
1897. de Schulten, Bull. d. l. Soc. Franc. Min. **20**, 494. Ref. diese Zeitschr. **31**, 75. (Künstlich.)
1897. Mügge, N. Jahrb. f. Min. II, 78. (Broken Hill.)
1897. d'Achiardi, Soc. Tosc. di Sc. Nat. Ref. diese Zeitschr. **31**, 36. (Valdaspera.)
1897. Artini, Rend. R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett. (2), **30**. Ref. diese Zeitschr. **31**, 404. (Bovegno.)
1897. Buttgenbach, Ann. d. l. Soc. Geol. d. Belg. **24**, 37. Ref. N. Jahrb. f. Min. 1901 (1), 492. (Moresnet.)
1898. - - - **25**, 49. Ref. diese Zeitschr. **32**, 644. (Villers en Fagne.)
1899. Jeremejew, Verh. k. russ. min. Ges. St. Petersburg. **36** (2), 42. Ref. N. Jahrb. f. Min. 1904 (II), 479. (Altai.)
1899. Jimbo, Journ. Coll. Sc. Tokyo **11**, 243. Ref. diese Zeitschr. **34**, 247. (Japanische Fundorte.)
1899. Kaiser, diese Zeitschr. **31**, 535. (Rheinbreitbach und Honnef.)
1899. Ohm, N. Jahrb. f. Min. B.B. **13**, 4. (Westfalen.)
1900. Millosevich, Rend. d. R. Acc. d. Linc. **9** (4), 433. Ref. diese Z. **35**, 497. (Malfidano.)  
- Riv. d. Min. **24**, 22.
1900. Tacconi, diese Zeitschr. **32**, 498. (Sarrabus, Sardinien.)
1900. Samojloff, Verh. d. k. russ. min. Ges. **38**, 343. Ref. diese Zeitschr. **36**, 474. (Ural.)
1900. Barviř, Sitzb. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. Nr. **36**. Ref. diese Zeitschr. **36**, 303. (Mies.)
1901. - - - Nr. **17**, Nr. **33**.
1901. Artini, Riv. di Min. **26**, 58. Ref. diese Zeitschr. **35**, 309. (Laorca.)
1902. Rogers, Sch. of Mines Quart. **23**, 433. Ref. diese Zeitschr. **38**, 692. (Phenixville, Penn.)
1902. Buttgenbach, Ann. d. l. Soc. Géol. d. Belg. **29**, 403. Ref. diese Zeitschr. **39**, 497. (Santa Rosalia, Peru.)
1902. Goldschmidt, N. Jahrb. f. Min. B.B. **15**, 562. (Mapimi, Mexico.)
1902. Zimányi, Mag. Chem. Tely. **8**. Diese Zeitschr. **36**, 252. (Tarkaicza.)
1903. Stibing, Trav. d. l. Soc. Imp. d. Naturalistes St. Pétersb. C. R. d. Séances **34** (4), 53. Ref. N. Jahrb. f. Min. 1904 II, 20 (Riddersk.).



## Beobachtete Formen.

An den von mir gemessenen Krystallen wurden folgende Formen beobachtet:

Nr.	Buchst.	Symbole		
		Miller	Naumann	Gold- schmidt
1	<i>c</i>	{004}	0 <i>P</i>	0
2	<i>b</i>	{040}	$\infty\bar{P}\infty$	0 $\infty$
3	<i>a</i>	{400}	$\infty\bar{P}\infty$	$\infty 0$
4	<i>m</i>	{440}	$\infty P$	$\infty$
5	<i>χ</i>	{420}	$\infty\bar{P}2$	$\infty 2$
6	<i>r</i>	{430}	$\infty\bar{P}3$	$\infty 3$
7	<i>Γ</i>	{480}	$\infty\bar{P}8$	$\infty 8$
8	<i>x</i>	{012}	$\frac{1}{2}\bar{P}\infty$	0 $\frac{1}{2}$
9	<i>q</i>	{023}	$\frac{2}{3}\bar{P}\infty$	0 $\frac{2}{3}$
10	<i>T*</i>	{034}	$\frac{3}{4}\bar{P}\infty$	0 $\frac{3}{4}$
11	<i>k</i>	{044}	$\bar{P}\infty$	01
12	<i>Q*</i>	{054}	$\frac{5}{4}\bar{P}\infty$	0 $\frac{5}{4}$
13	<i>S</i>	{032}	$\frac{3}{2}\bar{P}\infty$	0 $\frac{3}{2}$
14	<i>i</i>	{024}	2 $\bar{P}\infty$	02
15	<i>v</i>	{034}	3 $\bar{P}\infty$	03
16	<i>z</i>	{044}	4 $\bar{P}\infty$	04
17	<i>n</i>	{054}	5 $\bar{P}\infty$	05
18	<i>t</i>	{064}	6 $\bar{P}\infty$	06
19	<i>u</i>	{074}	7 $\bar{P}\infty$	07
20	<i>π</i>	{094}	9 $\bar{P}\infty$	09
21	<i>y</i>	{402}	$\frac{1}{2}P\infty$	$\frac{1}{2}0$
22	<i>π</i>	{302}	$\frac{2}{3}P\infty$	$\frac{2}{3}0$
23	<i>γ</i>	{443}	$\frac{1}{3}P$	$\frac{1}{3}$
24	<i>o</i>	{442}	$\frac{1}{2}P$	$\frac{1}{2}$
25	<i>p</i>	{444}	<i>P</i>	1
26	<i>s</i>	{424}	2 $\bar{P}2$	12
27	<i>φ</i>	{434}	3 $\bar{P}3$	13
28	<i>w</i>	{244}	2 $\bar{P}2$	21

Die mit einem \* bezeichneten Formen sind neu für Cerussit.

Um die Zwillingbildung an unserem Cerussit etwas eingehender zu betrachten, mögen erst einige Begriffe festgelegt werden.

Zwilling sei ein symmetrisches Krystallpaar. Halten wir diese Definition fest, so hat jeder Zwilling eine Zwillingsebene im folgenden Sinne:

Zwillingsebene ist die Symmetrieebene des Paares.

Zwillingsexe ist eine Senkrechte zu dieser Ebene.

Besteht das Paar aus den Individuen I und II, so kann man I in Stellung II durch Drehung um 180° überführen.

Zwillingsebene ist ein formeller Begriff. Er ist seit langem in der

Krystallographie üblich und ist sehr gut geeignet, um in wenigen Worten das Zwillingsgesetz auszudrücken.

Für genetische Betrachtungen ist es nötig, noch einige weitere Begriffe einzuführen. In einer demnächst erscheinenden Publication von Goldschmidt und Nicol<sup>1)</sup> sind einige dieser Begriffe dargelegt (vgl. auch Goldschmidt, Über nicht parallele Verknüpfung der Krystallpartikel<sup>2)</sup>).

Deckflächen. Wir beobachten, daß in I und II verschiedene Flächen der Richtung nach sich decken. Ist das der Fall, so decken sich auch die Normalen dieser Flächen, die wir als Krafrichtungen ansehen, und es decken sich die Projectionspunkte der Flächen im Projectionsbilde. Solche Flächen nennen wir Deckflächen. In der gnomonischen Projection erscheinen die Deckflächen als Deckpunkte. Die Normalen der Flächen betrachten wir als Richtungen der verknüpfenden Kräfte. Je mehr solcher sich decken, je mehr Deckflächen vorhanden, desto fester ist die Verknüpfung zwischen I und II.

Deckzone sei eine Zone, die I und II gemeinsam ist, ob sich darin Einzelflächen decken oder nicht. Am besten erkennt man sie im gnomonischen Bilde.

In den meisten Deckzonen liegen mehrere Deckflächen.

Es gibt Zonen, in denen alle Flächen von I und II sich decken; solche wollen wir absolute Deckzonen nennen. Solche sind besonders wichtig.

Eine absolute Deckzone beim Zwillinge nach dem  $m$ -Gesetze ist die Zone  $c, p, m$ , beim zweiten Gesetze  $c, r$ .

Eine sehr wichtige Deckzone beim Cerussit, die aber keine absolute ist, zeigt uns die Prismenzone. In ihr liegen die wichtigen Flächen  $b, m, r, a$ . Decken sich die Prismenzonen bei I und II, so decken sich auch die  $c$ -Flächen. Beide unterstützen einander und wirken gleichzeitig. Man kann also ebensogut die Flächen  $c$  wie die Prismenzone als Hauptverknüpfer ansehen.

Die Deckflächen und Deckzonen haben genetisch eine große Bedeutung, weil wir sie als die Verknüpfer betrachten.

Zu einer formellen Definition des Zwillingsgesetzes sind sie nicht so gut geeignet, weil ihrer viele sind und man genetisch die Art der Verknüpfung nicht so kurz aussprechen kann, wie durch Nennung der Zwillingsebene bei der Drehung um  $180^\circ$  von selbst mit verstanden ist.

In unserem Falle sind also bei dem einen Gesetze  $c = 0(001)$ ,  $p = 1(111)$  und  $m = \infty(110)$  Deckflächen, bei dem anderen Gesetze  $c$  und  $r = \infty 3(130)$ .

Die Zwillingsbildung hat nun äußerlich zustande gebracht Zusammenstoßen (Juxtaposition) oder Einanderdurchkreuzen. Eigentlich nur im ersten Falle kann man von einer Verwachsungsebene sprechen.

1) N. Jahrb. f. Min. 1904, 2, 93.

2) Zeitschr. f. Kryst. 1898, 29, 361.



Verwachsungsfläche sei die Fläche, in der die Individuen I und II zusammenstoßen. Sie ist meist keine Ebene, sondern verläuft unregelmäßig, krumm oder verzahnt<sup>1)</sup>.

Ist die Verwachsungsfläche eine Ebene, so nennen wir sie Verwachsungsebene. Sie ist dann eine krystallonomisch wichtige Fläche oder steht senkrecht zu einer solchen. So ist es beim Cerussit.

Juxtapositionszwillinge haben eine mehr oder minder ebene Verwachsungsfläche.

Bei Cerussiten nach dem  $m$ -Gesetze ist  $m$  oder eine Ebene senkrecht zu  $m$  Verwachsungsebene. Ist das erstere der Fall, so stoßen I und II nach

Fig. 1.

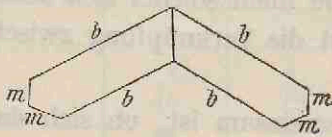


Fig. 2.

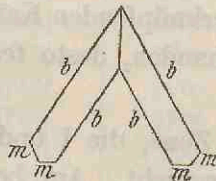
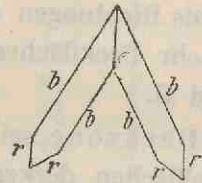


Fig. 3.



ihrer Längserstreckung  $\parallel b$  unter stumpfen Winkel zusammen (Fig. 1). Im letzteren Falle wird ein spitzer Winkel gebildet (Fig. 2). Wir unterscheiden danach stumpfe und spitze Zwillinge nach  $m$ . Bei dem Gesetze nach  $r$  haben sich bis jetzt nur solche Pärchen gefunden, bei denen  $r$  selbst Verwachsungsebene ist. Dann stoßen I und II ihrer Längserstreckung  $\parallel b$  nach spitz zusammen (Fig. 3).

Durchkreuzungszwillinge nennen wir solche, bei denen beide Enden von I und II frei hervorstehen, welches auch im gemeinsamen mittleren Gebiete die Abgrenzung sei. Diese kann sehr mannigfaltig sein. Im Begriff Durchkreuzungszwilling, der praktisch bequem ist und eine oberflächliche gute Anschauung gibt, steckt genetisch mancherlei. Einiges werden wir hier bei unseren Cerussiten kennen lernen und beschreiben.

Ein Teil der Aufgabe dieser Arbeit ist der Versuch, in die Art der Verwachsung dieser merkwürdigen und mannigfaltigen Gebiete, die meist unter dem allgemeinen Namen Durchkreuzungszwillinge und Viellinge angeführt werden, etwas Klarheit zu bringen.

Für die Abbildung vorliegender Krystallgruppen eignen sich vorzugsweise die Kopfbilder, d. h. parallele Projection senkrecht zur Basis, bei denen die Prismen zu Linien verkürzt erscheinen. Für das Studium der genetischen Beziehungen, die gerade zu dieser Anordnung geführt haben, dient am besten die **gnomonische Projection** und zwar die normale, d. h.

<sup>1)</sup> Vergl. Goldschmidt, Über nicht parallele Verknüpfung der Krystallpartikel, loc. cit.



mit der Basis als Projectionsebene. Wollen wir nun die Vorteile beider Darstellungsarten vereinigen, so empfiehlt es sich, zu dem Kopfbilde der Gruppe das gnomonische Bild in gleicher Orientierung zu stellen. Das ist in Fig. 17, Taf. VI geschehen.

Im Kopfbilde liegen die Einzelindividuen der Gruppen nebeneinander im Projectionsbilde dagegen fallen die gleichen Richtungen der verschiedenen Individuen zusammen. Sind es nun mehrere Krystalle, so verwirrt sich das Bild, und es ist nötig, den Einzelindividuen besondere Abzeichen zu geben, die das Zusammengehörige vereinigen, von dem anderen scheiden. Hierzu empfiehlt sich das Einzeichnen einiger wichtiger Zonenlinien und das Bezeichnen der Individuen durch Farben. Diese macht man dann im Kopfbilde und gnomonischen Bilde gleich. Dabei kann man gleich gerichtete Individuen mit der gleichen Farbe bezeichnen auch dann, wenn sie nicht zusammenhängen, sondern nur durch das gleiche Zwillingsgesetz mit einem dritten Individuum verbunden sind.

Beim Vergleiche der Projectionsbilder und ihrer Beziehungen handelt es sich nun besonders um das Studium der Hauptpunkte und Hauptzonen. Das sind folgende:

Die Basis  $c = 0(001)$ .

Das Pinakoid  $b = 0\infty(010)$ .

Die Prismen  $m = \infty(110)$

$r = \infty 3(130)$ .

Die Domen  $x = 0\frac{1}{2}(012)$

$k = 01(011)$

$i = 02(021)$

$v = 03(031)$

$y = \frac{1}{2}0(102)$ .

Die Pinakoide  $p = 4(111)$ .

Die wichtigsten Zonen sind:

Die Prismenzone  $[bm]$ .

Die Axenzone  $[c x k i v b]$ .

Die Diagonalzone  $[c p m]$ .

Bei unserem speciellen Vorkommen spielt noch eine Zone  $[vr]$  eine Rolle, die sonst nicht wichtig ist.

Im Projectionsbilde Fig. 17, Taf. VI sind drei vereinigte Individuen durch die Farben rot, blau und gelb ausgezeichnet, und die Zonenlinien auch farbig angemalt. Für jedes Individuum können wir ein Rechteck zeichnen, dessen Eckpunkte die Projectionspunkte der Flächen der Grundpyramide  $p$  sind. Die Kanten sind die Zonenlinien  $p k p$  und  $p c p$ . Die Diagonalen sind die Richtungen der Flächennormalen von  $m$ , am Rande des Bildes als Strich angegeben. Die Mittellinien parallel der kurzen und langen



Kante des Rechteckes sind die Richtungen der Axenzonen, die vom Pol  $c$  zu den Pinakoiden  $a = \infty 0$  und  $b = 0 \infty$  führen.

**Bezeichnung der Orientierung eines Krystalles.** Die Orientierung eines Krystalles ist gegeben durch die Lage seiner Flächen im Raume. Diese Flächen sind jedoch der Richtung nach fest unter sich verbunden. Den Verband zeigt das Projectionsbild. Es genügt daher zur Fixierung der Orientierung eines Krystalles die Angabe der Lage des Poles und eines bestimmten ersten Meridians. Für jede Krystallart wählt man einen Meridian fest als Anfangsmeridian.

So hat man beim Cerussit die Richtung  $cb$  als Anfangsmeridian gewählt. Von diesem aus werden die Winkel  $\varphi$  abgezählt.

Wenn wir nun den Winkel, den zwei Individuen in Zwillingstellung mit einander bilden, bestimmen wollen, so braucht man nur den Winkel, den die ersten Meridiane, die  $b$ -Richtungen einschließen, anzugeben resp. aus der Figur abzulesen.

Es ist derselbe, den die entsprechenden  $a$ -,  $m$ - oder  $r$ -Richtungen mit einander machen, und zwar:

für die Zwillinge nach $m$	62° 46'	resp.	117° 44'
- - - - - $r$	57 48	-	122 42.

Zum Vergleiche benutzen wir gewöhnlich nur die  $b$ -Richtung, die ein für alle Mal als Anfangsmeridian angenommen ist.

Da, wo die zum Zwillinge verbundenen Individuen eine gemeinschaftliche Prismenaxe, also auch gemeinsamen Pol haben, gestaltet sich die Behandlung besonders einfach. Wir brauchen da nur einen Winkel, der in der Prismenzone liegt, also sofort im gnomonischen Bilde zu finden ist, um die Position der Individuen zu einander zu bestimmen. Dies ist bei unseren Cerussitviellingen der Fall.

Betrachten wir nun das Projectionsbild Fig. 17, Taf. VI, das zu dem darüber stehenden Kopfbilde Fig. 15 gehört, näher, so treten uns dann drei der oben besprochenen Rechtecke entgegen, deren jedes einem Individuum entspricht. Ein rotes, ein blaues und ein gelbes. Das blaue und gelbe Rechteck haben zwei Eckpunkte gemeinsam, ja die ganze Zone  $cpm$ .

Es sind zwei Individuen, das blaue und das gelbe, verzwillingt nach dem  $m$ -Gesetze, wie man dies gerade an diesem Decken der  $p$ -Punkte schon sofort aus der Zeichnung erkennen kann.

Das rote und das blaue Individuum bilden einen Zwilling nach dem  $r$ -Gesetze. Infolgedessen haben sie die Zone  $cr$  gemeinsam. In dieser Zone liegen keine wichtigeren Punkte. Die beiden Rechtecke blau und rot haben daher keine entsprechenden Punkte gemeinsam. Nur die roten und blauen  $r$ -Punkte fallen zusammen, die sich als Striche auf dem Rande des Bildes darstellen.



In dieser Weise wird ein solches farbiges Projectionsbild ein Hilfsmittel, woraus man die Beziehungen zwischen den Einzelindividuen gut übersehen kann. Jedes Individuum hat sein eigenes Rechteck in bestimmter Stellung, und die Winkel, die die Rechtecke zusammen machen, treten im Bilde deutlich hervor, woraus die Art der Zwillingsbildung folgt.

Zur Verdeutlichung der Verhältnisse sind das Kopfbild und das perspectivische Bild zu diesem gnomonischen Projectionsbilde gehörig angeben in der Lage, in der sie sich zu einander beziehen.

Wir sehen, wie die Richtungen der Krystalle im Kopfbilde übereinstimmen mit den Richtungen der dazugehörigen Rechtecke im gnomonischen Bilde. Man kann bei einer Betrachtung des Kopfbildes nicht einfach sagen, das blaue und gelbe Individuum machen einen Winkel von  $62^{\circ} 46'$ , ohne dabei zu denken, daß eine bestimmte Richtung des einen Individuums diesen Winkel mit der entsprechenden Richtung im anderen Individuum mache. Es ist dabei gleichgültig, welche Richtung und welchen Meridian wir dabei zum Vergleiche nehmen.

**Wahl des Vergleichsmeridians.** In der Regel nehmen wir dazu den Anfangsmeridian, d. h. den Meridian  $cb$ . Oft ist es jedoch vorteilhaft, statt dessen einen anderen Meridian zu nehmen. Von solchen kommen für unsere Cerussite wesentlich drei in Betracht.

- 1) Der Meridian durch  $a = \infty 0 =$  Meridian  $90^{\circ}$ .
- 2) Der Meridian durch  $m = \infty$  und  $p = 4$ . Meridian  $58^{\circ} 37'$ .
- 3) Der Meridian durch  $r = \infty 3 =$  Meridian  $28^{\circ} 39'$ .

Jede dieser Bezeichnungen hat ihre Vorzüge. Der Drehungswinkel der Individuen gegen einander ist der gleiche, nach welchem Meridian man auch die gegenseitige Orientierung bezeichnen mag, denn alle Meridiane im selben Individuum sind fest verbunden.

**Bezeichnung nach Meridian  $a = \infty 0 =$  Meridian  $90^{\circ}$**  hat folgenden Vorzug. Die Cerussitkrystalle sind meist säulenförmig oder tafelig, gestreckt in der Richtung des Meridians  $90^{\circ}$  durch vorzugsweise Ausbildung der  $b$ -Flächen. Der Meridian  $90^{\circ}$  gibt somit ein Bild der Erstreckung des Krystalles und somit des Krystalles selbst. So gibt in diesem Falle die Richtung der Meridiane die beste Anschauung der gegenseitigen Lage der Individuen I und II.

**Bezeichnung nach Meridian  $m =$  Meridian  $p$ .** Dies hat folgenden Vorzug. Drehe ich Krystall I um  $62^{\circ} 46'$ , so fällt der eine Meridian  $cp = cm$  zusammen mit dem anderen Meridian  $ep$  von II. Im Projectionsbilde Fig. 17, Taf. VI ist dies ersichtlich. Ein Meridian  $cp$  (blau) kommt nach einem Meridian  $ep$  (gelb). Dann decken sich je eine Zone  $cpm$  von I und II. Das ist die Ursache der Zwillingsverknüpfung, das ist das genetisch Wichtige. Die Bezeichnung nach dem Meridian  $cpm$  sagt also genetisch



das Meiste aus.  $cpm$  ist unsere Hauptdeckzone. Die Bezeichnung nach Meridian  $m$  bringt diese Drehung von der ersten in die zweite Stellung zum Ausdruck und zwar gerade für das specielle Zwillingsgesetz, das Hauptgesetz: Zwillingsebene  $m = \infty$ .

Im Projectionsbilde ist diese Bezeichnung der Drehung nach Zone  $cpm$  dadurch besonders anschaulich, weil sie zeigt, wie die charakteristischen Rechtecke des Bildes sich drehen. Ein Eckpunkt  $p$  wandert bis zur Drehung mit dem anderen.

Bezeichnung nach Meridian  $r = \infty 3$ . Hier gilt wesentlich das in bezug auf Meridian  $m$  gesagte. Nur entfallen hier die Deckpunkte  $p$ . Die Bezeichnung empfiehlt sich für Zwillinge nach dem  $r$ -Gesetze.

Auch ein anderer Meridian kann unter Umständen zur Bezeichnung der Drehung mit Vorteil angewandt werden. So haben wir bei dem Monteponi-Cerussit-Pärchen nach dem  $r$ -Gesetze vereinigt zu einer Gruppe nach dem  $m$ -Gesetze (Fig. 5, Taf. IV). Die gegenseitige Lage der Pärchen bezeichnet man da am besten durch die Drehung um  $62^{\circ}46'$  der Mittellinie der Pärchen im Kopfbilde. Diese Mittellinien laufen parallel der Prismenkante  $r$ , stehen also senkrecht auf dem Meridian  $cr$ .

Allgemein, nimmt man die Anschauung aus dem gnomonischen Bilde, was die Regel ist, so dienen zur Bezeichnung der Orientierung am besten die Meridiane. Nimmt man sie aus dem Kopfbilde, so sind die Tracen der Prismen und Pinakoide  $mr b$  anschaulicher.

Wir wollen uns im folgenden meist der Position der  $b$ -Fläche als ersten Meridian bedienen, um in bezug auf diesen die Verhältnisse klar zu legen. Wenn also kurzweg erwähnt wird, daß zwei Individuen einen Winkel mit einander bilden, so ist der Winkel der entsprechenden  $b$ -Flächen resp. der Meridiane  $cb$  gemeint.

### Cerussit von San Marco.

Auf einem gelben Kalksteine liegen ausgestreut eine große Anzahl Zwilling- und Viellingsgruppen. Die Kryställchen sind klein, stengelig, etwa 5 mm lang, 2 mm dick, von grauweißer Farbe und fast metallischem Glanz. Während die Individuen der Cerussitviellinge sonst meist tafelig sind durch breite und hohe  $b$ - und hohe  $m$ -Flächen, sind hier  $b$  und  $m$  niedrig durch Vorherrschen der Domenzone  $k = 01(011)$ ,  $i = 02(021)$  und  $v = 03(031)$ . Dies gibt den Einzelkryställchen einen stengeligen ungewöhnlichen Habitus.

Ferner fällt bei Betrachtung der Gruppen auf, daß die Individuen meist zu zweien oder dreien unter stumpfem Winkel von circa  $120^{\circ}$  zusammenstoßen, während man gewöhnt ist, die Individuen der Cerussitdrillinge unter spitzem Winkel zusammen zu sehen.



Es ist bemerkenswert, daß der erste abgebildete und beschriebene Cerussitvielling ein solcher stumpfer Drilling gewesen sein dürfte. Er findet sich in Haüy's *Traité de Minéralogie* 1822, III, 371. Die Stelle, die auch interessant ist wegen Haüy's Auffassung der Zwillingsbildung, möge hier abgedruckt werden:

*Plomb carbonaté triple.*

Cette variété qui se trouve aussi dans les mines de la Bretagne paraît résulter d'un assortiment de trois prismes hexaédres comprimés semblable à celui de la variété 57.

On voit, figure 68, la coupe transversale de cet assemblage. Les prismes ont à chaque sommet une facette oblique, en sorte qu'ils présentent l'aspect de trois lames en trapèzes réunis par leurs grandes bases. Pour que ces prismes s'arrangent autour du point *e*, sans laisser de vide, il faut supposer que l'aplatissement de l'un ait lieu dans un sens différent de celui des deux autres; en sorte que parmi les trois angles qui concourent en ce même point *e*, l'un soit de  $117^{\circ}4'$ , et les deux autres de  $124^{\circ}28'$  auquel cas la même différence existera entre les angles *a*, *b*, *n*. Mais c'est ce que je n'ai pu vérifier.

Das ganze vom gewöhnlichen so sehr abweichende Aussehen dieser Krystalle war Herrn Director Ferraris so merkwürdig erschienen, daß er diese Krystallstufe zur Untersuchung einsandte.

In der Tat haben sich die Individuen bei eingehender Bearbeitung als recht interessant erwiesen.

Was den stumpfen Winkel betrifft im Gegensatze zum spitzen Winkel, so war von diesem bereits oben (S. 154) die Rede. Er entspricht beim *m*-Gesetze einer Verwachsung nach der Zwillingsene.

### Beschreibung der gemessenen Zwillings- und Viellingsgruppen.

Gruppe 1 ist in Fig. 1, Taf. IV dargestellt und zwar zeigt Fig. 1 das Kopfbild oder die Ansicht von oben, Fig. 2 den Aufriß oder die Ansicht von vorn. Beide Figuren zusammen im Verein mit den Farben dürften die Gruppierung verständlich machen. Die Gesamtgruppe hat eine Größe von 3 mm nach Länge, 2 mm nach Breite und 4 mm nach Höhe. Sie zeigt einen Aufbau in zwei Etagen übereinander. Die obere Stufe besteht aus zwei Individuen, blau und grün der Figur, die nach dem *m*-Gesetze verbunden sind. Die untere Etage besteht ebenfalls aus zwei Individuen (rot und gelb), dürfte jedoch, worauf die Winkel hinweisen, aus drei Individuen bestanden haben, von denen das eine ausgebrochen ist.

Außer den Winkeln spricht dafür eine Bruchstelle, die mit braunen Farben angegeben ist. Rot, braun, grün bilden einen Drilling nach *m*. Beide Etagen haben die Prismenzone gemein, so daß ein einheitliches Polarstellen und Durchmesser möglich ist.

Die *b*-Flächen sind nicht hoch. Es herrscht die langgestreckte Domenzone *akib* und gibt den Kryställchen einen stengeligen Habitus. Nur der grüne Krystall ist mehr tafelig.



Die Krystalle blau und grün sind an beiden Enden ausgebildet und durchkreuzen sich. Doch läßt sich an ihnen ein stärkeres Hauptende (hinten) und ein schwächerer Fortsatz (vorn) unterscheiden. Das Hauptende dürfte als der eigentliche Zwillings anzusehen sein, die schwächeren Enden als Ergänzungen rückwärts. Beide Enden sind, wie die Messung zeigt, streng gleich gerichtet. Ebenso sind die beiden Enden von rot der anderen Etage gleich gerichtet. Gelb hat nur ein Ende.

Die Messungen wurden in der Weise durchgeführt, daß die ganze Gruppe nach der gemeinsamen Prismenzone am zweikreisigen Goniometer polar gestellt und so durchgemessen wurde, als sei es ein einziger Krystall.

Obwohl die farbige Zeichnung den Zusammenhang einfach klar legt, waren die Verhältnisse beim Anfang der Messung nicht so selbstverständlich. Auf eine genaue Skizzierung dieser complicierten Gruppe als Vorarbeit muß viel Wert gelegt werden, damit man gut orientiert ist, zu welchen Individuen die Reflexe gebenden Flächen gehören. Letzteres war nicht immer ohne Schwierigkeit zu bestimmen. Durch Vermittelung der Positionswinkel  $\varphi$  und  $\varrho$  wird ein gnomonisches Projectionsbild dargestellt.

Die den Flächen entsprechenden Punkte sind auch mit gleicher Farbe angegeben. Dies hilft wesentlich die Verhältnisse klar zu legen.

Um die gegenseitige Lage der Individuen anzugeben, wurde für jedes aus allen seinen Flächen der erste Meridian bestimmt. Derselbe ist wesentlich festgelegt durch die Domenzone *skib*, doch wurden zu seiner Bestimmung auch die anderen Flächen *mryp* herangezogen.

Wie oben angegeben, genügt die Angabe je eines Winkels, z. B. des Winkels des ersten Meridians, um die gegenseitige Orientierung der Individuen anzugeben, da die Prismenzone allen gemeinsam ist und eine Drehung um diesen Winkel das eine Individuum in die Lage des anderen überführt.

In diesem Sinne können wir von dem Winkel zweier Individuen reden. Die Position der Winkel des *o*-Meridians der einzelnen Krystalle gegen die *o*-Ablese am Verticalkreise des Goniometers bezeichnet, wie wir oben S. 456 sahen, die Orientierung des Krystalles. Wir maßen diesen Winkel  $v_0$ . Die Messung ergab für die Meridiane der einzelnen Individuen folgende Positionen, aus denen die gegenseitigen Drehungen abgelesen werden können.

Krystall	Position $v_0$	Drehung	
Blau	340 0'	} 62°49'	
Grün	334 44		122 42 57°48'
Gelb	36 48		125 30 54 30
Rot	271 48		



Aus diesen Differenzen läßt sich erkennen, daß die Art der Verwachsung folgende ist:

Blau und grün haben die Neigung  $62^{\circ} 49'$  entsprechend dem  $m$ -Gesetze (berechnet  $62^{\circ} 46'$ ).

Rot und gelb haben die Neigung  $125^{\circ} 30' = 2 \times 62^{\circ} 45'$ . Das ist gerade der doppelte Winkel des  $m$ -Gesetzes.

Wir schließen daraus, daß es ein Drilling ist, zu dem ein leider ausgebrochener Krystall (braun) gehört, dem ein Abstand von  $62^{\circ} 45'$  gegen gelb und rot zuzuschreiben ist.

Eine Verknüpfung der oberen Etage mit der unteren hat sich nach dem  $r$ -Gesetze vollzogen. Diese Tatsache ist uns von ganz besonderem Interesse. Wir haben hier die beiden am Cerussit bekannten Zwillingsgesetze in ganz eigentümlicher Weise verknüpft. Rot und blau bilden doch den Winkel  $57^{\circ} 48'$ , den das  $r$ -Gesetz erfordert. In jeder Stufe kommt das  $m$ -Gesetz vor. Die beiden Etagen aber hängen durch das  $r$ -Gesetz zusammen.

Jetzt verstehen wir genetisch, man kann sagen historisch, die ganze Gruppe, die mit Einschließung des abgebrochenen braunen Krystalles ein Fünfling ist.

Die untere Etage ist die ältere, sie bildet einen Drilling rot, braun, gelb nach  $m$ . Auf sie hat sich jünger die obere Etage blau, grün gesetzt, so zwar, daß sich blau nach dem  $r$ -Gesetze an rot anschloß. Das jüngste Gebilde ist grün, das sich nach  $m$  an blau angesetzt hat.

Die älteren Krystalle der unteren Etage sind größer und flächenarmer und haben langstengeligen Habitus. Die jüngeren oberen sind kürzer, flacher und flächenreicher. Analoges zeigt sich bei anderen Gruppen des gleichen Fundortes. Analoge Bildungen werden wir beim Cerussit von Monteponi kennen lernen. Dort finden wir auch beide Zwillingsgesetze zusammen.

Beobachtet sind folgende Formen:

$b$	$a$	$m$	$r$	$r'$	$x$	$l$	$S$	$i$	$v$	$n$	$y$	$\pi$	$o$	$g$	$p$	$s$	$\varphi$
$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$0\frac{1}{2}$	01	$0\frac{3}{2}$	02	03	03	$\frac{1}{2}0$	$\frac{3}{2}0$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	4	12	13
010	400	110	130	180	012	011	032	021	031	031	102	302	112	113	111	121	131

Gruppe 2 ist als Kopfbild in Fig. 4, Taf. IV dargestellt. Die Dimensionen sind 5 mm Länge, 4 mm Breite und 4 mm Höhe. Im Habitus ein ähnliches Gebilde als das vorher beschriebene. Drei Individuen, 1, 2, 3, mit den Farben rot, grün und gelb belegt, bilden einen Drilling, indem sie unter dem stumpfen Zwillingswinkel  $117^{\circ} 44'$  zusammenstoßen, wie es das  $m$ -Gesetz fordert. Oben auf dieser Gruppe ist noch ein Zwilling, 4, 5, nach



$m$  zu finden, von dem das eine Individuum mit einer Schwankung von wenigen Minuten dem unteren roten parallel gestellt ist.

Interessant an dieser Gruppe ist, daß zu dem stumpfen Drilling, 1, 2, 3, ein stumpfes Pärchen getreten ist, und sich als selbständiges Gebilde orientiert aufgelagert hat. Wir unterscheiden oben:

1) Stumpfer Zwillling nach dem  $m$ -Gesetze. Dabei ist Zwillingsebene = Verwachsungsebene.

2) Spitzer Zwillling nach dem  $m$ -Gesetze. Dabei ist Zwillingsebene senkrecht zur Verwachsungsebene.

In unserer Gruppe haben wir zugleich einen stumpfen Zwillling und einen stumpfen Drilling. Beide gesetzmäßig aneinander gelagert.

In Gruppe 5 werden wir ein Beispiel eines spitzen Zwillinges vom selben Fundorte kennen lernen.

Beim Weiterwachsen über den Vereinigungspunkt rückwärts (Durchkreuzung) läßt sich oft nicht sagen, ob der spitze oder der stumpfe Winkel vorkommt und die Verwachsung dementsprechend eine spitze oder stumpfe ist.

Deshalb interessiert uns dies klare Beispiel.

Beobachtete Formen an dieser Gruppe waren:

$b$	$m$	$r$	$x$	$k$	$S$	$i$	$v$	$y$	$\pi$	$g$	$o$	$p$
$0\infty$	$\infty 0$	$\infty 3$	$0\frac{1}{2}$	01	$0\frac{3}{2}$	02	03	$\frac{1}{2}0$	$\frac{3}{2}0$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
010	110	130	012	011	032	021	031	102	302	113	112	111

Obwohl sich die ganze Gruppe ausgezeichnet nach der Prismenzone polar stellen ließ, gaben die einzelnen Individuen bei der Bestimmung des ersten Meridians Schwierigkeiten, indem die große gut entwickelte  $x$ -Fläche nicht absolut genau mit  $b = 0\infty$  in einer Zone lag. Dadurch war kein exacter Mittelwert für den ersten Meridian direct aus der Domenzone zu bekommen und war es nötig, aus allen guten Flächen eine Mittelstellung für die Position der  $b$ -Fläche, durch die unser Nullmeridian geht, zu suchen.

Krystall	Position $v_0$	Drehung		
Gelb	69° 25'	}	62° 45'	117° 15'
Grün	6 40		117 8	62 52
Rot	123 48		63 0	117 0
Blau	60 48		8 37	
Gelb	69 25			

Die Winkel entsprechen mit genügender Annäherung denjenigen, die das Zwillingsgesetz nach  $m$  erfordert. So auch der gemessene Winkel 8° 37' zwischen gelb und blau. Der theoretische Winkel würde  $3 \times 62^\circ 46' - 180^\circ = 188^\circ 48' - 180^\circ = 8^\circ 48'$  sein.



In den Abweichungen ist eine Gesetzmäßigkeit nicht zu sehen. Sie bewegen sich in Grenzen, in denen Flächenpositionen schwanken bei nicht ganz tadelloscr Ausbildung.

**Reihenfolge der Bildung.** Ziehen wir noch die Größenverhältnisse in Betracht, so können wir unsere Gruppe folgendermaßen deuten. Die Bildung geht von dem roten Krystalle 1 aus; daran legt sich unter stumpfem Winkel 2, daran 3. Jedes jüngere kleiner werdend. Als jüngstes und schwächstes Gebilde erscheint das zuletzt aufgesetzte stumpfe Pärchen 4, 5.

**Gruppe 3.** Sie sieht beiden vorher beschriebenen Gruppen ähnlich und wurde darum hier nicht abgebildet. Ihre Dimensionen waren: Länge 3 mm, Breite 3 mm, Höhe 2 mm. Es ist der Ausbildung nach ein stumpfer Zwilling. Die beiden Individuen durchkreuzen einander derartig, daß zwei kurze und zwei längere Stücke entstehen. Die ganze Gruppe ist aus drei Schichten aufgebaut. Oben darauf hat sich noch ein flacher Zwilling aufgelegt, der mit den unterliegenden genau gleich orientiert ist.

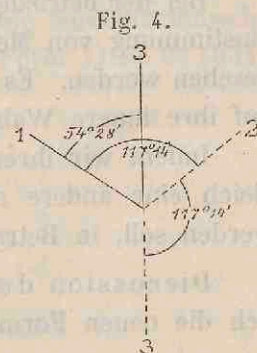
Es ergaben sich aus der Messung folgende Positionen der Meridiane.

Krystall	Position $\varphi_0$	Drehung	
I.	271° 25'	} 62° 47'	
II.	334 42		} 447 40
III.	94 22		} 62 54
IV.	154 16		

Also der Winkel, der vom Zwillingsgesetze verlangt wird. Zwischen dem dritten und vierten Individuum eine kleine Abweichung, die aber nicht wesentlich ist. Die Formen, welche an dieser Gruppe vorkommen, sind dieselben, welche schon bei Gruppe 2 angegeben wurden. Außerdem wurden hier als schmale Flächen die Domen  $z = 04$  und  $n = 05$  beobachtet.

**Gruppe 4.** Ein scheinbar einfacher Zwilling ist in Fig. 7, Taf. V dargestellt. 2 mm lang, 1 mm breit und  $\frac{1}{2}$  mm hoch. Die gewöhnlichen Formen wurden hier gefunden und die langgestreckte Domenzone gibt dem Krystalle einen dünnstengeligen Habitus. Bei der Messung stellte sich heraus, daß die beiden Individuen einen spitzen Winkel von  $54^\circ 46'$  miteinander bilden. Dieser Winkel entspricht keinem der beiden Zwillingsgesetze. Er erklärt sich, wenn wir eine versteckte Drillingsbildung annehmen, bei der das eine Individuum abgebrochen oder überwachsen ist.

Nebenstehende schematische Fig. 4 möge dies illustrieren.





Berechnet:  $117^{\circ} 14' + 117^{\circ} 14' - 180^{\circ} = 54^{\circ} 28'$ .

Gemessen:  $54^{\circ} 46'$ .

An der Zwillinggruppe konnte allerdings von dem dritten Individuum nichts bemerkt werden.

Eine ähnliche versteckte Zwillingbildung beschreibt Al. Schmidt am Cerussit von Telekes<sup>1)</sup>. Da kommt auch derselbe Winkel vor, welcher diese Deutung berechtigt. Die Beschreibung und Abbildung dieses Pärchens erscheint von Interesse, weil es zeigt, wie ähnlich das Aussehen sein kann bei ganz verschiedenartiger Bildung. Dem Habitus nach würde man diese Gruppe von einem spitzen Zwilling nach  $m$  oder  $r$  nicht unterscheiden.

**Gruppe 5.** Ein zweifellos spitzer Zwilling ist in Fig. 8, Taf. V dargestellt; Länge  $2\frac{1}{2}$  mm, Breite  $1\frac{1}{2}$  mm, Höhe  $\frac{1}{2}$  mm. Individuum 4 ist das größte und offenbar älteste Stück. An 4 hat sich der spitze Zwilling 2, 3 angesetzt. Dieser könnte noch als ein stumpfer gedeutet werden, indem 4 auch als Verlängerung von 3 in Richtung des stumpfen Winkels angesehen werden kann. Dagegen sitzt 4, 5 unzweideutig als spitze, jüngste Gruppe im spitzen Winkel von 2, 3.

Das deutet auf eine embryonale Anlage als spitzer Zwilling. Eine andere genetische Erklärung, die besser den Tatsachen entspricht, wäre in diesem Falle wohl nicht zu geben.

Es kommen also auf diesem selben Stücke Kalkstein sowohl spitze wie stumpfe Zwillingspärchen nach  $m$  vor.

Die gewöhnlichen Formen kommen hier wieder vor.  $x$  ist vorherrschend in der Domenreihe, worin weiter noch  $k$ ,  $i$  und  $v$  auftreten.

Ja sogar ist hier eine neue Form zu erwähnen:  $Q = 0\frac{3}{4}\{054\}$ . Es ist eine kleine dreieckige Fläche, wohlbegrenzt und einen guten Reflex gebend.

Ihre Position war folgende:

	$\varphi$	$\theta$
Gemessen:	0	$42^{\circ} 5'$
Berechnet:	0	$42^{\circ} 5'$

woraus das Symbol  $0\frac{3}{4}\{054\}$  folgt.

Bei der befriedigenden Ausbildung der Fläche, sowie der genauen Übereinstimmung von Messung und Rechnung darf die Form als gesichert angesehen werden. Es möge auch durch Discussion der Zahlenreihe die Form auf ihre innere Wahrscheinlichkeit geprüft werden.

Indem wir ihren Platz in der Domenreihe discutieren, wollen wir zugleich eine andere neue Form  $T = 0\frac{3}{4}\{034\}$ , welche später beschrieben werden soll, in Betracht ziehen.

Discussion der Zahlen der Domenreihe. Wir wollen sehen, wie sich die neuen Formen in der Reihe der Domen einfügen. Dies geschieht

1) Zeitschr. f. Kryst. 6, 550.



durch Discussion der Zahlen in der von Goldschmidt angegebenen Weise durch Spalten der Zonen in freie Stücke und Umgestaltung der Zonenstücke in die Form  $0 \dots \infty$ .

Die Domenreihe hat das allgemeine Symbol  $oq$ .

Buchst.:	<i>c</i>	<i>c</i>	$\gamma$	<i>x</i>	<i>q</i>	$T^*$	<i>k</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	$Q^*$	<i>S</i>	<i>i</i>	<i>R</i>	<i>v</i>	<i>x</i>	<i>n</i>	<i>b</i>
Symbol $pq$ :	00	$0\frac{1}{6}$	$0\frac{1}{3}$	$0\frac{1}{2}$	$0\frac{2}{3}$	$0\frac{3}{4}$	01	$0\frac{8}{7}$	$0\frac{7}{6}$	$0\frac{5}{4}$	$0\frac{3}{2}$	02	$0\frac{3}{2}$	03	04	05	$0\infty$
<i>q</i>	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$	1	$\frac{8}{7}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{3}{2}$	2	$\frac{5}{2}$	3	4	5	$\infty$

Die Zone besteht aus drei freien Stücken *ek*, *ki* und *ib*. Wir spalten bei *k* und *i* und erhalten:

Inneres Stück.

	<i>e</i>	<i>c</i>	$\gamma$	<i>x</i>	<i>q</i>	$T^*$	<i>k</i>	
<i>q</i>	= 0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	Wir bilden
$\frac{q}{1-q}$	= 0	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$	1	2	3	$\infty$ .	

Diese Transformation ist erlaubt, weil sie nur eine Verschiebung der Grenzen zur Folge hat, indem dadurch keine Veränderung des Verhältnisses der Zahlen untereinander entsteht.

Auffallend in dieser Reihe ist die Zahl  $\frac{1}{3}$  entsprechend der Form  $c = 0\frac{1}{3}$  in der sonst normalen Zahlenreihe.

Die Form  $c = 0\frac{1}{6}$  findet sich nur einmal angegeben von Mügge<sup>1)</sup> am Cerussit von Santa Eufemia (Provinz Cordoba).

Der Verf. macht über die Art der Ausbildung keine näheren Angaben. Der von ihm gemessene Winkel stimmt ebenso gut auf das Symbol  $0\frac{1}{7}$  wie auf  $0\frac{1}{6}$ .

$$\left. \begin{array}{l} \text{Berechnet: } 0\frac{1}{6} \quad \varrho = 6^{\circ}52' \\ \phantom{\text{Berechnet: }} 0\frac{1}{7} \quad \varrho = 5\ 54 \end{array} \right\} \text{Gemessen: } \varrho = 6^{\circ}28'$$

Nach alledem erscheint  $0\frac{1}{6}$  nicht vollkommen gesichert, vielmehr der Bestätigung bedürftig.

Die neue Form  $T = 0\frac{3}{4}$  paßt mit der harmonischen Zahl 3 gut in die Reihe. Es ist dieses Kriterium eine gute Bestätigung für die neue Form.

Ebenso kann man aus dem mittleren Stücke der Zone eine harmonische Zahlenreihe bilden. Wir wollen sehen, wie die neue Form  $Q = 0\frac{5}{4}$  {054} in das mittlere Zonenstück hineinpaßt.

Mittleres Stück:

Buchst.:	<i>k</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	$Q^*$	<i>S</i>	<i>i</i>
<i>q</i>	= 1	$\frac{8}{7}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{3}{2}$	2
$q-1$	= 0	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1
$\frac{v}{1-v}$	= 0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1	$\infty$ .

1) N. Jahrb. f. Min. usw. 1882, 2, 39.



Die Zahlen  $\frac{1}{6}$  und  $\frac{1}{5}$  sind auffallend. Die Zahlenreihe ist nicht recht klar. Sie gehören zu den Domenflächen  $0\frac{2}{7}$  und  $0\frac{7}{5}$ , von Mügge<sup>1)</sup> beschrieben. Noch schöner würde  $\frac{1}{2}$  in die Reihe hincinpassen. Dann hätte man  $0 \frac{1}{3} \frac{1}{2} 1 \infty$  als gute harmonische Reihe.  $\frac{1}{2}$  würde dem Symbol  $0\frac{1}{2}$  entsprechen. Eine dergleichen Fläche wurde auch von mir beobachtet, aber der Reflex war nicht gut genug, um mit Sicherheit auf diese Form zu schließen. Als neue wurde sie daher hier nicht erwähnt. Aber ein besseres Vorkommen dieser Form mit einer größeren Wahrscheinlichkeit ist sehr leicht zu erwarten.

### Cerussit von Monteponi.

Bereits im Anfange wurde erwähnt, daß auch eine größere Zahl Krystalle von diesem Fundorte anwesend waren bei der von Herrn Director Ferraris als Geschenk erhaltenen schönen Sammlung von Krystallen aus Sardinien.

Eine gute Beschreibung von dem Fundorte Monteponi zu geben, soll hier nicht versucht werden. Das ist schon im wesentlichen getan von Artini<sup>2)</sup> in seiner ausführlichen Arbeit »Cerussite di Sardegna«. Unter diesen wurden einige Zwillinge und Viellinge zum eingehenderen Studium ausgewählt. Sie lieferten manches Neue und Interessante und mögen im folgenden beschrieben werden. Erst kommen einige gut ausgebildete Zwillinge an die Reihe.

**Gruppe 6.** Ein einfacher Zwilling nach  $m$ . Er ist in Fig. 9, Taf. V als Kopfbild dargestellt, Höhe 8 mm, Breite 6 mm, Länge 5 mm. Die große Ausbildung der Domenfläche  $i = 02$  beherrscht wesentlich den Habitus dieser Krystalle. Weiter spielen hier noch eine Rolle die Domen  $k = 04$  und  $v = 03$ . Die Basis  $c$  ist als schmale Fläche entwickelt. Durch die gleichmäßige Entwicklung der Formen  $b$  und  $m$  bekommt das Kopfbild einen fast sechseckigen Umriß.

Als seltene Fläche sei noch zu erwähnen  $\chi = \infty 2(120)$ . In der Figur ist diese aber nicht angegeben. Sie kam nur als sehr schmale vicinale vor.

Im ganzen wurden folgende Formen beobachtet:

$c$	$b$	$a$	$m$	$\chi$	$r$	$k$	$i$	$v$	$y$	$o$	$p$	$s$	$w$
0	$0\infty$	$\infty 0$	$\infty$	$\infty 2$	$\infty 3$	01	02	03	$\frac{1}{2} 0$	$\frac{1}{2}$	1	12	24
004	040	400	440	420	430	044	024	034	402	412	414	424	244

Die meisten dieser Formen wurden an einem zweiten derartigen Zwillinge beobachtet. Dieser ist aber nicht gezeichnet. Für beide Individuen wurde der erste Meridian bestimmt. Die beiden bilden danach einen Winkel

1) N. Jahrb. f. Min. usw. 1882, 2, 39.

2) Siehe Literaturverzeichnis.



von  $62^{\circ} 50'$ , während das  $m$ -Gesetz  $62^{\circ} 46'$  erfordert. Bei dem zweiten gemessenen Zwilling wurde  $62^{\circ} 45'$  gefunden.

**Gruppe 7.** Ein anderer Zwilling von diesem Fundorte wurde in Fig. 10, 11, 12, Taf. V dargestellt und zwar zeigt Fig. 10 die Gruppe von oben als Kopfbild, Fig. 12 von vorn als Aufriß, Fig. 11 perspectivisch. Der Zwilling hat eine Höhe von 7 mm, Breite von 4 mm und Länge von 5 mm. Die Ausbildung ist eine ganz vorzügliche. Die Flächen, glatt und glänzend, gaben ausgezeichnete Reflexe.

Von diesem Habitus fanden sich mehrere in der Sammlung. Der Typus ist eigenartig durch das Herrschen des Prismas  $r = \infty 3$  und das Doma  $v = 03$ .  $r$  ist viel größer entwickelt als die  $m$ -Prismenflächen und  $b$  fehlt ganz. Es fehlt die Basis  $c$  und das sonst so wichtige Doma  $x = \frac{1}{2} 0$ . Die Domen  $ik$  sind klein und stehen hinter  $v$  zurück. Von selteneren Formen kommen hier noch  $s = 12$  und  $w = 24$  vor. Der eigentümliche Habitus dürfte in genetischem Zusammenhange stehen mit der Art der Zwillingsverwachsung.

Zunächst ist zu bemerken, daß dieser Zwilling dem  $r$ -Gesetze folgt. Für beide Individuen wurde die Position des ersten Meridians bestimmt durch Ausgleichsrechnung aus den gemessenen Flächen. Der Winkel beider Individuen war  $57^{\circ} 49'$ , genau wie es bei Zwillingsbildung nach dem  $r$ -Gesetze verlangt wird.

Die Krystalle bekommen ein eigentümliches Aussehen durch die wiederholte Treppenbildung nach  $r$  und  $v$ , wodurch der Krystall seitlich begrenzt ist. Diese beiden Formen wechseln da in großer Zahl miteinander ab. Im Kopfbilde konnte diese Treppenbildung nicht in allen Einzelheiten, sondern nur durch Einzeichnen weniger Treppen wiedergegeben werden.

Das perspectivische Bild Fig. 11 zeigt neben den einspringenden  $r$ -Flächen zugleich eine äußere  $r$ -Fläche. An Stelle der Treppen der äußeren  $r$ -Fläche, gebildet durch Alternieren von Flächen  $mrv$ , zeigen die einspringenden  $r$ -Flächen Auflagerungen dreieckiger Gebilde, ebenfalls zusammengestellt von Flächen  $m$ ,  $r$  und  $v$ , manche mit kleinen  $s$ -Flächen. Einige dieser Figuren sind etwas schematisch eingezeichnet.

Die Ausbildung ist interessant dadurch, daß dieselbe Oberflächenbildung sich auf den äußeren, wie auf den inneren  $r$ -Flächen zeigt, im wesentlichen in der Ausbildung verschieden durch die ungleiche Situation. Dieser Zwilling mit seinen Einzelheiten macht die folgende compliciertere Gruppe verständlich.

**Gruppe 8.** Ein ganz besonderes Interesse verdient die in Fig. 13, 14, Taf. VI dargestellte Zwillingsgruppe, welche sich durch eine ganz eigentümliche Ausbildung auszeichnet. Fig. 13 zeigt die Gruppe im Kopfbilde, Fig. 14 von der Seite gesehen. Die Ausbildung ist eine vorzügliche. Die



Flächen glatt und glänzend. Die Reflexe einfach und lichtstark. Messung und Rechnung in genauer Übereinstimmung. Es ist ein Drilling nach dem  $r$ -Gesetze und zwar von eigenartiger Ausbildung. Bisher sind nach diesem Gesetze nur Zwillinge beschrieben, Viellinge noch nicht.

Die Gruppe hat die Dimensionen: Höhe 9 mm, Breite 7 mm, Dicke 5 mm. Sie besteht aus einem mittleren allseitig ausgebildeten Krystalle (in den Figuren rot), an den sich zu beiden Seiten kleinere Individuen wie Flügel angesetzt haben. Der rote Krystall hat in der Mitte einen spitz verlaufenden treppenförmig abgestuften Ansatz, der im Kopfbilde als länglicher Fortsatz zu sehen ist. Man möchte den Ansatz für ein viertes Individuum halten. Es ist aber eine treppenförmige Bildung mit derselben Orientierung als das Hauptindividuum.

Schon sofort zieht das rote Hauptindividuum unsere Aufmerksamkeit auf sich durch sein abgeplattetes Aussehen, das eine Folge ist von der großen Entwicklung der Prismenflächen  $r = \infty 3$ , die hier den Habitus des Individuums beherrschen. Weiter spielen dabei  $k = 04$  und  $v = 03$  eine Rolle.  $m = \infty$  tritt sehr in den Hintergrund. Ganz klein  $p = 4$  und  $x = 0\frac{1}{2}$ . Das Herrschen von  $r$  und  $k$  gibt der Combination ein für Cerussit ganz ungewohntes Aussehen.

Die kleinen seitlichen flügelförmigen Individuen, blau und gelb, sind von der Seite gesehen dreieckig; außen treppenförmig und begrenzt von den Flächen  $r$ ,  $m$ ,  $v$ .

Uns interessiert zunächst die gegenseitige Orientierung der drei Individuen. Sie haben die Prismenzone gemeinsam und es läßt sich die gegenseitige Lage wie bei den bisher beschriebenen Krystallen angeben durch den Winkel ( $\delta$ ), den die Meridiane der drei Individuen mit einander machen. Durch Drehung um die Prismenaxe ( $\perp c$ ) kann man ein Individuum in die Stellung des anderen überführen.

Die Messung ergab für

Krystall blau:	$\delta = 57^{\circ} 49'$
- rot:	$= 0 \quad 0$
- gelb:	$= 57 \quad 47.$

Das stimmt genau mit dem  $r$ -Gesetze, das einen Winkel von  $57^{\circ} 48'$  verlangt.

Die Gruppe wird verständlich durch Vergleich mit der vorher beschriebenen Zwillinggruppe 2.

Wir können Gruppe 3 auffassen als Doppelzwillig. Zwei Pärchen von Ausbildung der Gruppe 2 sind in der Mittellinie des roten Krystalles zusammengefügt. Der mittlere ist als Doppelkrystall entsprechend größer. Sein schwanzartiger Ansatz entspricht den Treppen der Einzelkrystalle rot, blau, sowie den Treppen in Gruppe 2. Es möge hervorgehoben werden,



daß die Stelle dieses Ansatzes den einspringenden Flächen des Zwillinges (Gruppe 2) entspricht. Sowie dort hat hier die Eigenart der Zusammenstellung ungleich verändernd auf die gleichartigen Gebilde eingewirkt. Auch mit den im folgenden zu beschreibenden Gruppen möge diese verglichen werden. Dort sind Pärchen nach  $r$  in anderer Weise zu Gruppen höherer Ordnung zusammengetreten.

Diese Deutung der Gruppe würde einigermaßen besser erklären, warum sich die zwei Arten von Verwachsungen derselben treppenförmigen Gebilde vorfinden. Nehmen wir rot als Hauptindividuum, dann läßt sich nicht erklären, warum links die beiden Treppengebilde parallel orientiert sind, rechts aber in Zwillingstellung stehen.

Das Merkwürdige an dieser Gruppe ist die Rolle, die  $r$  und  $v$  spielen. Am roten Individuum sind beide groß und vorherrschend entwickelt, die Treppenbildung findet nach  $r$  und  $v$  statt und außerdem haben wir eine Zwillingbildung nach dem  $r$ -Gesetze.

#### Gruppe 9. Beide Zwillingsgesetze nach $m$ und $r$ an derselben Viellingsgruppe.

Die beiden Zwillingsgesetze kommen hier an derselben Gruppe vor, wie die Fig. 45, 46, Taf. VI zeigt. Ein großer Zwilling nach  $r = \infty 3$ , woran sich ein kleines Individuum in Zwillingstellung nach  $m$  angesetzt hat. Das Ganze war 18 mm hoch, 7 mm breit und 8 mm lang. Das Hauptgebilde, rot, blau, hat dreieckigen Querschnitt, indem die  $b$ -Flächen außerordentlich entwickelt sind. Darauf folgen in Größe je eine der  $m$ -Flächen der beiden Individuen, indem die anderen  $m$ -Flächen bedeutend kleiner sind. Die Domenzone ist gut entwickelt, indem  $k = 04$  und  $i = 02$  vorherrschen, Das eine Individuum, blau, ist aber höher als das andere und greift ein wenig über die  $k$ -Fläche des roten Individuums über.

Dadurch wird der oberste Teil des größeren Individuums, blau, frei und wird von einer treppenförmigen Flächenausbildung nach  $m$  und  $r$  begrenzt. An dem Ende dieses freien Teiles von blau hat sich nun ein drittes Individuum, gelb, in Zwillingstellung nach  $m$  angesetzt.

Während das Pärchen nach  $r$  ein spitzes ist, hat das nach  $m$  den stumpfen Zwillingwinkel. An der Spitze, dem Anfangspunkte der Bildung, legt sich das stumpfe  $m$ -Pärchen über das spitze  $r$ -Pärchen und schließt dessen zweites Individuum in seinen stumpfen Winkel ein. Dies ist aus dem Kopfbilde Fig. 45 ersichtlich. Im Verhältnisse zu den beiden anderen ist das gelbe Individuum sehr klein. Es ragt auch über das rote Individuum seitlich und der Höhe nach vor, indem es dieses nur mit seinem unteren Ende berührt. Fig. 46 zeigt diese Art der Abgrenzung.

An diesem kleinen Individuum sind die  $b$ - und  $m$ -Flächen ausgebildet, von den Domen  $k$ ,  $i$  und  $v$  und die Pyramide  $p$ .



Das Vorkommen der beiden Gesetze an derselben Gruppe ist schon von Seligmann<sup>1)</sup> beobachtet am Cerussit von Friedrichsregen.

Er sagt: »Und wie es nun überhaupt eine gewöhnliche Erscheinung ist, daß, wenn ein Mineral Zwillinge nach mehreren Gesetzen bildet, diese an einer Gruppe gleichzeitig auftreten, so auch am Weißbleierz, indem an die beiden Individuen des Zwillings nach  $\infty P^3$  sich Krystalle nach  $\infty P$  zwillingsartig anlegen.«

Auch Mügge<sup>2)</sup> erwähnt an Krystallen von Broken Hill das Zusammenvorkommen beider Gesetze:

»Neben Zwillingen kommen auch Drillinge vor, indessen wurden polysynthetische Bildungen nach (430) auch in Dünnschliffen nicht beobachtet, wohl aber Verbindungen von Zwillingen nach (430) mit gitterförmigen Drillungen nach (440), welche letztere auch durch tafeligen Habitus nach (040) sich von den Zwillingen nach (430) unterscheiden.«

Eine nähere Beschreibung der Art der Ausbildung und Verknüpfung ist aber an den erwähnten Orten nicht zu finden. Möglicherweise waren die von Seligmann beobachteten Gruppen ähnlich. Das läßt sich aber aus der kurzen Angabe nicht entnehmen. Die von Mügge erwähnten Krystalle waren nach seiner Andeutung von anderer Art. Auch geben beide Autoren keine Abbildungen. Darum sei hier diese ausführlichere Beschreibung gegeben. Merkwürdig ist, daß dieselbe Art des Vorkommens beider Gesetze zusammen genau in derselben Weise der Anordnung zu finden ist an der Gruppe, die aus drei verwachsenen Zwillingspärchen gebildet ist und die weiter unten beschrieben werden soll (Fig. 5, Taf. IV). Auch dort ist das erste (gelbe) Individuum des Zwillings nach  $r = \infty 3$  größer als das zweite (grün) und hat ein drittes, kleineres (rot) Gelegenheit gefunden, sich oberhalb des grünen an dem oberen Ende des gelben Individuums in Zwillingsstellung nach  $m$  anzusetzen. Das wiederholt sich noch einmal in derselben Weise an derselben Gruppe (gelb, grün und braun). Da sich also dieselbe Gruppierung dreimal hinter einander in derselben Weise feststellen ließ, war es der Mühe wert, dies als etwas Besonderes zu beschreiben, denn man dürfte schließen, daß hier auch in bezug auf Größenverhältnis und Anordnung nicht Zufall, sondern Gesetzmäßigkeit herrscht.

#### Vorzugsweise Möglichkeit des Nachweises der Ablenkung beim Cerussit.

Eine so eigenartige Gruppierung von Zwillingen wie bei diesem Material ist wohl selten an einem Mineral gefunden. Die Zwillingspärchen sind an den Spitzen mit einander verwachsen in sternförmiger Anordnung, indem die verschiedenen sich an dieser Gruppierung beteiligenden Zwillingspaare fast nur eine Linie gemeinsam haben (Fig. 3, 5, 6, Taf. IV).

1) Siehe Literaturverzeichnis S. 454.



Unsere Aufgabe ist, diese Complexe eingehender zu studieren, um die Lage der einzelnen Teile der Gruppen zu einander zu bestimmen.

Wie oben S. 148 hervorgehoben, besteht eine der Aufgaben vorliegender Untersuchung darin, eine eventuelle gegenseitige Beeinflussung und Ablenkung der zur Viellingsgruppe vereinigten Individuen zu studieren. Solcher Ablenkung ist eine genetische Bedeutung beizumessen, wenn die Ablenkung als gesetzmäßige mit Sicherheit nachgewiesen ist.

Nun ist Cerussit eines der wenigen Mineralien, bei denen die Möglichkeit geboten ist, eventuelle gegenseitige Abweichungen von der durch das Zwillingsgesetz vorgezeichneten Position festzustellen. Dies ergibt sich aus folgenden Betrachtungen:

1) Es ist die chemische Zusammensetzung eine constante. Die Krystalle sind sehr rein. Es fehlen isomorphe Beimischungen und sonstige Einlagerungen, die Änderungen in den Winkelwerten hervorbringen könnten.

2) Es sind die Krystalle vorzüglich ausgebildet, wodurch jede Fläche ihre dem Symbol entsprechende feste Position hat.

3) Es ist bei der Zwillingsbildung die Prismenzone allen vereinigten Individuen gemeinsam. Die Lage zweier Individuen zu einander ist daher definiert durch einen einzigen Winkel, der sich aufs einfachste und mit größter Genauigkeit feststellen läßt.

Die gleichmäßige Zusammensetzung und die vortreffliche Ausbildung der Cerussite bewirkt, daß die durch das Zwillingsgesetz gegebenen Winkel (bei Zwillingen nach  $m = \infty = 62^{\circ} 46'$ , bei solchen nach  $r = \infty 3 = 57^{\circ} 18'$ ) sich regelmäßig und zuverlässig auf wenige Minuten genau einstellen, wo eine Abweichung nicht stattgefunden hat, so daß eine Abweichung von diesen Werten das Vorhandensein einer Ablenkung mit Sicherheit erkennen läßt.

4) Infolge der Ablenkung nähern sich obgenannte Winkel ( $62^{\circ} 46'$  resp.  $57^{\circ} 18'$ ) einem mittleren Werte von  $60^{\circ}$ . Die Differenz von  $2^{\circ} 46'$  resp.  $2^{\circ} 42'$ , die sich beim Vielling verdoppelt oder verdreifacht, ist gerade beim Cerussit sehr groß, so daß die Abweichungen innerhalb dieses Spielraumes weit über die Grenzen der Beobachtungsfehler hinausgehen.

Bei anderen Mineralien, bei denen die Verhältnisse ähnlich liegen, ist der Winkel kleiner; so beträgt z. B. beim Chrysoberyll der entsprechende Winkel nicht  $2^{\circ} 46'$ , sondern nur  $0^{\circ} 24'$ .

5) In den im folgenden zu beschreibenden Fällen sind die Zwillingspaare wieder in eine Gruppierung höherer Ordnung gelangt.

Daß in der Tat diese Gruppierung höherer Ordnung eine gesetzmäßige ist, ließ sich schon daran erkennen, daß die Prismenzone auch hier wieder für alle vereinigten Individuen eine gemeinsame ist, so daß eine genaue Polarstellung und Durchmesser des ganzen Complexes möglich war.



Die zwei Individuen jedes Pärchens folgen, wie die Messung zeigte, streng dem Zwillingsgesetze und zeigen genau den zugehörigen Winkel. Die Pärchen als Ganzes gegen einander waren dagegen stärkerer Beeinflussung ausgesetzt, so daß bei ihnen in einigen Fällen Ablenkungen gefunden wurden, und wenn dies der Fall war, jedesmal im erwarteten Sinne unter Annäherung an  $60^\circ$ .

Das merkwürdige Vorkommen bot also Gelegenheit, die Gruppierung in einen festeren Verband ohne Ablenkung und einen höheren lockeren Verband mit Ablenkung zu scheiden.

Es möge hervorgehoben werden, daß diese Gruppen, die wegen ihrer zarten Verwachsung nicht von der Stufe heruntergenommen werden konnten, der Messung unzugänglich geblieben wären, wenn nicht die zweikreisige Messung erlaubt hätte, das Ganze auf dem Gestein aufsitzend durchzuarbeiten.

**Gruppe 10.** Fig. 5, Taf. IV stellt diese Gruppe im Kopfbilde dar. Sie hat eine Länge von 9 mm, eine Höhe von 8 mm. Die Gruppe besteht aus drei größeren Zwillingspaaren und drei kleinen Ansätzen, im ganzen also neun Individuen, in der Figur mit 1—9 bezeichnet. Von diesen bilden 1 und 2, 3 und 4, 5 und 6 je ein Zwillingspaar nach dem  $r$ -Gesetze. Sie sind zusammen verwachsen an den äußersten Spitzen, doch so, daß alle Individuen eine gemeinschaftliche Prismenzone haben. Die sechs größeren Individuen haben den Habitus wie in dem oben beschriebenen einfachen Zwillinge nach  $r$  abgebildet in Fig. 10, Taf. V. Auch hier wieder ein Vorherrschen der Formen  $r$  und  $v$  und eine seitliche Treppenbildung durch diese Flächen.

Die gleich orientierten Krystalle sind mit der gleichen Farbe angemalt. So sieht man, daß im ganzen fünf Richtungen vertreten sind, die mit den Farben rot, blau, gelb, grün, braun bezeichnet sind. Wir sehen, es sind gleich orientiert

Krystall 1, 7, 8	rot,
- 3, 6	gelb,
- 4, 5	grün.

Wir können danach die Gruppe als einen Fünfling auffassen, indem wir die gleichgerichteten Teile als eins ansehen, selbst wenn sie nicht direct mit einander verbunden sind, wie z. B. 7 und 1. Krystall 5 bildet die Rückwärtsverlängerung von 4, 6 von 3, 8 von 1, 7 dagegen ist mit 1 dadurch parallel geworden, daß beide mit 3 nach derselben  $m$ -Fläche verwillingt sind. Der kleine braune Krystall 9 ist mit 5 nach dem  $m$ -Gesetze verknüpft. Die kleinen Individuen rot und braun stehen mit den größeren gelb und grün in Zwillingstellung nach dem  $m$ -Gesetze, genau in derselben Weise wie vorher beschrieben und abgebildet wurde (Fig. 15, Taf. VI). In



dem  $r$ -Zwilling 3, 4 ragt gelb über grün hinaus. An dem frei gebliebenen Teile der gemeinschaftlichen  $r$ -Fläche hat sich nun Individuum 7 in Zwillingstellung nach  $m$  mit 3 (gelb) ansetzen können. In dem  $r$ -Zwilling 5, 6 dasselbe. Hier ragt 5 (grün) über 6 (gelb) hinaus und es hat das kleine braune Individuum 9 sich mit 5 (grün) nach  $m$  verzwilligt.

Die beobachteten Formen sind die für Cerussit gewöhnlichen:  $b, m, r, k, i, v$  und  $p$ .

Über die Art der Verknüpfung der neun Individuen gab die Messung Aufschluß. Für alle Individuen wurde die Position der 0-Meridiane bestimmt. Die Winkel zwischen diesen ersten Meridianen erklären die Art der Verwachsung. Infolge der guten Ausbildung sind die Resultate zuverlässig und in guter Übereinstimmung mit den theoretischen Werten. Geben wir dem 0-Meridian der roten Krystalle die Meridianzahl  $v = 0$ , so haben wir folgende Resultate:

Krystall	Farbe	Position $v$ des 0-Meridians	Mittel
1 7 8	rot	0° 0'	0° 0'
2	blau	57 45	57 45
3 6	gelb	62 44 62 47	62 45
4 5	grün	120 3 120 4	120 3
9	braun	2 50	2 50

Daraus ergeben sich folgende Drehungen:

$$\begin{array}{l}
 \text{Rot : Blau} = 57^{\circ} 45' \\
 \text{Gelb : Grün} = 57 48 \\
 \text{Roth : Gelb} = 62 45 \\
 \text{Blau : Grün} = 62 48 \\
 \text{Grün : Braun} = 117 13, 62^{\circ} 47'
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} r\text{-Gesetz, berechnet } 57^{\circ} 48'. \\ \\ \\ \\ m\text{-Gesetz,} \\ \text{berechnet } 62^{\circ} 46'. \end{array}$$

Wir sehen also in dieser Gruppe die beiden Gesetze in merkwürdiger Weise vereinigt. Die größeren Paare unter sich nach dem  $r$ -Gesetze verknüpft sind zur Gruppe höherer Ordnung zusammengetreten. Trotz der scheinbar lockeren Verknüpfung in den vereinigten Spitzen hat keine Ablenkung stattgefunden. In den folgenden zu beschreibenden Gruppen ist eine solche jedoch beobachtet.

5 ist als ein Weiterwachsen von 4 über den Kreuzpunkt anzusehen, ebenso 6 von 3. Es ist ein idealer Durchkreuzungszwilling. Ebenso ist



8 Verlängerung von 1. Anders verhält es sich mit der Anheftung von 7 und 3 und 9 und 5. Diese ist genau analog der Anheftung in der oben beschriebenen Gruppe 3. 3, 4, 7 bilden eine solche Gruppe, ebenso 5, 6, 9. Die Art der Verknüpfung dieser macht nun die ganze Vereinigung beider Gesetze erklärlich. Auch 3 steht zu 4 wie 7 zu 3, ebenso 4 zu 2. An den inneren Spitzen findet ein Übergreifen statt, wodurch sich das dritte Individuum (nach  $m$ ) mit dem ersten verknüpft unter Überspringen des zweiten.

Einige andere derartige in derselben Weise verwachsene Zwillinge sind jetzt noch vorzunehmen, um zu sehen, in wie weit sich die hier gefundenen Resultate bestätigen lassen, oder ob sich da eine andere Art der Verwachsung erkennen läßt. Jedenfalls möge dies ein Versuch sein, derartige Gebilde noch in ihrem zarten Zusammenhange zu beobachten.

**Gruppe 11.** Dieser Krystallcomplex (Fig. 3, Taf. IV) ist mit dem vorher beschriebenen sehr ähnlich, nur einfacher. Seine Dimensionen sind: Breite 8 mm, Höhe 6 mm. Die Gruppe besteht aus vier Individuen. Zwei Pärchen nach dem  $r$ -Gesetze, 1, 2 und 3, 4, sind nach dem  $m$ -Gesetze zur höheren Gruppe zusammengetreten. Die Prismenzone  $bmr$  ist der ganzen Gruppe gemeinsam und gestattet wieder alle Individuen zugleich in normaler Aufstellung polar zu stellen. In derselben Weise sind die  $r$ - und  $v$ -Flächen entwickelt und dieselbe Treppenbildung wird gefunden. Die Art der Verwachsung der beiden Zwillinge ist auch hier wieder dieselbe.

Jedoch sind die Winkel, die hier die Verwachsung bestimmen, wie wir sehen werden, etwas andere. Der gelbe Krystall war zum Teil abgebrochen, so daß von einer Domenzone nichts mehr zu sehen ist.

Die Prismen waren jedoch gut entwickelt und mit Hilfe dieser war es möglich, den ersten Meridian festzulegen. Hierauf aber, d. h. auf die gegenseitige Lage der Individuen, nicht auf die Einzelflächen, kommt es uns bei vorliegender Untersuchung hauptsächlich an. Solche kleine aufgewachsene Individuen in Zwillingstellung nach  $m$ , wie sie in der vorigen Gruppe beschrieben wurden, waren hier nicht zu finden.

Die Messungen gaben bei der scharfen Ausbildung der Flächen der Prismenzone zuverlässige Resultate. Sie wurden wieder in der Weise benutzt, daß für jedes Individuum als Position die Richtung des Meridians  $cb$  bestimmt wurde. Geben wir dabei dem roten Krystalle den Meridian 0, so sind die Resultate der Messung folgende:

Krystall	Farbe	Position	Drehung
1	rot	0° 0'	} 57° 24'
2	blau	57 24	
3	gelb	64 34	
4	grün	118 52	



Wie wir sehen, stimmt der Winkel in jedem der beiden Pärchen mit dem  $r$ -Gesetze (berechnet  $57^{\circ} 48'$ ). Aber die Pärchen unter sich haben nicht wie in Gruppe 10 den Winkel  $62^{\circ} 46'$ , den das  $m$ -Gesetz erfordert, sondern nur  $61^{\circ} 34'$ .

Es hat also eine Ablenkung stattgefunden, die beide Pärchen einander näher gebracht hat. Der Winkel hat sich dem Werte  $60^{\circ}$  um  $1^{\circ} 45'$  genähert. Diese Tatsache ist nun von ganz besonderem Interesse. Es war eine der Hauptaufgaben, mit der ich an die Untersuchung dieser Cerussite herantrat, ob sich auch hier eine solche Ablenkung zeige, wie sie Goldschmidt<sup>1)</sup> bei den Cerussiten von Mapimi wiederholt gefunden und beschrieben hat und der er eine große theoretische Bedeutung beilegt. Er sieht in den Zonenebenen Kräftebenen, die sich durch Parallelrichten ins Gleichgewicht zu setzen suchen. Streichen nun mehrere solcher Kräftebenen (Zonenebenen) unter einem sehr spitzen Winkel neben einander her (siehe Projectionsbild Fig. 17, Taf. VI), so lenken sie einander nach einer mittleren Richtung hin, die im Falle des Cerussit die Richtung  $0^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $120^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$ ,  $240^{\circ}$  ist. Die Größe der Ablenkung wechselt, aber der Sinn ist der gleiche. Ist nun die Erwartung zugetroffen, daß Ablenkung, wenn vorhanden, in dem genannten Sinne geschehe, so ist das eine gute Bestätigung, daß hier nicht eine zufällige Schwankung vorliegt, sondern das oben ausgesprochene Gesetz. Und dies ist wiederum eine Stütze für die Auffassung, daß wir die Flächennormalen als Attractionskräfte ansehen können, die Zonenebenen als Kräftebenen, d. h. als Ebenen, in denen eine Anzahl solcher Kräfte liegen, die unter sich in Wechselwirkung treten. Zu bemerken ist noch, daß auch die folgende Gruppe eine Ablenkung im gleichen Sinne zeigt und damit eine Bestätigung bringt.

In der Gruppe ist das Paar 1, 2 das größere. Wir können es als das ursprüngliche ansehen. Die Verknüpfung können wir uns wieder so vorstellen, wie bei Gruppe 10, so daß in der Spitze 3 über 2 hinübergreifend sich an 1 angeheftet hat, ebenso 4 an 2. Bei diesem Anheften hat die Ablenkung stattgefunden.

**Gruppe 12.** Diese Gruppe ist in Fig. 6, Taf. IV dargestellt. Sie ist scharf und glänzend ausgebildet und ist ein Gebilde von außerordentlicher Schönheit. Sie befand sich in einer Druse und konnte ohne Zerstörung des Zusammenhangs der Individuen nicht wohl daraus entfernt werden. Darum wurde das Ganze mit dem Gesteinsstücke am Goniometer polar gestellt. Durch die vorzüglich ausgebildeten Domenflächen war das eine leichte Aufgabe. Die Dimensionen der ganzen Gruppe waren: Höhe 6 Breite 13 mm. Fig. 6 zeigt die Gruppe im Kopfbilde in möglicher der Ausbildung entsprechenden Dimensionen. Wir finden daran wi

1) loc. cit.



gewöhnlichen Formen des Cerussit. Die Basis  $c$  klein. Das Pinakoid  $b$  vorherrschend, neben ihm die Prismen  $m$  und  $r$ . Unter den Querdomen  $k = 01$  am größten entwickelt, daneben schwach  $x$ ,  $q$ ,  $i$ ,  $v$ ,  $z$  und eine neue Form  $T = 0\frac{3}{4}\{034\}$ . Von einer Treppenbildung, wie bei den vorher beschriebenen Gruppen, war hier keine Spur.

**Neue Form.** Es waren die gewöhnlichen Formen hier an dieser Gruppe entwickelt. Nur ist in der Querdomenzone die vorher schon discutierte neue Form  $T = 0\frac{3}{4}\{034\}$  zu erwähnen, die als wohlbegrenzte länglich gut spiegelnde Fläche einen ausgezeichneten Reflex gab. Ihre Position war:

	$\varphi$	$\rho$
Gemessen:	0°	28° 24'
Berechnet:	0°	28 28.

Diese neue Form kann als gut gesichert für Cerussit angenommen werden, um so mehr, als die Symbolzahl, wie wir bei der Discussion gesehen haben, gut in die Reihe hineinpaßt.

Die Gruppe besteht aus fünf Individuen, 1—5, von denen jedes anders orientiert ist und die deshalb alle verschiedene Farben erhalten haben. Die Gruppe ist als Fünfling aufzufassen. Sie besteht aus den Pärchen 1 2, 3 4 und dem Einzelkristall 5. Sie ist den Gruppen 10 und 11 ähnlich, zeigt jedoch wieder besondere interessante Eigentümlichkeiten.

Die Resultate der Messung wurden wieder in der gleichen Weise discutiert wie bei den vorhergehenden Gruppen. Für jedes Individuum wurde der erste Meridian bestimmt. Legen wir den 0-Meridian der ganzen Gruppe in den roten Krystall 1, d. h. betrachten wir diesen als den Anfangskrystall, an den die anderen sich anlegen, so erhalten wir folgende Positionen als Resultate der Messung.

Krystall	Farbe	Position	Drehung
5	braun	30 54'	30 54'
1	rot	0 0	57 14
2	blau	302 46	3 4
3	gelb	299 42	57 11
4	grün	242 34	

Wir sehen, wie hier innerhalb jedes Pärchens der Winkel vorhanden ist, wie ihn das  $r$ -Gesetz fordert. Die beiden Winkel 57° 11' und 57° 14' weichen aber schon ziemlich von dem theoretischen 57° 18' ab.

Wir sehen ferner, daß Gruppe 3, 4 gegen 1, 2 unter einem Winkel steht, der dem Winkel 62° 46' des  $m$ -Gesetzes nahe kommt, ihn aber nicht erreicht.

Nach der durch die letzten Gruppen erlangten Auffassung bilden 1, 2, 5



einen Complex wie Gruppe 4, indem 5 mit 2 über 4 weg verknüpft ist. Ebenso 4 mit 2 und 1 mit 3, nach dem *m*-Gesetze, aber mit der bei Gruppe 11 besprochenen Ablenkung. Die Ablenkung ist wieder im gleichen Sinne erfolgt durch Annäherung an die mittleren Orte von 60°. Wir fanden:

Krystall	Farben	Winkel	Berechnet	Ablenkung nach 60° hin
2 : 5	blau : braun	64° 8'		4 38'
3 : 4	gelb : rot	60 48	62° 46'	2 28
4 : 2	grün : blau	60 45		2 34

Alle Ablenkungen im gleichen Sinne wie bei den Mapimi-Krystallen, nur stärker. Dort waren sie über 4° 1' nicht hinausgegangen.

Die Ablenkung hat, wie wir annehmen dürfen, bereits im Embryonalpunkte stattgefunden, denn die Krystalle zeigen in sich keine Störung. Die Ursache der stärkeren Ablenkung im vorliegenden Falle dürfte in der leichteren Beweglichkeit zu suchen sein, die die eigentümlich lockere Gruppierung gewährt.

### Statistik über sämtliche bekannte Combinationen des Cerussit.

Eine Statistik über die Anglesitcombinationen wurde in dieser Zeitschrift bereits gegeben<sup>1)</sup>. Hier möge eine analoge Zusammenstellung für Cerussit folgen. Das hier gegebene Literaturverzeichnis wird das Auffinden der Originalbeschreibung der Combinationen erleichtern.

Welchen Wert eine derartige Combinationszusammenstellung hat, wurde bereits in der oben citierten Anglesitarbeit hervorgehoben.

Dieselben Argumente dürften auch hier zutreffen.

Jedenfalls kann eine Zusammenstellung bis zum heutigen Tage ihren Nutzen haben.

Eine einheitliche Buchstabenangabe ist hier gewählt in Übereinstimmung mit dem Index der Krystallformen und den Winkeltabellen von V. Goldschmidt. Wenn die Buchstaben des Autors von den angegebenen abweichen, sind beide erwähnt.

Leider haben auch neuere Autoren Buchstaben benutzt, die schon Verwendung gefunden hatten. So nennt Hobbs eine Form {0.25.4}  $\lambda$ , womit die Form {377} schon bezeichnet war.

Traube benutzt die Buchstaben f, e, g, a, die schon 1882 von Mügge für seine neuen Formen angegeben waren.

1) P. Hermann, Über Anglesit von Monteponi. Zeitschr. f. Kryst. 39, 463.



Dannenberg gibt für seine Pyramide ein  $\delta$ , schon von Schrauf für die Form {562} benutzt.

In der Weise wird die Verwirrung in der wachsenden Formenzahl immer größer. Diese Buchstaben sind darum von mir in Klammern eingefasst, und es wird den betreffenden Autoren überlassen, ihre Bezeichnungen umzuändern.

Die Form {0.43.4}, von Mügge als wahrscheinlich angegeben, wurde später von Artini beobachtet und ist unter dem Namen beider Autoren angegeben.

Unsicher sind noch {0.42.4} und {833}, von Mügge selber als solche bezeichnet.

Als Autor der Formen  $\alpha$ {422} und  $\beta$ {433} ist immer Dana angegeben. Ich habe aber keine Abhandlung finden können, in welcher diese von Dana beschrieben worden sind.

In der 5. Auflage seines Lehrbuches sind sie allerdings erwähnt, aber stammen da in aller Wahrscheinlichkeit von Peters, in dessen Abhandlung sie aber nicht als neu angegeben werden.

Eine dieser Formen,  $\alpha$ {422}, wurde später noch einmal von Mügge beobachtet.

Die neue Form  $i$ {240}, welche Traube am Iglesiasit gefunden hat, wurde auch in dieses Verzeichnis aufgenommen.

Von den vier neuen Formen  $S$ ,  $R$ ,  $H$ ,  $E$ , welche Artini gibt, kommen  $S$  und  $H$  als solche in einer Combination vor. Die beiden anderen sind nur bei der gesamten Formenzahl angegeben und hier nur zwei Combinationen zugefügt, um die Aufnahme zu ermöglichen.



Deutsches Reich.

Nr.	Combination	Zw.- Ed.	Fundort	Autor
1	<i>bmpkiavltεqδ</i>		Stolberg	Schrauf 1873
2	<i>bmpkv</i>	m	»	»
3	<i>bmix</i>	r	»	Sadebeck 1875
4	<i>mpix(δ)</i>	m	»	Dannenberg 1894
5	<i>bmpkiyrovς</i>		Badenweiler	Schrauf 1873
6	<i>bmpi</i>		»	»
7	<i>bmpkixραφ</i>		»	»
8	<i>bmpkixyraogqψηξσ</i>		»	v. Lang 1874
9	<i>mi</i>		»	Leonhard 1876
10	<i>bmpixε</i>		»	»
11	<i>bmpkxeraoswe</i>		»	»
12	<i>bmpkicr</i>		»	Liweh 1884
13	<i>bmpixr</i>		»	»
14	<i>bmpkicεrτ</i>		»	»
15	<i>bmpkicεrτ</i>		»	»
16	<i>bmkixa</i>		»	»
17	<i>bmpkicxyrao</i>		»	»
18	<i>bmpi</i>		»	»
19	<i>bmpkixyao</i>		»	»
20	<i>bmpkicxyraos</i>	m	»	»
21	<i>bmpkicxyraosw</i>		»	»
22	<i>bmpkixr</i>		»	»
23	<i>bmpkixra</i>		»	»
24	<i>bmpkicεr</i>		»	»
25	<i>bmpiv</i>		»	»
26	<i>bmpkicxyraovxn</i>		»	»
27	<i>bmpkixyraosΓ</i>		»	»
28	<i>bmpkixyra</i>		»	»
29	<i>bmpkicxyrao</i>		»	»
30	<i>bpixyra</i>		»	»
31	<i>bmpkicxyra</i>		»	»
32	<i>bmpkixyra</i>	m	»	»
33	<i>bmpi</i>		»	»

Nr.	Combination	Zw.- Ed.	Fundort	Autor
34	<i>bmpia</i>		Badenweiler	Liweh 1884
35	<i>bkeεre</i>	r	»	»
36	<i>bmp</i>	m	Braubach	Schrauf 1873
37	<i>bmpkicxyra</i>		Friedrichsseggen	Seligmann 1876
38	<i>bmpke</i>		»	»
39	<i>bmpkey</i>		»	»
40	<i>bmpke</i>	m	»	»
41	<i>bmpk</i>	m	»	»
42	<i>bmpke</i>	m	»	»
43	<i>bmpkiyra</i>	r	»	»
44	<i>bmpkicxyraovφ sεxntuζyeu</i>		»	» 1880
45	<i>bmpix</i>		»	Sandberger 1850
46	<i>bmpkicxyrao</i>	m	Ibbenbühren	Ohm 1899
47	<i>bmpixu</i>	m	Ramsbeck	»
48	<i>bmpkixyraoωx</i>		Bönkhäusen	»
49	<i>bmpkixyrao</i>		Allendorf	»
50	<i>bmpicxyra</i>		Wiggeringhausen	»
51	<i>bmpicra</i>		Burbach	»
52	<i>bmpkixyra</i>		Silberg	»
53	<i>bmpiax</i>		Müsen	»
54	<i>bmpira</i>		»	»
55	<i>bmpicεra</i>		»	»
56	<i>bmpira</i>		Siegen	»
57	<i>bmpia</i>		»	»
58	<i>bmpεa</i>		Rheinbreitbach	Kaiser 1899
59	<i>bmpiera</i>		»	»
60	<i>bmpiah</i>		Honnf	»
61	<i>bmpkicxyraos</i>		»	»
62	<i>bmkexyra</i>		Harz	Häuy 1822
63	<i>bmpiya</i>		Zellerfeld	Lévy 1837
64	<i>bmpic</i>		»	»
65	<i>mpγ</i>		Harz	Schrauf 1873



Nr.	Combination	Zw.- Ph.	Fundort	Autor
66	<i>b m i x</i>	<i>m</i>	Zellerfeld	Lüdecke 1896
67	<i>m p y r</i>		Tanne	» »
68	<i>b m p i</i>		Wetzlar	Lévy 1837
69	<i>b m p i x r v φ (α)</i>		Tarnowitz	Traube 1894
70	<i>m p i x y r a (ε)</i>		»	» »
71	<i>b m p k i x y r a o x w g</i> <i>α ε λ (f) g</i>		»	» »
72	<i>m p i x y r a e i</i>		»	» »
73	<i>p x</i>	<i>m</i>	»	Groth 1878
74	<i>b m p x y</i>		Johanngeorgenst.	Lévy 1837
75	<i>b m p i x r</i>		»	Mohs-Haid. 1825
76	<i>b m p r</i>		»	Frenzel 1874
77	<i>b m p i x</i>		»	» »
78	<i>b m p x i</i>		»	» »
79	<i>b m p k i</i>		Freiberg	Lévy 1837
80	<i>b m p i</i>		»	» »
81	<i>b m p k i e x y r a o φ s</i> <i>w g u θ μ</i>		»	v. Lang 1874

Nr.	Combination	Zw.- Ph.	Fundort	Autor
82	<i>b m p i c</i>		Langenstriegis	Frenzel 1874
83	<i>b m p i c x y z</i>		»	» »
84	<i>k e a</i>		Freium	Lévy 1837
85	<i>b m p e a</i>		Vilsek, Bayern	Schrauf 1873
86	<i>b m p i</i>		Hohengeroldseck	Lévy 1837
87	<i>b m p i c</i>		»	» »
88	<i>b m p k i x r a</i>		»	» »
89	<i>b m p e r a</i>		»	» »
90	<i>b m p e y r a</i>		Hofsgrund, Breisg.	» »
91	<i>b m p e r a</i>		»	» »
92	<i>b p e a</i>	<i>m</i>	St. Blasien	Groth 1878
93	<i>b m p k e x y r a</i>	<i>m</i>	Kinzigtal	» »
94	<i>b m p k</i>		»	Leonhard 1876
95	<i>m k e a a</i>		»	» »
96	<i>b m p i x r</i>	<i>m</i>	Neuglück	» »
97	<i>b m p i</i>		Großsachsen	» »

Österreich-Ungarn.

98	<i>b p k e x</i>		Bleistadt	Schrauf 1873
99	<i>b m p i</i>		»	» »
100	<i>b m p</i>		»	» »
101	<i>b m p e r</i>		»	» »
102	<i>b m p i</i>		Mies	Lévy 1837
103	<i>b m p i c</i>		»	» »
104	<i>b m p e r</i>		»	Schrauf 1873
105	<i>b m p i e x *</i>		»	Barviř 1900
106	<i>b m p k i e y r a</i>		»	Groth 1878
107	<i>m p i c</i>		»	» »
108	<i>b m p k e</i>		»	» »
109	<i>b m p k i e</i>		»	Gerstendörf. 1890
110	<i>b m p i c</i>		»	» »
111	<i>b m p k r a</i>		»	» »

112	<i>b m p i</i>		Přibram	Kleszczynski 1853
113	<i>b m p i y r a</i>		»	» »
114	<i>b m p i c</i>		»	Lévy 1837
115	<i>b m p</i>		»	Schrauf 1873
116	<i>b m p i c</i>		»	» »
117	<i>b m p e r</i>		»	» »
118	<i>b m p x</i>	<i>m</i>	»	» »
119	<i>p i x</i>		»	Groth 1878
120	<i>b m p i x</i>		Bleiberg	Mohs-Haid. 1825
121	<i>b m p e r</i>		»	Schrauf 1873
122	<i>p k</i>		»	» »
123	<i>b m p x r</i>	<i>m</i>	»	v. Zepharov. 1878
124	<i>b p i</i>		»	Peters 1864
125	<i>b m p i</i>	<i>m</i>	Olsa	v. Zepharov. 1865



426	<i>b p i c x a</i>	m	Hüttenb. Erzberg.	v. Zepharov.	1874
427	<i>b m p k i x r a v x</i>		»	»	»
428	<i>b m p k i c x y r a</i>	m	Littai, Krain	»	1884
429	<i>b m p i c x a</i>		Kirlibaba, Bukow.	»	1870
430	<i>b m p i c x a</i>		»	»	»
431	<i>b m p i c x a</i>	m	»	»	»
432	<i>b m p i x r a</i>		»	»	»
433	<i>b m p k i c x r a l</i>	m	»	»	»
434	<i>b m p i r a</i>		»	»	»
435	<i>b m p k i c x r a</i>		Litica, Bosnien	Tscherne	1894
436	<i>b m p k e x r a o g a s e l y</i>		Rézbánya	Peters	1864
437	<i>b m p k i c y o g</i>		»	»	»
438	<i>b m p e y a o g u e l</i>		»	»	»
439	<i>b m p k i x y r a o g a s l</i>		»	»	»
440	<i>b m p k i y r o v q s</i>		»	Schrauf	1873
441	<i>b m p i c n y</i>		»	»	»
442	<i>b m k i x y</i>		»	»	»
443	<i>m p k i y</i>	m	»	»	»
444	<i>b m p k i x y o</i>	r	»	»	»
445	<i>b p k i c x y a e l A</i>		»	»	»
446	<i>b m p k i c x y r</i>		Körösbánya	Lévy	1837
447	<i>b m p k i c x y r a o s g d</i>		»	»	»
448	<i>b m p k i x y r a o q s g</i>		Telékes	Schmidt	1882
	<i>x x x</i>		»	»	»
449	<i>b m p k i c x y a</i>		»	»	»
450	<i>b m p k i c x y a v n</i>	m	»	»	»
451	<i>b m p k i c x y r a</i>		»	»	»

452	<i>b m p i r</i>			Telékes	Schmidt	1882
453	<i>b m p k i c x a w</i>		»	»	»	»
454	<i>b m p i r a</i>	m	»	»	»	»
455	<i>b m p x y r a o g l</i>	m	»	»	»	»
456	<i>b m p i c y a</i>		»	»	»	»
457	<i>b m p k i x r a v</i>			Pelsöcz Ardó	»	1884
458	<i>b m p i c x</i>		»	»	»	»
459	<i>b m p k i c x a v</i>		»	»	»	»
460	<i>b m p k i c x y e</i>		»	»	»	»
461	<i>b m p k i x r v x</i>	m		Tarkaicza	Zimányi	1902
462	<i>b m p k i c x r v x n</i>		»	»	»	»
463	<i>b m p k i c x r a o x</i>		»	»	»	»
464	<i>b m p k i x r a</i>		»	»	»	»
465	<i>b m p k i x r a o</i>		»	»	»	»
466	<i>b m p i x r a v i</i>	m		Kis Munesel	»	1892
467	<i>m p k x</i>			Schemnitz	Peters	1864
468	<i>p i o</i>			Biela	»	»
469	<i>b m p i e</i>	m		Banat	Schrauf	1873
470	<i>b m p e</i>			»	»	»
471	<i>b m p k i c y r a o w</i>			Dognácska, Banat	Hörnes	1846
472	<i>b m p k i x r a</i>			Rodna	Vrba	1878
473	<i>b m p k i x a</i>		»	»	»	»
474	<i>b m x</i>		»	»	»	»
475	<i>b m p k i x r a</i>		»	»	Krenner	1878
476	<i>b m p e x y r a</i>	m		»	vom Rath	1879
477	<i>b m p e a w v</i>			Ungarn	v. Lang	1879

Italien.

478	<i>b m p i r</i>		Auronzo	Negri	1889
479	<i>b m p i r a</i>		»	»	»
480	<i>b m p k i x r</i>		»	»	»
481	<i>b m p i r a s</i>		»	»	»
482	<i>b m p k i x r v</i>		»	»	»
483	<i>b m p i c x r h</i>		»	»	»
484	<i>b m p i x r v N K</i>		»	»	»
485	<i>b m p k i x r a</i>		»	»	»
486	<i>b m p k i c x r v</i>		»	»	»

187	<i>b m p k i x r x</i>			Auronzo	Negri	1889
188	<i>b m p k i x r o s</i>		»	»	»	»
189	<i>m p i x r a</i>	r		Bovegno, Val Trompia	Artini	1897
190	<i>m p i c y r a</i>	m		»	»	»
191	<i>b p k i c x y a v x</i>	m		»	»	»
192	<i>b m p i x</i>	r		»	»	»
193	<i>b m p i x g</i>	m		Gorno	»	1896
194	<i>b m p i x r x n</i>	m		»	»	»
195	<i>b m p i x r g</i>	m		»	»	»

4\*



Nr.	Combination	Zw.- Eb.	Fundort	Autor
196	<i>h m p k i x r e z n g t S*</i>		Gorno	Artini 1896
197	<i>m p i x</i>	m	Laorca, Val Sassina	» 1904
198	<i>h m p k a</i>		Valdaspera	d'Acchiardi 1897
199	<i>b m p k i x y r a o y s v</i> <i>z n t ζ n</i>	m	Nebida	Riva 1897
200	<i>b m p k e z y r</i>	m	»	» »
201	<i>b m p k e z y r</i>	m	»	» »
202	<i>m p e y r</i>	r	»	» »
203	<i>b m p k i y r a</i>		Rosas	» 1899
204	<i>b m k i r a</i>		»	» »
205	<i>m p i y r a</i>		»	» »
206	<i>b m p k i a</i>		»	» »
207	<i>b m p k i e y r a e</i>	m	Sarrabus	Tacconi 1900
208	<i>m x</i>	m	Ingurtosa	Groth 1878
209	<i>b m p e</i>	m	Maldidano	Millosevich 1900
210	<i>b m p i</i>	m	»	» »
211	<i>b m p e y r</i>	m	»	» »
212	<i>b m p i e</i>	m	»	» »
213	<i>b m p i x</i>	m	»	» »
214	<i>b m p k i e r z</i>	r	»	» »
215	<i>b m p k y r</i>		Monteponi und	Artini 1888
216	<i>b m p i y r a e</i>		Montevecchio	» »
217	<i>b m p k e y r a v s w S</i>		»	» »
218	<i>b m p i x r s z n t</i>		»	» »
219	<i>b m p k i x r</i>		»	» »
220	<i>b m p i y r a o s v x H R</i>		»	» »
221	<i>b m p k i e x o g</i>		»	» »
222	<i>b m p</i>	m	»	» »
223	<i>b m p k i e r</i>	m	»	» »
224	<i>b m p k i e x v n</i>	m	»	» »
225	<i>b m p x r</i>	m	»	» »
226	<i>b m p i a</i>	m	»	» »

Nr.	Combination	Zw.- Eb.	Fundort	Autor
227	<i>mp</i>	m	Monteponi und	Artini 1888
228	<i>b m p i</i>	m	Montevecchio	» »
229	<i>b m p i</i>	m	»	» »
230	<i>b m p k i a</i>		»	» »
231	<i>b m p e y</i>		»	» »
232	<i>b m p k e x y r o s w q T</i>		»	» »
233	<i>b m p</i>	m	»	» »
234	<i>b m p</i>	m	»	» »
235	<i>b m p k i r</i>	m	»	» »
236	<i>m p e</i>		»	» »
237	<i>b m p k i r s</i>	m	»	» »
238	<i>k r v</i>	r	»	» »
239	<i>b m p k r</i>	r	»	» »
240	<i>b m p k e y r a o v s w x</i>	r	»	» »
241	<i>b m p k i e x r a o v q s</i> <i>w S E</i>	r	»	» »
242	<i>m p k e y r a v s w</i>	r	»	» »
243	<i>m p k e x y a o v s x</i>	r	»	» »
244	<i>b m p k i x y r a o e n S</i> <i>u g s q Γ</i>	m	San Marco	Ht. 1904
245	<i>b m p k i x y r a o v S g u</i>	m	»	» »
246	<i>b m p k i x y r o e z n t</i> <i>q n g</i>	m	»	» »
247	<i>b m k i x r Q</i>	m	»	» »
248	<i>b m p k i e y r a o v s w x</i>	m	Monteponi	» »
249	<i>b m p i e y r o</i>	m	»	» »
250	<i>m p k e x r v</i>	r	»	» »
251	<i>m p k i e x r v s w</i>	r	»	» »
252	<i>b m p k i e y r a v</i>	r	»	» »
253	<i>b m k i r v x n n w</i>	r	»	» »
254	<i>b m k i e r v n ζ n</i>	r	»	» »
255	<i>b k i e x y o r x g q T</i>	r	»	» »

R u ß l a n d.

256	<i>b m p e r a</i>	Ural	Lévy 1837
257	<i>p i</i>	Jekaterinenburg	
258	<i>b p k e x</i>	Beresowsk	v. Kokschar. 1870
259	<i>b p k e</i>	»	»
260	<i>b m p i</i>	»	»
		Bakalsk	Samojloff 1900
		Altai	
261	<i>b m p i</i>	Nikolajewsk	v. Kokschar. 1870
262	<i>b m p k i x</i>	Solotuschinsk	»
263	<i>b m p i</i>	Riddersk	»
264	<i>b m p i</i>	»	»
265	<i>b m p k</i>	»	»
266	<i>b m i</i>	»	»
267	<i>b m e y r</i>	Syrjanowsk	Jeremejew 1899
268	<i>b m p r i e v</i>	Salaik	»
		Transbaikalien	
		Nertschinsk	Lévy 1837
269	<i>b m p i</i>	»	»
270	<i>b m p i c</i>	»	»
271	<i>b m p k i x y r</i>	»	»
272	<i>b m p k i x y r a o</i>	»	»
273	<i>b m p k i x y r a o o</i>	»	»
274	<i>b m p k i x y r a o s g</i>	»	»
275	<i>b m p k i x y r a o s g</i>	»	»
276	<i>b m p k e x</i>	»	Schrauf 1873
277	<i>b m p e</i>	Taininsk	v. Kokschar. 1870
278	<i>b p e</i>	»	»

279	<i>b m k</i>	Taininsk	v. Kokschar. 1870
280	<i>b m p k e y r o w</i>	»	»
281	<i>b m p k e x o s w</i>	»	»
282	<i>b m k i e x r a v x n t u</i>	»	»
283	<i>b m p k i</i>	»	»
284	<i>b m p k e x</i>	<i>m</i>	»
285	<i>b m p e</i>	»	»
286	<i>b m p</i>	<i>m</i>	»
287	<i>b m p k i c y a v</i>	<i>m</i>	»
288	<i>b m e</i>	<i>m</i>	»
289	<i>b m p e r</i>	<i>m</i>	»
290	<i>b m p e r s</i>	»	»
291	<i>b m p k e</i>	Kadainsk	»
292	<i>b m p e y</i>	»	»
293	<i>b m p e</i>	»	»
294	<i>b m p e r</i>	»	»
295	<i>b m p e</i>	<i>m</i>	»
296	<i>p k</i>	<i>m</i>	»
297	<i>b m p e</i>	<i>m</i>	»
298	<i>b m p i c</i>	<i>m</i>	Trech. Swjatitelsk
299	<i>b m p k y r w</i>	»	»
300	<i>b m p e g h</i>	»	»
301	<i>b m k i e x r</i>	Sjemipalatinsk	Jeremejew 1899
302	<i>b m p i c a g</i>	Kolivan, Sibirien	Lévy 1837
303	<i>b m k i e</i>	Sibirien	Schrauf 1873

Großbritannien, Belgien, Frankreich, Spanien, Schweden und Griechenland.

304	<i>b m p i</i>	Leadhills	Lévy 1837
305	<i>b m p i c</i>	»	»
306	<i>b m p i x y</i>	»	»
307	<i>b m p k i e r</i>	»	»
308	<i>b m p i x y a</i>	»	»

309	<i>b m p i y r a</i>	Leadhills	Lévy 1837
310	<i>b m p k i c x y r a o s w</i>	»	Mohs-Haid. 1825
311	<i>b m p k i y r o s</i>	»	Schrauf 1873
312	<i>b m p k i c a o</i>	<i>r</i>	»
313	<i>b m p k v</i>	»	»



Nr.	Combination	Zw.- Eb.	Fundort	Autor
314	<i>b m p i a</i>		Devonshire	Lévy 1837
315	<i>b m p i x</i>		»	»
316	<i>b m p i e a</i>		»	»
317	<i>b m p i</i>		»	»
318	<i>b m p k r</i>		Derbyshire	»
319	<i>b m p i e x r o</i>		»	»
320	<i>b m p i e x y r a</i>		»	»
321	<i>b m p i e</i>		»	»
322	<i>m p x</i>		»	v. Lang 1874
323	<i>b m p i y a</i>		Padstow, Cornw.	Lévy 1837
324	<i>b m p i r v</i>	m	Bleiberg, Belgien	Cesàro 1897
325	<i>b m i x y r a</i>		»	»
326	<i>m p i y</i>		Angleur	»
327	<i>b m p k</i>		Welkenraedt	»
328	<i>b p i</i>		Rocheux	»
329	<i>b m p k i x r a</i>		Longwilly	»
330	<i>m p k e a</i>		Moresnet	»
331	<i>m p k i e a o f</i>		»	»
332	<i>b m p k i e a d</i>		»	»
333	<i>b m p k i e a o w f</i>		»	»
334	<i>m p k e a</i>		»	Buttgenbach
335	<i>m p k i e a o f</i>		»	»
336	<i>b m p k i e a d</i>		»	»
337	<i>b m p k i e x a o w f</i>		»	»
338	<i>b m p k i e x h</i>	m	Villers en Fagne	» 1898
339	<i>m v</i>	r	Bretagne	Häuy 1804
340	<i>b m x y</i>		La Croix, Vogesen	»
341	<i>b m p i y</i>		»	Lévy 1837

Nr.	Combination	Zw.- Eb.	Fundort	Autor
342	<i>b m i x y a</i>		La Croix, Vogesen	
343	<i>b m p k a y</i>		»	Miers 1882
344	<i>b m p k i x y r a o w x</i>		»	»
345	<i>b m p i x y r a o w x h p r</i>		»	»
346	<i>b p r</i>		»	»
347	<i>m p k a x</i>		»	»
348	<i>b m p i</i>		Poullaouen	Lévy 1837
349	<i>b m p k e</i>		Malines, Gard	Michel 1890
350	<i>b m p k i y r</i>		La Pacaudière, Roanne	Gonnard 1892
351	<i>b m p k i x y r a o p s w</i>		»	»
352	<i>b m p k i x y r a o s g</i>		»	»
353	<i>b m p y r a o w</i>	m	»	»
354	<i>b m p x y</i>	m	»	»
355	<i>m p i x a</i>		Roure, Pontgib.	»
356	<i>b m p k i x y r a</i>	m	»	»
357	<i>b k i x a</i>		»	»
358	<i>m p k i y</i>		El Boracho	Schrauf 1873
359	<i>b m p k i e x y r a w</i>		Santander	v. Lang 1874
360	<i>b m p k i</i>		Sierra Almagrera	Groth 1878
361	<i>b m p k i e x y r x o a s</i> <i>e s u a n n t n g h h b c</i> <i>e f</i>		Cordoba	Mügge 1882
362	<i>b m p k i e x y r a o v s w</i>	r	Cabo de Gata	Osann 1895
363	<i>b m p k i e x r a v</i>	m	Norberg	Johansson 1892
364	<i>b m p h i x o r s g q</i>		Pajsberg	Flink 1889
365	<i>m p i x v</i>		Laurium	vom Rath 1887
366	<i>b m p k i x v</i>		»	Lacroix 1896

Außereuropäische Länder.

367	<i>mpkiy</i>		Phenixville, Penn.	Schrauf 1873
368	<i>b m p e</i>		»	»
369	<i>b m p e r a</i>		»	»
370	<i>b m p k i e x y r a v</i>		»	Rogers 1902
371	<i>b m p k i e x y r a o</i>		Butte, Mont.	»
372	<i>b m p r a *</i>	<i>m</i>	Missoula »	Hobbs 1895
373	<i>b m p i x r (λ)</i>		Highland, Wise.	» 1896
374	<i>b m p k i x a</i>		Mineral Point »	»
375	<i>m p i x</i>		Galena, Wise.	»
376	<i>b m p i e x v</i>		Meagher Co. Mont.	Pratt 1894
377	<i>b m p i e x v</i>		Castle Mount. »	Pirsson u. Weed 1896
			Mining District	
378	<i>m p k x r v</i>	<i>r</i>	Yuma Co., Ariz.	Pirsson 1884
379	<i>b k e e r</i>		»	»
380	<i>b m p k i x r</i>	<i>m</i>	Caroll Co., Md.	Williams 1891
381	<i>b m p e a</i>		»	»
382	<i>b m k e r a z</i>	<i>m</i>	Leadville, Color.	vom Rath 1887
383	<i>b m p k i x y o</i>	<i>m</i>	Mapimi, Mexico	Goldschmidt 1902

384	<i>b m p k i x y r a o z e h A</i>	<i>m</i>	Mapimi, Mexico	Goldschmidt 1902
385	<i>b m p k i x y r a o v z</i>	<i>m</i>	»	»
386	<i>b p i y r a</i>	<i>m</i>	Diahot-Tal, N.-Caledonien	Lacroix 1894
		<i>r</i>	Serito Vieira, Brasilien	Groddeck 1877
387	<i>b m p i</i>		Bueno, Brasilien	
388	<i>b m p k i e x r a v f y *</i>		Sant. Rosalia, Peru	Buttgenbach 1902
389	<i>b m p i e r ∇</i>		Quarsensis, Algier	Gentil 1895
390	<i>b m p i</i>		»	»
391	<i>b p e x y r a ∇</i>		»	»
392	<i>b m p i r a</i>	<i>m</i>	»	»
393	<i>b m p k i e x y r a v</i>		Trans Silver Mine, Pretoria	Molengraaff 1894
394	<i>b m p k</i>	<i>m</i>	Kamioka, Japan	Jimbo 1899
395	<i>b m p k</i>	<i>m</i>	Kosaka »	»
396	<i>b p</i>	<i>m</i>	Arakawa »	»
397	<i>b m p k i e x y r a o s w r</i>	<i>r</i>	Broken Hill	Mügge 1897
398	<i>b m p i e v z</i>		Gasimur, Asien	Haüy 1804

Künstliche Krystalle.

399	<i>b m p i</i>			Bourgeois 1886
400	<i>mp</i>	<i>m</i>		de Schulten 1897

Zu den mit \* bezeichneten Combinationen gehören noch folgende nicht mit Buchstaben belegte Formen:

- Nr. 105. Hierzu gehören noch {0.22.1}, {0.29.1}, {0.33.1}, {0.37.1}.
- Nr. 196. - - - {0.13.1}.
- Nr. 372. - - - {380}.
- Nr. 388. - - - {310}, {150}.

Für die eingeklammerten Buchstaben s. S. 177.



## Formen des Cerussit.

Nr.	Buchst. des Index	Symbole			Häufigkeit		Buchst. des Autors	Autor	Jahreszahl
		Gdt.	Miller	Naumann	Zahl d. Boob.	%			
1	<i>c</i>	0	{004}	$0P$	176	44,0	<i>k</i>	Haüy	1804
2	<i>b</i>	0∞	{010}	$\infty P\infty$	357	89,3	<i>l</i>	>	1804
3	<i>a</i>	∞0	{100}	$\infty P\infty$	164	41	<i>g</i>	>	1804
4	.	3∞	{310}	$\infty P_3$	4	0,3		Buttgenbach	1902
5	<i>i</i>	2∞	{210}	$\infty P_2$	4	0,3	<i>i</i>	Traube	1894
6	<i>f</i>	$\frac{5}{3}\infty$	{530}	$\infty P_{\frac{5}{3}}$	6	1,5		Brooke-Miller	1852
7	<i>m</i>	∞	{410}	$\infty P$	374	93,5	<i>M</i>	Haüy	1804
8	$\nabla$	$\infty\frac{5}{3}$	{350}	$\infty P_{\frac{5}{3}}$	2	0,5		Des Cloizeaux	1874
9	<i>χ</i>	$\infty\frac{2}{3}$	{420}	$\infty P_{\frac{2}{3}}$	5	1,3		Schmidt	1882
10	.	$\infty\frac{3}{5}$	{380}	$\infty P_{\frac{3}{5}}$	4	0,3		Hobbs	1896
11	<i>r</i>	∞3	{130}	$\infty P_3$	192	48	<i>e</i>	Haüy	1804
12	.	∞5	{150}	$\infty P_5$	4	0,3		Buttgenbach	1902
13	.	∞7	{170}	$\infty P_7$	4	0,3	<i>f</i>	Traube	1894
14	<i>I</i>	∞8	{180}	$\infty P_8$	2	0,5		Liweh	1884
15	<i>e</i>	$0\frac{1}{4}$	{046}	$\frac{1}{4}P\infty$	4	0,3		Mügge	1882
16	<i>γ</i>	$0\frac{1}{3}$	{043}	$\frac{1}{3}P\infty$	6	1,5		Dana	1877
17	.	$0\frac{2}{3}$	{025}	$\frac{2}{3}P\infty$	4	0,3	<i>e</i>	Traube	1894
18	<i>x</i>	$0\frac{1}{2}$	{042}	$\frac{1}{2}P\infty$	195	48,8	<i>s</i>	Haüy	1804
19	<i>q</i>	$0\frac{2}{3}$	{023}	$\frac{2}{3}P\infty$	5	1,3		Kokscharow	1870
20	<i>T</i>	$0\frac{1}{2}$	{034}	$\frac{1}{2}P\infty$	4	0,3		Ht.	1904
21	<i>k</i>	01	{041}	$P\infty$	204	50,3	<i>q</i>	Haüy	1804
22	<i>e</i>	$0\frac{3}{8}$	{087}	$\frac{3}{8}P\infty$	4	0,3		Mügge	1882
23	<i>f</i>	$0\frac{1}{8}$	{076}	$\frac{1}{8}P\infty$	4	0,3		>	>
24	<i>Q</i>	$0\frac{5}{8}$	{054}	$\frac{5}{8}P\infty$	4	0,3		Ht.	1904
25	<i>S</i>	$0\frac{3}{5}$	{032}	$\frac{3}{5}P\infty$	5	1,3		Artini	1888
26	<i>i</i>	02	{024}	$2P\infty$	270	69,8	<i>u</i>	Haüy	1804
27	<i>R</i>	$0\frac{5}{3}$	{052}	$\frac{5}{3}P\infty$	4	0,3		Artini	1888
28	<i>v</i>	03	{034}	$3P\infty$	63	15,8	<i>x</i>	Haüy	1804
29	<i>z</i>	04	{044}	$4P\infty$	30	7,5	<i>z</i>	>	>
30	<i>n</i>	05	{054}	$5P\infty$	16	4		Kokscharow	1870
31	<i>t</i>	06	{064}	$6P\infty$	7	1,8		>	>
32	.	$0\frac{2}{5}$	{025.4}		4	0,3	<i>λ</i>	Hobbs	1896
33	<i>u</i>	07	{074}	$7P\infty$	3	0,8		Kokscharow	1870
34	<i>z</i>	08	{084}	$8P\infty$	4	1		Seligmann	1880
35	<i>n</i>	09	{094}	$9P\infty$	3	0,8		Mügge	1882
36	<i>g</i>	0.10	{0.10.4}	$10P\infty$	4	0,3		>	>
37	.	0.13	{0.13.4}	$13P\infty$	2	0,5		Mügge, Artini	1896
38	<i>h</i>	0.14	{0.14.4}	$14P\infty$	4	0,3		Mügge	1882
39	.	0.22	{0.22.4}	$22P\infty$	4	0,3		Barvir	1900
40	.	0.29	{0.29.4}	$29P\infty$	4	0,3		>	>
41	.	0.33	{0.33.4}	$33P\infty$	4	0,3		>	>
42	.	0.37	{0.37.4}	$37P\infty$	4	0,3		>	>
43	<i>a</i>	$\frac{1}{5}0$	{105}	$\frac{1}{5}P\infty$	4	0,3		Mügge	1882
44	<i>E</i>	$\frac{1}{4}0$	{104}	$\frac{1}{4}P\infty$	4	0,3		Artini	1888
45	<i>d</i>	$\frac{1}{3}0$	{103}	$\frac{1}{3}P\infty$	3	0,8		Brooke-Miller	1852
46	<i>y</i>	$\frac{1}{2}0$	{102}	$\frac{1}{2}P\infty$	127	31,8		Haüy	1804
47	<i>A</i>	$\frac{2}{3}0$	{304}	$\frac{2}{3}P\infty$	4	0,3		Goldschmidt	1902
48	<i>e</i>	40	{104}	$P\infty$	9	2,3		Dana	1877
49	<i>π</i>	$\frac{3}{2}0$	{302}	$\frac{3}{2}P\infty$	5	1,3		v. Lang	1874
50	<i>l</i>	20	{204}	$2P\infty$	7	1,8		Dana	1877
51	.	17	{174}	$7P_7$	4	0,3	<i>g</i>	Traube	1894
52	<i>H</i>	16	{164}	$6P_6$	4	0,3		Artini	1888
53	<i>φ</i>	13	{134}	$3P_3$	8	2		Schrauf	1873
54	<i>s</i>	12	{124}	$2P_2$	37	9,3		Mohs-Haid.	1825
55	<i>p</i>	1	{144}	$P$	370	92,5	<i>t</i>	Haüy	1804







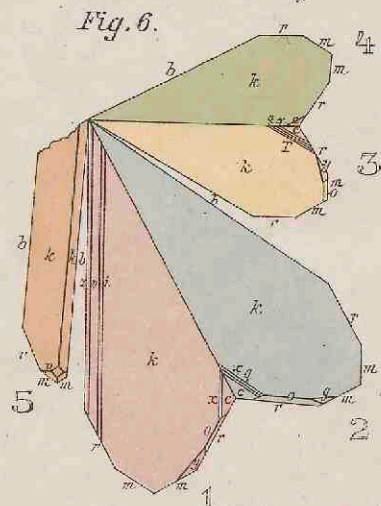
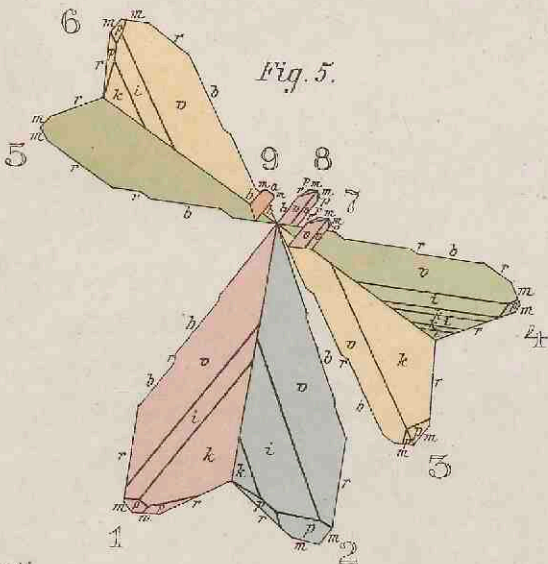
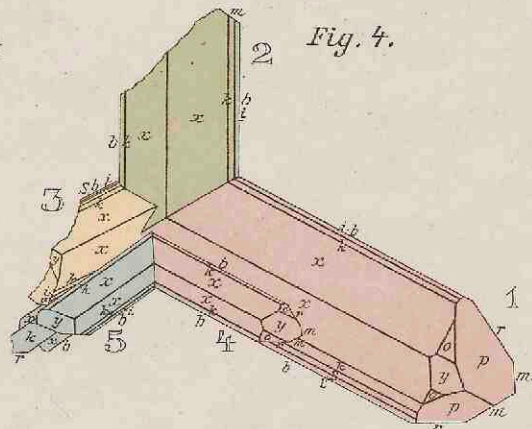
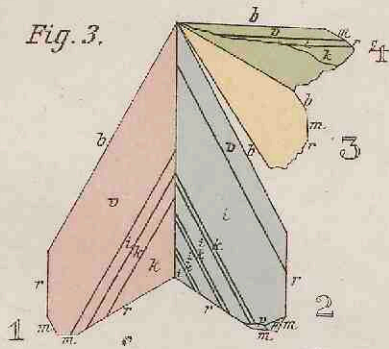
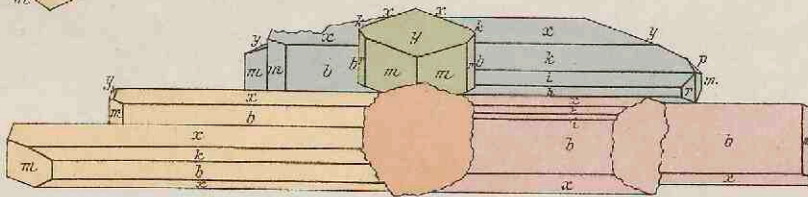
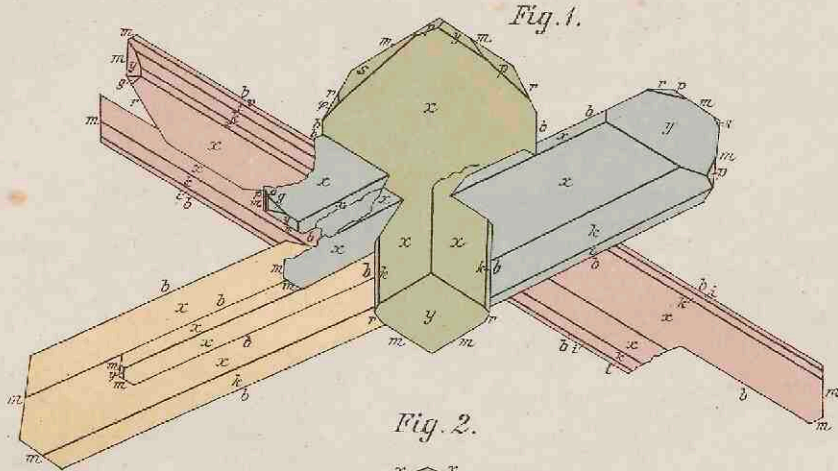
Buchstabe:	i					c		T	c	f	Q	R	g	
Symbol Gdt.:	300	200	$00\frac{5}{8}$	005	007	$0\frac{1}{8}$	$0\frac{2}{8}$	$0\frac{3}{8}$	$0\frac{6}{7}$	$0\frac{7}{8}$	$0\frac{5}{4}$	$0\frac{5}{2}$	$0\frac{25}{4}$	0.10
Zahl d. Beob.:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Buchstabe:	h					a	E	A	H		u	g	l	
Symbol Gdt.:	0.14	0.22	0.29	0.33	0.37	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{3}{4}$	47	16	$4\frac{2}{3}$	$4\frac{1}{3}$	4	$\frac{34}{7}$
Zahl d. Beob.:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Buchstabe:	v	A	$\mu$	$\rho$	$\xi$	K	$\delta$	$\omega$	z	$\sigma$	N		
Symbol Gdt.:	$\frac{34}{4}$	34	$\frac{3}{4}\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{4}\frac{3}{7}$	$\frac{3}{4}\frac{5}{4}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{1}{7}\frac{5}{4}$	35	$\frac{1}{3}\frac{7}{3}$	11.13	$\frac{4}{5}\frac{8}{5}$	$\frac{8}{5}$
Zahl d. Beob.:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

In dem mineralogischen Institute von Prof. V. Goldschmidt wurde diese Arbeit ausgeführt. Fortwährend hat dieser sich bemüht, mir in liebenswürdigster Weise behilflich zu sein und den Weg zu weisen, der von seinen neuen krystallographischen Methoden bedingt wird. Es sei mir erlaubt, dafür an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Heidelberg, Juli 1904.



Aut. del.





Fig. 7.

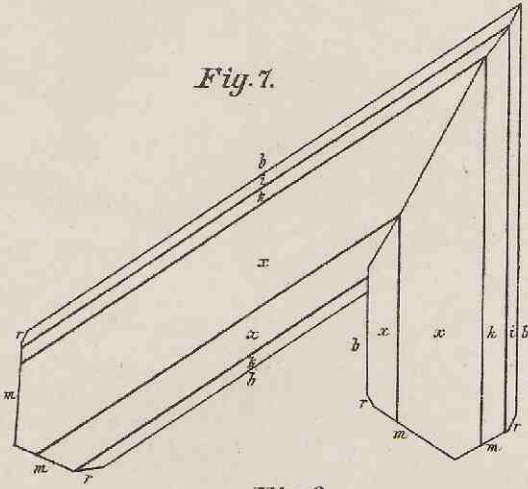


Fig. 8.

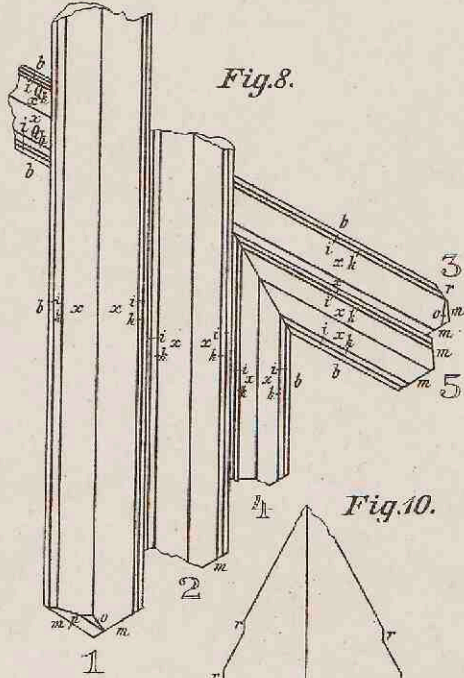


Fig. 9.

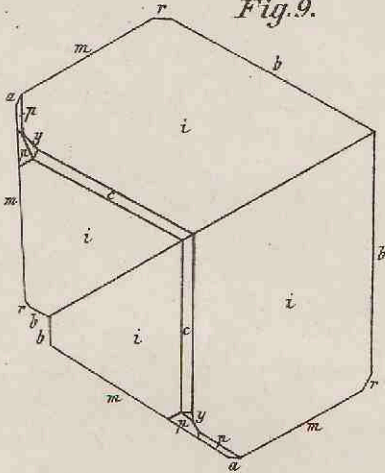


Fig. 10.

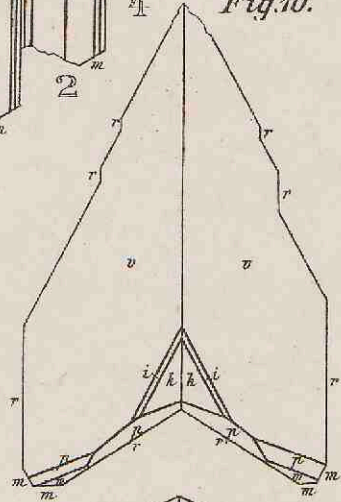


Fig. 11.

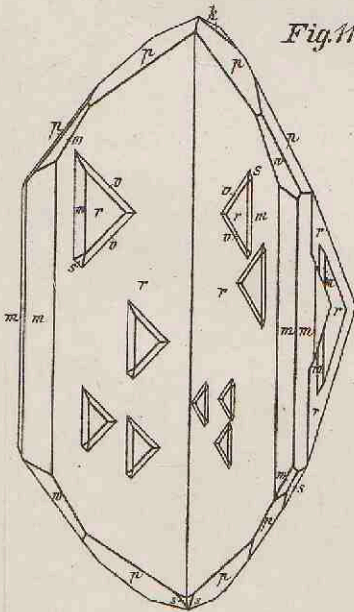
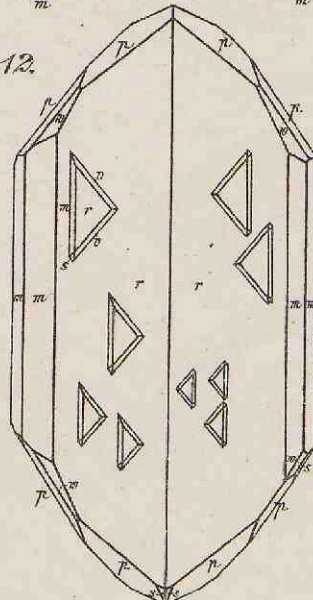


Fig. 12.







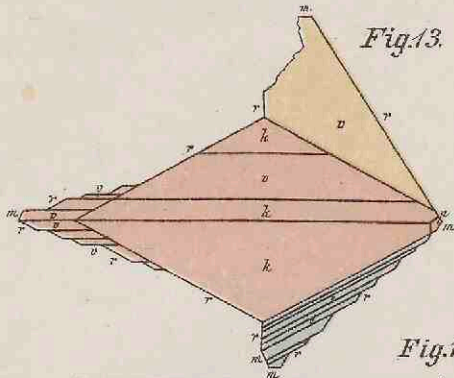


Fig. 13.

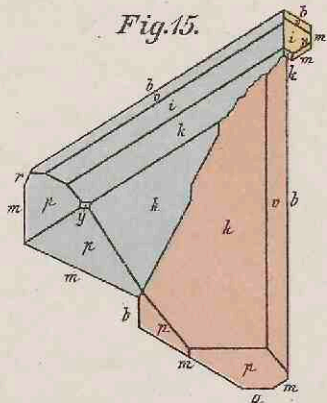


Fig. 15.

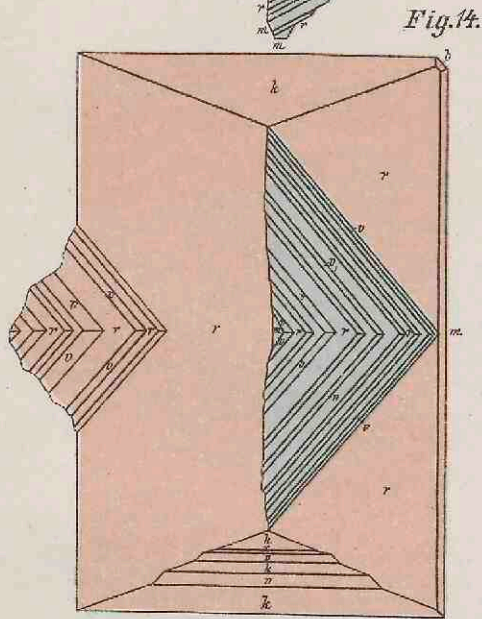


Fig. 14.

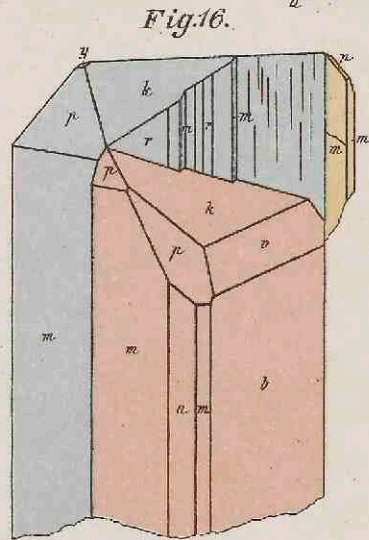
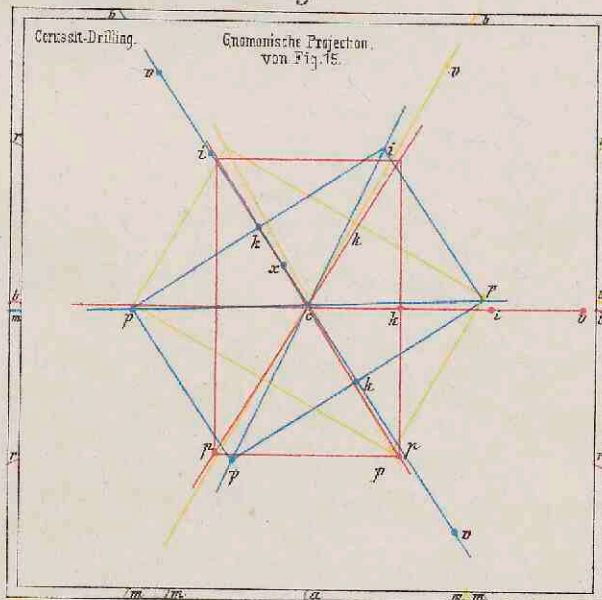


Fig. 16.

Fig. 17.







De kristallografische onderzoekingen van W. L. Bragg (Proc. Roy. Soc. Lond. 1912, 104) en van W. L. Bragg en I. L. D'Almeida (Proc. Roy. Soc. Lond. 1913, 104) zijn van groot belang voor de oplossing der kristallografische problemen.

De onderzoekingen van W. L. Bragg en I. L. D'Almeida (Proc. Roy. Soc. Lond. 1913, 104) zijn van groot belang voor de oplossing der kristallografische problemen.

## Stellingen.

### I.

Het voorkomen van cerussit-tweelingen volgens {530} is door Stibing niet voldoende bewezen (Soc. Imp. d. Naturl. St. Pétersb. Protok. 34 (1) 1903).

### II.

Ten onrechte zegt Lehmann op blz. 64 van zijn werk »Flüssige Krystalle«: »Die flüssigen Krystalle lassen sich also ohne weiteres in die bekannten Krystallsysteme einordnen.«

### III.

De vloeibare krystallen moeten als dubbelbrekende vloeistoffen gedefinieerd worden totdat de verouderde begrippen der aggregaatstoestanden herzien zijn.

### IV.

De axonometrische projectie is niet voor krystalteekenen practisch bruikbaar.

### V.

Orthoklaas en mikroclin moeten bij de trikline veldspathen worden ingedeeld.

### VI.

Moldaviten zijn niet van terrestrischen oorsprong.



## VII.

De kosmogeologische antiactualistische theorie van Wiik (Geol. Förenings i. Stockholm Förhandlingar No. 220, 1904) is geen bevredigende oplossing voor den oorsprong der krystallijne Schiefers.

## VIII.

De bewering van Salomonsen en Dreyer (Compt. Rend. No. 44, 1904, 534): »Jusqu'ici il a été impossible d'observer sur du cristal de roche incolore une structure zonée d'accroissement et de démontrer ainsi l'hétérogénéité entre les couches d'accroissement de ces cristaux« is onjuist.

## IX.

Slechts door medewerking van de physische chemie kan de petrographie zich nog verder ontwikkelen.

## X.

Terecht zegt E. Suess: »Das Wasser des Karlsbader Sprudels ist juveniles Wasser.«

## XI.

De hypothese van Lugeon omtrent het ontstaan der noordelijke kalkalpen verdient meer waardeering dan haar door velen geschonken wordt.

## XII.

Bij het geologisch onderzoek van Nederlandsch Indie van regeeringswege wordt aan de practische zijde te groote plaats ingeruimd.

## XIII.

De hypothese van Landerer, dat de donkere gedeelten van de maanoppervlakte uit een vitrophyrachtig glasgesteente bestaan, is aannemelijk.

## XIV.

De proefnemingen van Lord Rayleigh (Phil. Mag. 1902 (6), IV, 245) bewijzen niet dat de circulaire polarisatie van de beweging der aarde geenerlei storing ondervindt.

XV.

Eene vermindering van het  $CO_2$  gehalte van den dampkring moet niet als de eenige oorzaak van het ontstaan van den ijstijd worden opgevat.

XVI.

Aan het bestaan van den tertiairen mensch mag niet meer getwijfeld worden.

XVII.

Kollmann's uitspraak: »Nach der allgemeinen Entwicklungsgeschichte stellen die Pygmacën als weniger entwickelte Formen die Urrasse des Menschen dar« is zeer aannemelijk.

XVIII.

Afrika moet als centrum van het ontstaan der zoogdieren beschouwd worden.

XIX.

De aphlebiën der varens beschutten de jonge bladeren tegen verwonding en uitdrooging.

XX.

Geographie is geen wetenschap.

XXI.

Een krystallographisch practicum uitsluitend met houtmodellen is onvoldoende.

---













