

KRISTALLTRACHTEN DES ZINNSTEINES

VON

HERMANN TERTSCH.

Mit 3 Tafeln und 28 Textfiguren.

BESONDERS ABGEDRUCKT AUS DEM LXXXIV. BANDE DER DENKSCHRIFTEN DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN KLASSE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

WIEN 1908.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,
K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

KRISTALLTRACHTEN DES ZINNSTEINES

VON

HERMANN TERTSCH.

Mit 3 Tafeln und 28 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 15. OKTOBER 1908.

Die Frage um die Kristalltracht einzelner Minerale und deren charakteristische Formen des Auftretens ist naturgemäß so alt wie die wissenschaftliche Mineralogie überhaupt. Wenn sie jetzt, dank der Arbeiten von Becke, Gerhart, Kreutz und Neugebauer¹ wieder aktuell geworden ist, hat sich gleichwohl der Standpunkt der Beurteilung wesentlich verschoben. Man erstrebt die Ermittlung eines ursächlichen Zusammenhanges zwischen der Tracht und dem Vorkommen ein Ziel, das bei der Vielfältigkeit der maßgebenden Faktoren nur auf langem Wege erreicht werden kann.

Die bisherigen Untersuchungen erstrecken sich der Hauptsache nach auf eingewachsene Kristalle und ihre Zwillinge, beziehungsweise auf künstliche Produkte, an denen die Wachstumsverhältnisse auf Grund Becke'scher Darstellungsweise durch die Zentralabstände der Flächen zur Versinnlichung kommen. Nur in der eingehenden Arbeit von St. Kreutz sind auch aufgewachsene Zwillinge in die Untersuchung mit einbezogen worden.

Die vom Muttergestein nicht abgelösten aufgewachsenen Formen sind für sich noch nicht Gegenstand der Untersuchung gewesen.

Die Verschiedenheit der Ausbildungsweisen wechselt nicht allein nach den Fundorten, sondern selbst bei dem gleichen Vorkommen von Stufe zu Stufe, je nach den begleitenden Erscheinungen, wie:

¹ F. Becke: Einfluß der Zwillingbildung auf die Kristallform beim Orthoklas — Mitt. d. Wiener Min. Ges. 1903, p. 195 u. Gipszwillinge v. Bochnia. — T. M. P. M. Bd. XXVI, 1907, p. 133.

H. Gerhart: Über die Veränderung der Kristalltracht von Doppelsulfaten durch den Einfluß von Lösungsgenossen. T. M. P. M. Bd. XXIV, 1905, p. 359.

St. Kreutz: Über die Ausbildung der Kristallform bei Kalzitzwillingen. — Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, math. naturw. Kl. Bd. LXXX 1906, p. 15 (mit sehr ausführlicher Angabe der einschlägigen Literatur).

F. Neugebauer: Die Kristalltracht von einfachen Kristallen und Karlsbader Zwillingen des Orthoklases. T. M. P. M. Bd. XXV, 1906, p. 413.

fremde Minerale, umgebende Gesteine, Gangformen usw. Es ist daher eine große Mannigfaltigkeit der Tracht zu erwarten, was die Aufstellung bestimmter Typen wesentlich erschwert.

Um an einem Materiale, welches speziell die aufgewachsenen Formen zeigt, diese Verhältnisse studieren zu können, wurde der Zinnstein daraufhin eingehender geprüft.

Es gereicht mir zur Freude, an dieser Stelle allen jenen Herren, welche sich in irgend einer Weise der Arbeit förderlich gezeigt haben, meinen wärmsten Dank aussprechen zu können. So hat vor allen Herr Prof. Becke durch seine werktätige Anteilnahme die Untersuchung wesentlich gefördert, wie auch ihm in Verein mit den Herren Prof. Berwerth und Prof. Doelter die Erlaubnis zu danken ist, die den genannten Herren unterstehenden Sammlungen zur Auswahl des Materiales zu benützen. Auch Herr Dr. A. Lechner hat seine umfangreiche Privatsammlung der Benützung überlassen. Endlich verdanke ich Herrn Kustos Dr. R. Koechlin die Mitteilung der Goldschmidt'schen Methode, aus dem gnomonischen Kopfbild kantenrichtige Kristallbilder zu konstruieren.

Methode der Untersuchung.

Bei aufgewachsenen Kristallen ist es nicht immer möglich, Flächenpaare zwischen die Zinken einer Schubleere einzuschalten. Häufig sind die Kristalle so dicht geschart, so sehr mit anderen Mineralen vergesellschaftet, daß auf dem bisher eingeschlagenen, direkten Wege kein Erfolg erzielt werden kann. In vielen Fällen ist es auch unerwünscht, manchmal unausführbar, die Kristalle ohne Verletzung ihrer Form von der Unterlage vollständig abzuheben. Man kann also das Volumen nicht in üblicher Weise bestimmen.

Die hier vorgeschlagene, allerdings umständlichere Methode ist aber immer verwendbar, solange der Kristall allseits zugänglich ist.

Die Oberflächengestalt eines Kristalles ist eine Funktion der Wachstumsgeschwindigkeit in den Flächennormalen, beziehungsweise der Zentraldistanzen.

Denken wir uns ein tetragonales Prisma (110) mit schmalen Endflächen (100). Bleibt die Zentraldistanz 110 unverändert, während die Zentraldistanz 100 wächst, so muß die 100 immer schmaler werden, bis sie unendlich schmal wird, das heißt das Prisma 110 vorne in einer scharfen Kante schließt. 100 und ihre Zentraldistanz sind dann virtuell geworden (Becke). Demnach ist die Form und Dimension einer Kristallfläche abhängig von den Zentraldistanzen sämtlicher den Kristall begrenzender Flächen. Durch Abmessung und Verwertung der Kristallkanten muß ein Schluß auf die Zentraldistanz durchführbar sein. Vielfach genügt schon eine beschränkte Anzahl von Kanten zur eindeutigen Festlegung der Form.

Es ist sofort verständlich, daß bei einem einfach gebauten Kristall mit 100, 110, 101 und 111 für die 100 die Angabe der Länge (Höhe) und Breite zur vollständigen Fixierung genügt. Ebenso bei 110. Auch bei 101 müssen Länge und Breite ausreichen, ohne daß die Kante gegen 111 und 011 (eventuell gegen 110) gemessen würde. Hat man solche Kanten dennoch gemessen, können sie als ausgezeichnete Kontrolle dienen. Die Bestimmung der Flächenbreiten (Abstand bestimmter paralleler Kanten) ist besonders wertvoll. Die Erfahrung hat gelehrt, daß diese Messungsdaten weitaus am verlässlichsten sind und auch am leichtesten ermittelt werden können. Bei Messung mancher Begrenzungskanten kommt es nur zu häufig vor, daß gar nicht jene Kanten ausgebildet sind (durch Verzerrung) welche im Idealfall zu erwarten wären.

Man konstruiert nun mit Hilfe der gemessenen Breiten und Kanten drei charakteristische Schnitte.

1. Der Querschnitt, gleichzeitig Kopfbild, gibt die Zentraldistanzen der Prismenzone. Der Keimpunkt liegt, von komplizierteren Fällen vorläufig abgesehen, in der Mitte der Basis.

2. Schnitt parallel 010 liefert Zentraldistanz 101 und Zentraldistanz 001 mit hübscher Kontrolle bezüglich der Länge von 101.

3. Schnitt parallel 110 gibt Zentraldistanz 111 und Zentraldistanz 001. Dieser erfordert vorher die Zeichnung der 101-Fläche. Die Spitze wird nämlich ausschließlich von 101-Flächen gebildet. In dem 3. Schnitt müssen also die Kanten 101—011 eingetragen werden. Auch muß man die Hilfskonstruktion (101) wegen der nötigen Prismenhöhe von 110 ausführen. Diese ist mit 100 nur dann gleich hoch, wenn

100 und 101 gleich breit sind, was wohl nur ein Ausnahmefall ist. Die 101 ist durch ihre Breite und Länge, wie auch durch die Breite der 100 eindeutig bestimmt.¹

Damit sind die fraglichen Zentralabstände festgelegt.

Nun das Kristallvolumen. Becke setzt den Kristallinhalt gleich einer Kugel, bei aufgewachsenen Kristallen gleich einer Halbkugel. Die durch den Kugelradius dividierten gemessenen Zentralabstände geben dann die relativen Zentralabstände. Sonst pflegt man das Volumen durch Einsenken in Flüssigkeit zu ermitteln, was in unserem Falle ausgeschlossen ist. Der Liebesswürdigkeit des Herrn Prof. Becke verdankt der Verfasser eine sehr einfache Volumbestimmung. Man denkt sich den Kristall in Anwachspyramiden zerlegt. Er zerfällt in so viele Pyramiden als Flächen sind. Die Scheitel liegen alle im Keimpunkt und die Höhen sind nichts anderes als die Zentralabstände. Es genügt also die mit Hilfe der Flächenzeichnungen höchst einfache Ermittlung des Flächeninhaltes der einzelnen Flächen, um unter Beziehung der Zentralabstände das Volumen zu erhalten.

Bei dieser Methode ist alles auf der Genauigkeit der Kanten- und Breitenmessungen aufgebaut. Diese Messungsgenauigkeit erleidet allerdings häufig durch die Ausbildung des Materiales Einbuße. Bei kleinen Kristallen ist naturgemäß die Fehlermöglichkeit größer als bei großen, bei unregelmäßigen bedeutender als bei modellähnlichen.

Die Praxis lehrt bald die Grenze kennen, bis zu der die Genauigkeit getrieben werden kann. Immerhin soll bemerkt werden, daß die Differenz zwischen konstruierten und gemessenen Werten 3% selten, 5% nie überstieg. Die Messungen wurden durchgehends mit einem Steckzirkel und Ablesung an einer Millimeterskala ausgeführt, welche letztere noch leicht $\frac{1}{10}$ mm abzuschätzen gestattete. Entsprechend der möglichen Genauigkeit wurden auch alle mathematischen Hilfen mit einem logarithmischen Rechenschieber ausgeführt.

Bisher wurde stillschweigend vorausgesetzt, daß der Kristall in allen seinen Teilen vollkommen zugänglich und modellgleich ausgebildet sei.

Bezüglich der Befestigung des Zinnsteines kann man sich an den Narben der von der Unterlage abgebrochenen Kristalle überzeugen, daß die außen absteckbaren Kanten tatsächlich den ganzen Kristall geben. Übrindungen mit Chlorit, Steinmark und ähnlichem lassen sich leicht entfernen. Verwachsungen mit anderen Individuen (Zwillingsbildung ausgenommen) verhindern die Messung.

Viel schwieriger zu erfüllen ist die Forderung, nur modellgleiche Kristalle durchzumessen. Man kann sagen, es gibt keinen Kristall, der nicht kleine Unregelmäßigkeiten in der Ausbildung erkennen ließe. Sicherlich wird man sich die regelmäßigsten Kristalle aussuchen, doch muß man auch bei diesen mancherlei Verzerrungen mit in Kauf nehmen. Verzerrungen gesetzmäßiger Art sollen uns in einem späteren Abschnitt beschäftigen.

Zur Ermittlung der Idealform müssen die unvermeidlichen kleinen Unregelmäßigkeiten ausgeschaltet werden. Dies geschieht am einfachsten dadurch, daß man von allen gleichartigen Kanten Mittelwerte berechnet und erst aus diesen Mittelwerten das Kristallbild konstruiert. An dem Volumen wird ja nichts geändert, wenn man einen schief aufgewachsenen Kristall ersetzt durch einen, dessen Basis zur Prismenzone senkrecht steht und durch den Mittelpunkt der alten Basis hindurchgeht. Der Kristall erscheint einfach aufgerichtet. Das erzielt man aber dadurch, daß man von den Höhen aller 100, denen aller 110 usw. das Mittel nimmt. Dabei kann es allerdings vorkommen, daß die so erhaltenen Mittelwerte untereinander nicht recht verträglich sind. Bei geringen Differenzen wird man unter Berücksichtigung der Messungsgewichte einen Ausgleich der Mittelwerte herstellen. Häufig tritt auch eine Form nicht

¹ Alle solche Flächenbilder lassen sich mit geringer Mühe aus der gnomonischen Projektion ableiten, welche überhaupt ausgiebigst verwendet wurde. Bei solchen Zeichnungen geht man von jenen Kanten aus, deren Messung am verlässlichsten erscheint. Dabei gibt dann der Vergleich der übrigen konstruierten Kanten mit den gemessenen eine ganz ausgezeichnete Kontrolle. Bei etwaiger Nichtübereinstimmung der gemessenen und konstruierten Werte wird man die bloß unsicher gemessenen Daten durch die aus den verlässlichen Angaben konstruierten Werte korrigieren (falls der Unterschied nicht zu bedeutend ist).

vollzählig auf, die 101 zum Beispiel mit 3 Flächen statt 4. Die Summe der gemessenen Flächenbreiten muß dann auf die volle Zahl (4) verteilt werden, das heißt man dividiert die Summe der Flächenbreiten immer durch jene Zahl, welche im Idealfall vertreten wäre.

Natürlich bleibt bei solchen Mittelwertsbestimmungen das Volumen nicht absolut unberührt, doch ist die Verschiebung so gering, daß bei der tatsächlich möglichen Genauigkeit die Volumsänderung noch innerhalb der Fehlergrenze liegt. Immer unter der Voraussetzung, daß die Verzerrung keine allzu weitgehende ist, hat man also den wirklichen (Original-)Kristall durch eine ziemlich genau volumsgleiche schematisierte Form ersetzt, welche ausschließlich aus den Mittelwerten konstruiert wird und Schemakristall heißen mag. Die Ermittlung der Zentraldistanzen erfolgt in der vorbeschriebenen Weise durch Konstruktion der drei charakteristischen Schnitte und der dazu nötigen Hilfszeichnungen. Wenn der Schemakristall keine anderweitige Beeinflussung erkennen läßt, also gleichzeitig den modellgleichen Normalfall darstellt, kann er auch als Normalkristall¹ bezeichnet werden.

Erfahrungsgemäß haben nicht zwei Stufen von Zinnerz so ähnliche Kristallisationen, daß man sie in einer Idealform vereinigen könnte. Die größere Mannigfaltigkeit der aufgewachsenen Formen gegenüber den eingewachsenen ist in der außerordentlich wechselnden Beziehung zur Umgebung begründet. Deshalb muß jede Stufe für sich behandelt und von jeder der Idealfall abgeleitet werden. Den Modellkristall, welcher die typischen Trachteigentümlichkeiten der Stufe in sich vereinigt, wollen wir als Tracht bezeichnen.

Sind mehrere Trachten ähnlich, so lassen sich daraus größere Gruppen, sogenannte Trachttypen ableiten.

Alle Details der Methode können zweckmäßig erst bei der Behandlung der einzelnen Stufen zur Darstellung kommen.

Es mag noch betont werden, daß bis auf die unumgänglichsten Rechnungen alles graphisch gelöst wurde. Erstens kann die Genauigkeit nicht weiter getrieben werden, als es die Konstruktion gestattet, und zweitens hat die Konstruktion vor der mathematischen Behandlung die Fülle von mühelos erworbenen Kontrollen voraus.

Die Kristallzeichnungen (Trachtbilder ausgenommen) sind alle im gleichen Maßstabe (10fach vergrößert) ausgeführt und daher direkt vergleichbar. Alle sind dabei kantenrichtig gezeichnet, entsprechen also völlig den Maßen. Nur die Trachtbilder, welche volumsgleiche Kristalle darstellen, sind alle mit den 25fachen relativen Zentraldistanzen konstruiert.

Cornwallis—England.

Im Folgenden kommen einige Cornwaller Trachten zur Darstellung. Die Cornwaller Erze zeichnen sich durch ziemliche Mannigfaltigkeit in der Tracht und durch die Häufigkeit von Einzelkristallen aus. Dadurch war die Möglichkeit gegeben, einige brauchbare Kristalle durchzumessen, ohne einschneidende Korrekturen vornehmen zu müssen.

Zunächst werden Trachten zur Besprechung gelangen, welche von unverzerrten, das heißt nicht wesentlich verzerrten Kristallen abgeleitet wurden.

Ein weiterer Abschnitt ist den auf einem Umwege ermittelten Trachten gewidmet.

In beiden Abschnitten sind die einzelnen Trachten nach zunehmender Zentraldistanz 001 geordnet.

Tracht I.

Cornwall — k. k. naturhist. Hofmuseum, Ab 6736.

Von allen übrigen Cornwaller Vorkommen unterscheidet sich diese Stufe durch das Auftreten der sonst stets fehlenden 001. Die kleine, etwas gewölbte Stufe ist dicht mit mehr minder parallel gestellten

¹ Spätere Besprechungen werden zeigen, daß sich die beiden Begriffe durchaus nicht immer decken.

Kassiteritkristallen besetzt, zwischen denen sich reichlich Quarzkriställchen befinden, dazu winzige Spuren von Eisenkies. Die lebhaft demantglänzenden Erze schwanken in der Färbung zwischen nelkenbraun und honiggelb. Deutliche Schichtung nicht wahrnehmbar.

Diese eng zusammengedrängten, nahezu parallel gestellten Kristalle haben ein auffällig kurzes Prisma, wie es nie mehr beobachtet wurde. Die Kristalle sind sehr regelmäßig gebaut.¹ Verzerrungen traten fast nur am Rand der Druse und auch hier nicht sehr kräftig auf. Nur an einem niedergelegten Kristall trat eine abgeleitete Pyramide (321?) auf. Seine Unzugänglichkeit verhinderte Messungen.

Im allgemeinen machte die Stufe den Eindruck, als hätte sich die Kristallisation langsam und ungestört vollzogen. Heftige Konzentrationsströmungen und Temperaturschwankungen scheinen gefehlt zu haben. Es ist leicht vorstellbar, daß die zwischen zwei nahezu parallelen Kristallkeimen befindlichen Mineralpartikelchen Zeit genug fanden, um sich an dem einen oder anderen Keim orientiert anzulegen. Nachdem jeder Keim ringsum von anderen umschlossen ist, muß der Kristall sehr regelmäßig in die Breite wachsen. Verzerrungen an den nicht allseits umringten Randkristallen sind darnach leicht zu deuten.

Die der Messung sehr hinderliche dichte Anordnung zwang zur Verwendung zweier schwach verzerrter (Rand-)Kristalle. In beiden Fällen verlief die Verzerrung symmetrisch nach einer Zwischensymmetrieebene. Die Erfahrung und die mathematische Behandlung lehrten, daß in diesem Falle die in gewohnter Weise berechneten Mittelwerte untereinander durchaus verträglich sind. Eine derartige Verzerrung ist also praktisch als nicht vorhanden anzusehen.²

An der Stufe wurden beobachtet: 100, 110, 320, 101, 111, 001.

Die 100 ist selten, gewöhnlich bloß eine rundlich abgestumpfte Kante mit Fazetten zahlreicher abgeleiteter Prismen. Letztere nähern sich in ihrer Neigung sehr der 110, weshalb als Konstruktionsmittel 320 angenommen wurde. Die Kantenwinkel in der 101- und 111-Fläche stimmen am besten mit dieser Annahme überein.³ Eine Scheidung in verschiedene 8seitige Prismen war bei der fast kontinuierlichen Wölbung von 110 gegen 100 unausführbar. Die ganze Prismenzone ist vertikal gestreift. Die 101 zeigt eine allerdings schwache Längsriefung, wie es Becke⁴ von böhmischen Erzen beschrieb. Bei dem zweiten gemessenen Kristall (Taf. Fig. 2) sah man auf der 101 eine genau zur Kante von 111 symmetrisch liegende ausgeprägte Linie, welche sich in analoger Weise auf der $0\bar{1}1$ fortsetzte. Man gewann dadurch den Eindruck, als wäre auf die $1\bar{1}1$ noch eigens ein dreiseitiger Pyramidenstumpf aufgesetzt.

Die 001 ist zwar ihrer Lage, nicht aber ihrer Ausbildung nach als Fläche anzusehen. Sie ist rauh, gibt keinen einheitlichen Reflex, liefert aber den schon von Becke beschriebenen Lichtschimmer, welcher der Lage nach einer 111 entspricht. Die ganze Fläche ist mit Hügelchen besetzt, welche vermutlich von 111-Flächen gebildet werden, so als hätte infolge Materialmangels der Kristall seinen Bau gegen oben nur notdürftig geschlossen.

Aus den Messungsdaten wurden die Schemakristalle abgeleitet. In Taf. Fig. 1 und 2 sind zunächst die Originalkristalle und bei 1 b der zu 1 gehörige Schemakristall abgebildet.

¹ Die große Regelmäßigkeit und gleichzeitig Kurzsäuligkeit dichtgedrängter, nahezu parallel aufsitzender Kristalle ist häufig zu beobachten (Amethyst). Je lockerer die Angliederung, je verschiedener die Wachstumsrichtungen, desto unregelmäßiger im allgemeinen ihr Bau.

² In der Folge werden wir sehen, daß die Verträglichkeit der Mittelwerte bei Verzerrungen anderer Art nicht zu erreichen ist. Diese müssen anders behandelt werden.

³ Eine goniometrische Messung war durch die Unmöglichkeit, Kristalle unbeschädigt abzulösen, ausgeschlossen. Es wurden von 101 und 111 Wachsabdrücke genommen und die Kantenwinkel unter dem Mikroskop ausgemessen. Aus dem mit Hilfe der gnomonischen Projektion konstruierten Flächenbild von 101 und 111 läßt sich leicht 320 als jenes Prisma bezeichnen, welches seiner Lage nach die größte Ähnlichkeit gegenüber den Messungsdaten aufweist.

⁴ F. Becke: Über die Kristallform des Zinnsteines. T. M. P. M. 1877, p. 243.

Bei der konstruktiven Behandlung macht das Dazwischentreten der 320 einige Schwierigkeiten. Von dieser Fläche wurde nur die Breite gemessen. Die Kanten gegen 101 und 111 sind unverlässlich, die Höhe ist durch 100 und 110 gegeben. Die Hilfskonstruktion der Bilder von 101, 320, eventuell 111 geben die für die drei Hauptschnitte nötigen Daten. Bezüglich der Umgrenzung der 001 erhält man im ersten Falle zwei Mittelwerte, den der Kante 001 gegen 101 und jenen der Kante gegen 111. Da der erstere mit der Breite von 101 nicht übereinstimmt, muß eine kleine Ausgleichskonstruktion eingeschoben werden, um die 001 nicht zu tief in den Kristall einzubetten.

Nach Ausfertigung der Hilfskonstruktionen wurden aus den drei charakteristischen Schnitten die Zentraldistanzen abgesteckt.

Zur Bestimmung der relativen Zentraldistanzen sollte man nun von jedem Kristall das Volumen bestimmen. Die Becke'sche Methode ist zwar einfach aber zeitraubend. Hat man sich einmal dazu entschlossen, an Stelle des Originales den Schemakristall zu setzen, dann kann man auch alle gemessenen Zentraldistanzen nach einem bestimmten Maße reduzieren. Am einfachsten ist es, die Zentraldistanz $110 = 1$ zu setzen, das heißt alle Zentraldistanzen durch die Zentraldistanz 110 zu dividieren.¹ Die so erhaltenen Werte wollen wir die »reduzierten Zentraldistanzen« nennen. Will man nun mehrere Kristalle vereinigen, so berechnet man für jeden die reduzierten Zentraldistanzen, Zahlenreihen, welche alle auf die gleiche Zentraldistanz 110, nämlich $= 1$, umgerechnet sind. Von diesen vergleichbar gemachten Zentraldistanzen nimmt man dann die Mittelwerte und erst mit diesen mittleren reduzierten Zentraldistanzen wertet man nach der Becke'schen Methode das Volumen aus. Man hat dabei den Vorteil, das Volumen bloß einmal bestimmen zu müssen.

Die gemessenen und reduzierten Zentraldistanzen sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Gemessene Zentraldistanzen in <i>mm</i>		Indices der Kristallflächen	Reduzierte Zentraldistanzen		Mittel	Indices der Kristallflächen	Relative Zentral- distanzen
1	2		1 reduziert mit Zentraldistanz $110 = 2 \cdot 935$	2 reduziert mit Zentraldistanz $110 = 2 \cdot 365$			
3·895	3·22	100	1·33	1·36	1·345	100	1·137
2·935	2·365	110	1	1	1	110	0·846
3·31	2·705	320	1·13	1·14	1·135	320	0·960
3·45	2·59	101	1·18	1·10	1·140	101	0·965
3·34	2·68	111	1·14	1·13	1·135	111	0·960
3·53	2·925	001	1·20	1·24	1·220	001	1·032

Die letzte Zahlenreihe wurde aus den mittleren reduzierten Zentraldistanzen nach Auswertung des zugehörigen Volumens berechnet; Tracht I. (Taf. Fig. 3.)

Diese Zahlenfolge ist besonders dadurch interessant, daß sie wie bei keinem anderen Cornwaller Erz mehr sich der Idealgestalt, das heißt der völligen Gleichheit der Zentraldistanzen nähert. Soweit es die ebenen Kristallflächen gestatten, ähnelt die Tracht einer Halbkugel, die Flächen sind nahezu im Gleichgewicht. Wir nennen Kristallflächen dann »im Gleichgewicht«, wenn sie gleiche Zentraldistanzen besitzen.

¹ Die Zentraldistanz 110 wurde deshalb gewählt, weil 110 an den Zinnerzen nie fehlt, demnach immer zum Vergleich herangezogen werden kann.

Tracht II.

Dalcoak Mine — Miner. petrogr. Institut der Universität Wien, 8468.

Die Zinnsteine dieser Stufe sind teilweise in rostiger, chloritischer Masse eingesenkt und sitzen auf dem für Cornwall so charakteristischen dunkelgrünen (turmalinisierten?) Ganggestein. Quarz fehlt vollständig. Bezeichnend ist das kräftige Hervortreten der 321 bei niedrigem Prisma. Die Bezeichnung »Nadelzinn« ist nicht glücklich gewählt. Die Kristalle sind dunkel schwarzbraun ohne deutliche Zonarschichtung.¹ Die normal aufgewachsenen Kristalle sind in Chloritmasse tiefer eingesenkt als die schief liegenden. Von Zwillingbildung konnten nur Spuren gefunden werden. Bezeichnend ist auch, daß trotz der mannigfaltigsten Lagerung keine wesentlichen Verzerrungen auftreten.

Da die Kristalle nicht allseits zugänglich waren, konnte nur ein Individuum vollständig durchgemessen werden.

Zu beobachten waren: 110, 320, 101, 111, 321. Die 320 und 321 bilden die charakteristischen parallel 001 verlaufenden Kanten. 110 war bei den normal aufsitzenden Kristallen regelmäßig als mehr minder schmale Fläche entwickelt. Bei schief liegenden Individuen konnte sie gelegentlich durch Überwuchern der 320 an der freien Oberfläche verschmälert oder verdrängt werden. Trotz dieser Verzerrung zeigten sich die Kopfflächen in ihrer Form ungestört, ein sicheres Merkmal für die Bedeutungslosigkeit der Verschiebung von 110. Auf die besonders geringe Empfänglichkeit dieser Tracht gegenüber verzerrenden Einflüssen wollen wir in anderem Zusammenhange zurückkommen.

Stellenweise erkennt man an Stelle der 110 eine seichte Rinne (Kombinationsbildung von 320 und 230) eigentlich aus mehreren parallelen Rinnen zusammengesetzt.² Für die Konstruktion wurde diese Bildung vernachlässigt und eine kontinuierliche 110 angenommen.

Die vertikal gestreifte Prismenzone ist meist chloritisch überrindet, die Pyramiden immer frei; eine für Cornwaller Erze häufige Erscheinung.

Taf. Fig. 4 gibt ein Bild des untersuchten Kristalles. Für die Konstruktion des zweiten und dritten Schnittes ist die Länge der scharfen ($321-3\bar{2}1$) und stumpfen ($321-231$) Kanten von 321 erforderlich. Erstere sind vielfach »gefälscht« (vgl. Taf. Fig. 4), also unverlässlich, dagegen liefern die stumpfen Kanten vorzügliche mit den Daten für 101 und 111 verträgliche Mittelwerte. Aus diesen werden die scharfen Kanten der 321 rekonstruiert.

Am schwierigsten war die Ermittlung der Prismenhöhe. Um sicher zu gehen, wurde der dargestellte schief liegende Kristall verwendet, der auch noch Flächen der Unterseite zeigte. Dafür waren die rückwärtigen Kopfflächen nicht ganz vollständig. Der Kristall bleibt im wesentlichen ungeändert, wenn man die untere Hälfte abtrennt und zur Ergänzung der oberen Hälfte verwendet, das heißt, die Prismenhöhe des vertikal aufgerichteten Kristalles ist die Hälfte der längsten Prismenkante.

Wird dieses Umklappen der unteren Hälfte ausgeführt, dann erhält man den Ring der 321-Flächen in ziemlich normaler Ausbildung. Die 111-Flächen brauchen keine Ergänzung, sie sind vollständig regelmäßig. Die rückwärtige Begrenzung lieferte mit den Kopfflächen Schnitte, die auf eine $\bar{1}10$ und $3\bar{2}0$ schließen ließen.

Die Behandlung erfolgt wie gewöhnlich durch Konstruktion der drei Hauptschnitte. Schwierigkeiten macht bloß die Bestimmung der Zentraldistanz 321. Zu diesem Zwecke ist ein Schnitt $\parallel 320$ nötig, da 320 und 321 in einer Vertikalzone liegen. Natürlich muß erst konstruktiv die für diesen Schnitt gültige Prismenhöhe erschlossen werden.

In der folgenden Tabelle wie auch sonst werden alle virtuellen Zentraldistanzen, wie auch alle virtuellen Flächen durch eine Klammer () kenntlich gemacht.

¹ Hier wie im vorigen Falle ist deshalb die Schichtung natürlich nicht ausgeschlossen. Vielleicht, daß Querschnitte davon etwas erkennen ließen.

² Vgl. Becke's Beschreibung der 101 von böhmischen Erzen mit ihrer Rinnenbildung durch 111 und $\bar{1}\bar{1}1$.

Gemessene Zentraldistanzen in mm		Relative Zentraldistanzen
(1·35)	(100)	(0·946)
1·10	110	0·770
1·14	320	0·798
1·92	101	1·345
1·80	111	1·261
1·50	321	1·051
(2·26)	(001)	(1·584)

Um auch noch zu prüfen, welchen Einfluß das völlige Verschwinden der 110 auf die Zentraldistanzen ausübt, wurden 320 und 230 zum Schnitt gebracht (110 virtuell). Die Zentraldistanzen steigt dabei von 1·1 auf 1·15. Der Unterschied ist so gering, daß man noch keinen Anstand nehmen dürfte, beide Zahlen in einem Mittelwerte zu vereinen. Die Verzerrung ist also bedeutungslos.

Es muß aufmerksam gemacht werden, daß erstens der gemessene Kristall eine auffallend schmale 101 trug und zweitens die Ermittlung der Prismenhöhe aus einer Messung eine Kontrolle wünschenswert machte.

Da die vollständige Durchmessung eines zweiten Kristalles nicht ausführbar war, riet Herr Prof. Becke dazu, wenigstens teilweise Messungen vorzunehmen und diese dann zu vereinen. Das läßt sich in folgender Weise ausführen. An mehreren Kristallen waren die Köpfe gut entwickelt, das Prisma versenkt. Die Mittelwerte der an einem Kristall gemessenen Längen und Breiten der [101] stehen in einem bestimmten Verhältnis.¹ Setzt man die Breite zum Beispiel = 1, dann gibt die Verhältniszahl direkt die zugehörige Länge der 101. Der gemessene Kristall zeigte die Verhältniszahl 11·75 (Länge 101: Breite 101 = 11·75 : 1). Andere dagegen lieferten 6·37, 3·0, 3·3. Als Mittel dieser Verhältniszahlen resultiert $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}} 101 = 6·105$. An dem Trachtkristall muß also die 101 so konstruiert werden, daß sie diesem Verhältnis entspricht.

Ähnlich so die Kontrolle der Prismenhöhe. Als maßgebend wurde das Verhältnis der Kante 320—110 (beziehungsweise 320—230) zu der Breite der 320 angesehen. 320 mußte aber hierbei oben und unten

Relative Zentraldistanzen		
unkorrigiert		korrigiert
(0·946)	(100)	(0·866)
0·770	110	0·706
0·798	320	0·732
1·345	101	1·444
1·261	111	1·329
1·051	321	1·046
(1·584)	(001)	(1·669)

¹ Um sicher zu gehen, müssen immer alle 4 Flächen an einem Kristall durchgemessen und in einem Mittelwert vereinigt werden, damit man gelegentlichen Unregelmäßigkeiten ausweicht. Dadurch wird aber die Zahl der zu solchen Messungen (Kontrollen) tauglichen Kristalle sehr eingeschränkt.

gekantet (doppeltendig) sein. Die analog gewonnene mittlere Verhältniszahl war 3·002 oder, da nur die halbe Prismenhöhe verwendet wird, 1·501.

Durch die am Kristall gegebene 320-Breite ist die Prismenhöhe, durch die 101-Länge die Breite der verwendeten Pyramide festgelegt. Die anderen Flächen müssen dementsprechend korrigiert werden.

Das Volumen des mit Korrektur versehenen Kristalles wird nun ermittelt und die relativen Zentraldistanzen der Tracht II bestimmt. (Taf. Fig. 5.— Vgl. die Tabelle auf der vorhergehenden Seite.)

Tracht IIIa.

Cornwall — k. k. naturhist. Museum Wien, *A_q* 33.

Auf und mit Quarz sind prächtige, scharf ausgebildete Kristalle der Stufe aufgewachsen. Chloritische Beimengungen sind in geringer Menge vorhanden. Die Größe der einzelnen Individuen schwankt von 0·5 *cm* bis zu verschwindenden Formen. Auch die Färbung ist nicht einheitlich und erinnert an Tracht I, doch kann man hier deutlich zonenweisen Farbenwechsel sehen. Meist ist ein ziemlich schwarzbrauner Kern mit kräftiger Verbreiterung in der Region der Pyramiden von einer helleren Hülle umschlossen.

Sehr auffallend waren die Größenunterschiede je nach der Stellung, welche die Kristalle gegenüber der Unterlage einnehmen. Die wenigen normal aufgewachsenen Individuen waren klein, scharf geschnitten und langsäulig. Die schief aufsitzenden Kristalle zeigten heftige Wachstumsunregelmäßigkeiten, waren bedeutend voluminöser und kurzsäulig. Dieser sehr auffallenden und gesetzmäßig ausgebildeten Erscheinung soll in der Folge noch ein eigenes Kapitel gewidmet werden (Tracht IIIb). Vorläufig kommen nur die an unverzerrten Kristallen vorgenommenen Messungen zur Darstellung.

Beobachtete Flächen 100, 110, 320, 101, 111.

Die 100 sehr schmal oder fehlend (siehe den abgebildeten Kristall Taf. Fig. 6). Ist sie ausgebildet dann ist sie immer tadellos scharf und glänzend. Prismenzone vertikal gestreift und gewölbt. Der Reflex der 320 war immer in einen ganzen Lichtstreifen ausgezogen. Ein der 210 entsprechender Reflex konnte manchmal wahrgenommen werden. Eine wirkliche Messung mußte wegen der Unmöglichkeit, die 210 von der 320 abzugrenzen, wie auch wegen der besonderen Schmalheit unterbleiben.

Im ganzen wurden zwei schöne, verzerrungslose Kristalle vollständig durchgemessen, die »reduzierten Zentraldistanzen« bestimmt (Tracht I), aus deren Mittel das Volumen berechnet und daraus die relativen Zentraldistanzen der Tracht IIIa abgeleitet.

Das Mittel der reduzierten Zentraldistanz 100 erweist sich in der Konstruktion als virtuell.

Gemessene Zentraldistanzen in <i>mm</i>			Reduzierte Zentraldistanzen		Mittel		Relative Zentral- distanzen
1	2		1	2			
1·80	(1·60)	100	1·30	(1·32)	(1·31)	(100)	(0·762)
1·40	1·21	110	1	1	1	110	0·581
1·51	1·33	320	1·08	1·10	1·09	320	0·634
3·71	3·42	101	2·65	2·82	2·735	101	1·590
3·44	3·08	111	2·46	2·51	2·485	111	1·445
—	—	(001)	—	—	(3·2)	(001)	(1·861)

Tracht IV.

Cornwall — Mineral. Institut der Universität Wien, 3419.

Quarz fehlt wieder vollständig. Mehrere dünne Erzadern durchsetzen das dunkelgrüne Gestein. Chloritische Beimengungen begleiten die glänzend schwarzbraunen, spitz zulaufenden Kriställchen, welche hier den Namen »Nadelzinn« voll verdienen. Die Kristalle sind in ihrer Lage außerordentlich stark divergierend. Die Ähnlichkeit des Erzvorkommens mit Tracht II ist recht bedeutend.

Die nur an den Kanten schwach braun durchschimmernden Kristalle verraten keinen Schichtenbau. Man konnte die Andeutung von Zwillingsbildungen und häufiges Auftreten von Kristallstöcken beobachten. Letztere waren meist ganz oder teilweise niedergelegt, am Kopf scheinbar abgebrochen. In Wirklichkeit besteht der Kopf aus einer großen Menge dicht nebeneinander gestellter, spitzer Pyramiden, die Enden der im Stock vereinigten Einzelindividuen. Gleichzeitig trat am Stock ein unsicher begrenztes, gewölbtes, 8seitiges Prisma (320?) auf, welches sich als die typische Notfläche¹ (Becke) dokumentierte. Die einzelnen Kristalle, ja selbst die Zwillinge zeigten dieselbe Unempfindlichkeit gegen deutliche Verzerrungen,² wie dies schon bei Tracht II hervorgehoben werden mußte. Die sonst nie fehlende Wachs-
tumszunahme im stumpfen Winkel der Zwillinge (in der gemeinsamen Molekularrichtung), auf die seit Becke in den eingangs zitierten Arbeiten so oft hingewiesen wurde, fehlt hier. Es konnte also selbst ein Zwillingsteil ungehindert der Messung unterzogen werden. Dazu war man allerdings gezwungen, da die anderen in tiefen Mulden sitzenden Kristalle nicht allseits zugänglich waren.

Der gemessene Zwillingsteil war ziemlich normal aufgewachsen, die andere Hälfte niedergelegt und durch Bruch beschädigt. Der etwa 0·3cm hohe aufrechte Teil war auffällig regelmäßig und wie alle Kristalle der Stufe sehr flächenarm. (110, 111, 321.) Nicht genug, daß 100 und 001 fehlen, hier wurde auch 101 virtuell.

Die vertikal gestreifte 110 bildet mit 321 schwach gekrümmte Kanten, besonders bei dem Zusammenstoß der 321 — 231. Rinnenbildung an dieser Stelle wie in Tracht II. Auch hier wurde die seichte Rinne vernachlässigt und 110 als kontinuierliche Fläche angesehen.³

Die Messung war Lupenarbeit.

Die Ermittlung der relativen Zentralabstände erfolgt genau nach Muster des bei Tracht II Gesagten (unkorrigierte relative Zentralabstände).

Die Betrachtung anderer Kristalle derselben Stufe zeigte, daß der gewählte Kristall verhältnismäßig ungewöhnlich große 111-Flächen trug. Um die Tracht wirklich als den Idealfall hinstellen zu können, mußte auf die im allgemeinen schärfere Spitzenbildung Rücksicht genommen werden. Am einfachsten ist die Benützung der 321, welche durch Verschiebung der 111 sehr stark ihre Form ändert. Da nur die Messungen an den stumpfen Kanten (321—231) verlässlich sind, werden diese mit der Kante 321—111 verglichen. Während dieses Verhältnis (Kante 321 — 111 = 1) bei dem gemessenen Kristall = 2·94 war, gibt der Mittelwert mehrerer am Kopf durchgemessener Kristalle in Verbindung mit dem ersten die Verhältniszahl 6·283. Die Prismenhöhe erforderte keine Korrektur, da auch andere Kristalle die gleichen Verhältnisse zeigten.

Nach entsprechender Korrektur der 321-Fläche und Volumsauswertung erhält man die korrigierten relativen Zentralabstände, welche die Tracht IV kennzeichnen sollen. Das Trachtbild ist im üblichen Maßstab in Taf. Fig. 7 dargestellt.

¹ F. Becke: Ein Beitrag zur Kenntnis der Kristallformen des Dolomit. T. M. P. M. Bd. X. 1889, p. 135.

² Verzerrungen waren nie ausgeschlossen, aber weder kräftig noch gesetzmäßig.

³ Diese Rinnenbildung genau im Zusammenstoß der 321—231 ist eine an den Cornwaller Erzen außerordentlich häufige Erscheinung.

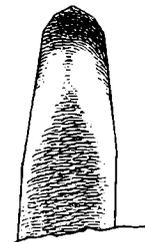
Gemessene Zentraldistanzen in <i>mm</i>	Relative Zentraldistanzen		
	unkorrigiert		korrigiert (Tracht IV)
(1·1)	(0·832)	(100)	(0·815)
0·775	0·590	110	0·574
(2·375)	(1·805)	(101)	(2·015)
2·2	1·676	111	1·778
1·32	1·004	321	0·978
(2·86)	(2·177)	(001)	(2·310)

Tracht V.

Cornwall — Mineral. Institut der Universität Wien, 3421.

Die Ähnlichkeit mit der eben beschriebenen Druse wäre sehr groß, wenn nicht hier wieder Quarz eine Rolle spielte. Auch hier ist an den nadelspitzigen Kristallen keine Spur einer deutlichen Verzerrung zu sehen, Zwillinge scheinen zu fehlen. Die besondere Schärfe der Nadeln ist durch das Auftreten einer sehr steilen Pyramide bedingt. Bei scharfem Lichte zeigen die Kriställchen meist einen dunkleren Kern, eine hellere, bernsteingelbe Umhüllung und an der Spitze nochmals eine dunkle, aufgesetzte Kappe, welche nicht selten mit dem innersten Teil durch einen dünnen Strang verbunden ist. (Fig. 1.) Bei den Cornwall

Fig. 1.



Erzen ist in der Regel wechselnde Schichtfärbung mit dem gleichzeitigen Auftreten von Quarz verknüpft. Tracht II und IV sind vorzügliche Gegenproben.

Man kann auch an anderen Stufen häufig beobachten, daß sich Quarz gerne in der Nähe der heller gefärbten Kristalle befindet. Stoßen hellere Zonen des Erzes und Quarz aneinander, so tritt von keiner Seite eine Umwachsung ein, beide dürften die gleiche Kristallisationskraft haben. Dagegen scheint bei Abscheidung der dunklen Kappe des Zinnsteines der Quarz sein Wachstum eingestellt zu haben; denn er wird vom dunklen Zinnerz umwachsen. Besonders klar sind die Verhältnisse, wo winzige doppelendige Quarzsäulchen quer auf die Nadelspitze des Zinnsteines aufgesetzt sind. Solche Säulchen dürften bei dem Wachstum der helleren Zone einfach vorgeschoben worden sein. Sobald aber die dunkle Schichte sich abzusetzen beginnt, bleibt der Quarz liegen und wird von der dunklen Zone wie in einer Gabel umfaßt. Mit aller gebotenen Vorsicht ließe sich daraus der Schluß ziehen, daß bei den Cornwall Erzen die hellen Zinnsteine und jene mit hellen Zonen ihre Ausbildung der gleichzeitigen Abscheidung von Quarz verdanken.

Die Kleinheit der Kristalle und ihre sehr unregelmäßige Lagerung ließ einen einzigen (den größten) Kristall zur Messung gelangen. Übrigens waren alle Individuen von überraschender Ähnlichkeit, so daß auch ein Kristall zur Feststellung der Tracht genügt. Auch hier war die Messung Lupenarbeit (5 *mm* Höhe, 1·5 *mm* Breite). Beobachtet wurden 110, 320, 101, 111, 771. Um die Indizes der letzten Fläche zu ermit-

teln, wurde diese sehr steile Pyramide unter dem Mikroskop eingestellt und die Winkel der Kanten 320—110 und 110—230 auf ihr gemessen. Die Werte waren 131° und 130° . In Frage konnten nur 551 oder 771 kommen. Erstere würde 138° , letztere 128° verlangen. Die fragliche Fläche nähert sich also am meisten der 771.

Die schlechte Übereinstimmung der gemessenen und berechneten Winkel rührt von der außerordentlich schlechten Entwicklung der Fläche her. Beigegebene Skizze (Fig. 2) zeigt das Aussehen der »Fläche« unter dem Mikroskop. Die Kanten sind schwach gekrümmt, die Fläche selbst mulmig, gewölbt, sehr unruhigen Charakters. Stellenweise erscheint sie geflossen, an anderen Stellen beobachtet man Treppenbildungen durch 321 und 231. Man wird lebhaft an die Hauy'schen Dekreszenzen gemahnt und erkennt alle Merkmale einer typischen »Notfläche«. (Becke, l. c.)

Die hier beschriebene Erscheinung ist förmlich ein Schulbeispiel zu jenen Auseinandersetzungen, welche Becke¹ vor kurzem derartigen Flächen widmete. Von solchen Flächen kann keine absolute Übereinstimmung mit der Flächenlage der 771 gefordert werden.

Bei dem Zusammenstoß der 321—231 trat die oft erwähnte Rinne, diesmal auf der 771, wieder auf.

Die mit 771 identifizierte Notfläche machte bei Bestimmung der Zentraldistanzen keine wesentlichen Schwierigkeiten.

Die »Tracht V« kommt in Tafel Fig. 8 zur Abbildung.²



Fig. 2.

Gemessene Zentraldistanzen in <i>mm</i>		Relative Zentraldistanzen
(1·085)	(100)	(0·634)
0·845	110	0·494
0·90	320	0·526
4·44	101	2·590
4·20	111	2·450
2·24	321	1·309
1·50	771	0·875
(5·20)	(001)	(3·040)

Tracht VI.

East Pool — Mineral. und petrogr. Institut der Universität in Wien.

Hier erscheint der Nadeltypus zum Extrem getrieben. Es ist leicht verständlich, daß nicht eine Häufung von Pyramiden, sondern eine ungewöhnliche Prismenlänge derartige Nadeln veranlaßt.

Die Druse ist sehr klein. Auf wechselnder Unterlage von derbem Quarz und dunkelgrüner Gangmasse sitzen zierliche Quarzsäulchen, etwas milchig angeätzt. Dazwischen befinden sich die Zinnstein-

¹ F. Becke: Bemerkungen über krumme Kristallflächen. T. M. P. M. 1907, p. 403.

² Die gleiche Tracht fand sich auch auf einer Stufe aus der Schausammlung des Mineral. Institutes der Universität in Wien und des k. k. naturhistorischen Hofmuseums E 4538. Die kontinuierliche Wölbung der Prismenzone gestattete keine Scheidung der 110, 320, eventuell 210. Dies und die geringe Zugänglichkeit der Einzelkristalle ließ jede messende Behandlung aussichtslos erscheinen.

kristalle. Die Färbung zeigt schichtenweisen Wechsel. (Quarz als Begleiter!) Der dunkle Kern ist eigentümlich spindelig angelegt und sieht aus, als ob während der Abscheidung häufig Änderungen im Verhältnis von Zinnstein und Quarz eingetreten wären, wodurch die hellere Hülle bald mehr, bald minder zur Ausbildung kam. (Fig. 3.) Infolge der ziemlichen Breite der lichter Zone erhalten die Kristalle im allgemeinen einen nicht zu dunklen braunen Farbenton.

An einer Stelle befindet sich ein größerer Zwillingstock, der die bekannte Wachstumszunahme im stumpfen Winkel unzweideutig erkennen läßt. An einer Seite des Hauptstockes ist eine Reihe kammartig

Fig. 3.



angeordneter, winziger Zwillingkriställchen zu sehen. Die komplizierte Zusammensetzung des Stockes verhinderte nähere Messungen.

Gemessen wurde ein allerdings sehr typischer Kristall (Lupenarbeit). An seinem Fuße zeigte sich noch der Ansatz anderer Säulchen, ohne daß aber eines davon in Zwillingstellung zum Hauptindividuum gestanden hätte. Das erkannte man an dem absoluten Mangel der an anderen Kristallen der Druse sichtbaren Verzerrung.

Gegenüber der Tracht V war die Größe und Glätte der 110 auffällig, obwohl auch hier die Abgrenzung gegen die 321 schwache Krümmungen zeigte. Am verlässlichsten war die Messung der 101 und 111.

Die Behandlung schließt sich an das bei Typus II oder IV Gesagte an.

Gemessene Zentraldistanzen in <i>mm</i>		Relative Zentraldistanzen
(0·735)	(100)	(0·608)
0·525	110	0·434
3·4	101	2·810
2·96	111	2·448
1·87	321	1·546
(3·975)	(001)	(3·285)

»Tracht VI« kommt in Taf. Fig. 9 volumsgleich mit den übrigen zur Darstellung.

Interessant ist die total veränderte Tracht gegenüber Tracht IV, obwohl (bis auf 101) dieselben wenigen Flächen in beiden Fällen auftreten.

Gesetzmäßige Verzerrungen und ihre Verwertung.

Unter »gesetzmäßigen Verzerrungen« verstehen wir jene, welche sich in ihrer Ausbildung bestimmten Symmetrierichtungen des Kristalles anschließen und in ihrem Auftreten Beziehungen zur Lage des Kristalles, das heißt zu seiner nächsten Umgebung erkennen lassen.

Bei aufgewachsenen tetragonalen Kristallen können nur zwei Arten symmetrischer Verzerrung auftreten. Entweder der verzerrte Kristall ist symmetrisch nach einer Nebensymmetrieebene (zum Beispiel

|| 010) oder nach einer Zwischensymmetrieebene (|| 110). In beiden Fällen erhält das Individuum eine pseudomonokline Symmetrie.¹ Der zweite Fall ist der weitaus einfachere. Das Prisma verzerrt sich zu rechteckigem Querschnitt, die 111 zeigt eine kleine, zwei mittlere und eine große Fläche. Rechnung wie Konstruktion ergeben (vgl. Tracht I), daß die auf gewöhnlichem Wege gewonnenen Kantenmittelwerte den Einfluß der Verzerrung durchaus unschädlich machen und untereinander wie bei einem Modellkristall unbedingt verträglich sind. Dieser Fall ist also praktisch ausgeschaltet.

Die Verzerrung nach einer Nebensymmetrieebene aber ist die typische Begleiterscheinung bei Zwillingen, sofern das Prisma nicht zu sehr von der Pyramide verdrängt ist. Dabei entspricht die Verzerrungssymmetrale immer der Frontalebene² des Zwillings, die im Wachstum vermehrte Seite liegt im stumpfen Winkel, bei Austritt der zweiten Bissektrix. Becke hat schon in seiner Arbeit über den Dolomit (l. c.) auf die Wachstumsbeschleunigung in der gemeinsamen Molekularrichtung des Zwillings hingewiesen und die seither als gültig angenommene und mehrfach überprüfte Erklärung für diese Erscheinung gegeben. Wir wollen sie als Zwillingsverzerrung bezeichnen.

Es ist nun gewiß interessant, daß eine ganz gleiche Verzerrung mit all ihren typischen Merkmalen auch auftritt, wenn ein Einzelkristall mit seiner Hauptachse zur Unterlage geneigt ist und die 010 auf der Unterlage ungefähr normal steht. Eine derartige am Einzelindividuum auftretende Verzerrung (|| 010) soll als »Lagenverzerrung« bezeichnet werden.

Nachdem im letzteren Falle (Beschränkung auf ein Individuum) die Verhältnisse leichter überblickbar sind, wollen wir von den an lagenverzerrten Kristallen beobachteten Wachstumsverschiebungen ausgehen.

Die Verzerrung verrät sich durch den Umriß der 111-Flächen. Die vier Flächen³ sind bloß paarweise gleich. Die zwei kleinen Flächen liegen im spitzen Winkel gegen die Unterlage, die zwei großen im stumpfen, an der Seite der freien Oberfläche. Die Länge des Prismas ist im spitzen Neigungswinkel gering, manchmal gleich Null, an der freien Seite dagegen sehr bedeutend, ohne daß Flächen der Unterseite sichtbar werden.⁴ Beziehungen eventuell auftretender 320 und 100 zu dem spitzen oder stumpfen Neigungswinkel lassen sich nicht konstatieren.

Das gewöhnlich bedeutend größere Volumen lagenverzerrter Kristalle beweist eine wirkliche Wachstumsbeschleunigung, genau entsprechend jener im stumpfen Winkel der Zwillinge. Das prägt sich im Schichtenbau aus. Der dunkle Kern ist meist so gelagert, daß er genau der durch die Spitze gehenden Hauptachse des Kristalles entspricht. Die lichtere Hülle dagegen ist im spitzen Neigungswinkel sehr schmal, im stumpfen Winkel am breitesten. Man erkennt also an der Seite der freien Oberfläche unzweifelhaft einen fremden Zuwachs. Würde diese am Prisma unverkennbare Wachstumszunahme in ganz gleicher Weise auch an den Pyramiden auftreten, dann könnte äußerlich die Verzerrung nicht sichtbar werden. Gerade die außerordentlich stark verzerrte Form der 111 ist ein Beweis dafür, daß die Pyramiden im Wachstum nicht beeinflußt werden, demnach absolut oder nahezu völlig — »unempfindlich« sind gegen Verzerrung. Daher liegt auch im verzerrten Kristall die Pyramidenspitze genau in der Richtung der Kernspindel.

Die Zone der Pyramiden (010—111—101) und jene der Prismen (010—110—100) verhalten sich gegenüber verzerrenden Einflüssen grundverschieden. Während wir erstere als die unempfind-

¹ Der Typus IV, den Lacroix in seiner Mineralogie de la France (Paris, Beranger 1901) bezüglich französischer Zinnsteine angibt, ist eine nach 010 verzerrte Doppelpyramide (111). Auch er betont den monoklinen Habitus.

² Für die bei Zwillingen gebrauchten Ausdrücke (Frontalebene usw.), vgl. Kreuz, l. c.

³ Der Kristall muß in einer scharfen Spitze schließen. Ist dieses Merkmal nicht vorhanden, dann ist die Verzerrung unsymmetrisch. Solche Kristalle sind absolut unbrauchbar.

⁴ Treten solche auf, dann ist die Bestimmung der Prismenhöhe nach der früher angegebenen Art (Tracht II) möglich. Doch ist es besser, verzerrte Kristalle, welche sehr geneigt liegen, von der Messung auszuschalten, da sie zu wenig zugänglich sind.

liche Zone bezeichnen mußten, ist die Zone der Prismen im höchsten Grade gegen Verzerrungen »empfindlich«.

In diesem Zusammenhange ist es interessant, daß überall dort, wo die Pyramiden herrschen (Tracht II, IV, V), die Verzerrungen fehlen, wo dagegen das Prisma mehr zur Geltung kommt (Tracht III, VI, VII, VIII), Lagen- und Zwillingsverzerrung die Regel bilden.

Der seltsame Schichtenbau macht den Eindruck, als ob, um ein grobes Bild zu gebrauchen, mit Ausbildung des dunklen Kernes samt Pyramidenspitze der eigentliche, der Norm entsprechende Kristall vollendet wäre und erst nachträglich, einseitig, ausschließlich auf den Prismen ein nicht dazugehöriger Mantel zum Ansatz käme. Wir wollen jenen Idealkristall, der nach Ablösung der einseitigen Wachstumszunahme aus dem ganzen Kristall sich herauschälen läßt, als den »Normalkristall« bezeichnen.¹ Dieser ist volumskleiner. Immer unter dem Eindruck der beschriebenen Erscheinungen wurde bei lagen- und zwillingsverzerrten Kristallen der Keimpunkt in der durch die Spitze gehenden Hauptachse des Kristalles liegend angenommen, und zwar bei lagenverzerrten Individuen in der Basis, bei zwillingsverzerrten in der Zwillingssebene liegend.

Durch die Herauslösung des »Normalkristalles« könnte direkt die Wachstumsänderung zur Darstellung gelangen. Die ganze Erscheinung ist so gesetzmäßig, daß ihre Lösung möglich sein muß.

Nach mehreren mißlungenen Versuchen, die direkt gemessenen Werte zu verwenden, gab die Bestimmung des »Schemakristalles« eine merkwürdige Aufklärung.

Der unbekümmert um die Verzerrung in gewohnter Weise aus den Messungsmitteln konstruierte Schemakristall ist im Vergleich zu normal aufgewachsenen Kristallen viel gedrungener und breiter. Dabei will sich das Mittel der Kanten 101—111 (Σ) der Konstruktion absolut nicht fügen. Diese Kante ist mit den Breiten und Kanten der Prismenzone unvereinbar, sie ist bedeutend zu klein. Versucht man es dennoch, mit dieser Kante (Σ) die Fläche 111 zu zeichnen, dann wird der Scheitelwinkel kristallographisch falsch, die zugehörige Höhe (h_{Σ}) viel zu klein gegenüber der von der Konstruktion der winkelrichtigen Fläche verlangten Höhe (h_k).

Die Schuld liegt nicht an Messungsmängeln, sondern in der Berechnung des »Mittels« (Σ). Ein Blick auf beistehende Fig. 4 zeigt sofort, daß bei einem lagen- oder zwillingsverzerrten Kristall Σ zu klein ausfallen muß. Man findet nämlich vier sehr kurze Kanten 101—111 (s) zwei um wenigstens längere (a) und nur zwei große Kanten (S). Das arithmetische Mittel (Σ) verschiebt sich also nach der Seite der kurzen Kanten.

Man sieht aber auch, daß bei einer bestimmten Breite der 101 (b) nur ein Paar von Kantenlängen (s und S) den berechneten Mittelwert (Σ) und gleichzeitig winkelrichtige Pyramiden liefert. Die Aufgabe ist also eindeutig bestimmt. Gelingt es, aus Σ die Kanten S und s (eigentlich ist nur eine nötig — s) zu rekonstruieren, dann ist die Spitze und gleichzeitig der darunterliegende Keimpunkt des Normalkristalles fixiert, damit alles gegeben. Sicherlich müßte s konstruktiv bestimmbar sein, doch ist die Konstruktion so umständlich, daß hier die mathematische Behandlung vorzuziehen ist.

Die verwendete Formel lautet:

$$s = 2 \sqrt{h_{\Sigma}^2 + h_k^2 \cdot \tan^2 \frac{\beta}{2}} - \frac{h_k}{\cos \frac{\beta}{2}} - \frac{b}{2} \cot \alpha. \quad ^2$$

¹ Hier fällt also der Begriff »Normalkristall« und »Schemakristall« nicht mehr zusammen. Das ist nur bei unverzerrten Kristallen der Fall.

² Dazu wurde verwendet

$$\frac{p}{2} = h_k \tan \frac{\beta}{2} \quad (p = \text{Kante } 110-111), \quad h_{\Sigma} = \Sigma^2 - \frac{p^2}{4}, \quad \Sigma = \frac{S + 2s + a}{4} \quad \text{und } a = s + b \cot \alpha.$$

Dabei bedeutet h_{Σ} die aus Σ ermittelte falsche, h_k jene aus der Basis der 111-Fläche konstruierte richtige Höhe von 111. β ist der Scheitelwinkel der 111, hier = 73° . $\alpha = 41^\circ$ ist der Winkel der 110-Kante gegen die 111-Kante gemessen auf der 101.

Aus dem Bilde der 111-Fläche können alle nötigen Werte leicht entnommen werden. Die Formel zieht in exakter Weise den Einfluß der Breite von 101 in Rechnung.

Durch s ist der neue Keimpunkt im Querschnitt festgelegt. Da wir die rückwärtigen im spitzen Winkel liegenden Prismen als unverändert annehmen, ist damit auch die neue Zentraldistanz 110 bestimmt. Durch einen Kreis mit diesem Radius und dem neuen Keimpunkt als Mittelpunkt ist der Bereich des Normalkristalles umgrenzt. Die Zentraldistanzen der einzelnen Prismen des Schemakristalles sind nun nicht mehr gleich.

Nachdem die Pyramiden der unempfindlichen Zone angehören, gleichzeitig aber die Spitze bilden, kann in der Länge des Kristalles keine Änderung eintreten. Die Spitze verschiebt sich nur nach Maßgabe der neuen Zentraldistanz $\bar{1}10$ nach einer Seite. Ebenso ungeändert bleibt die von den 101-Flächen gebildete Kappe n . (Fig. 5.) Infolge der neuen Pyramidenhöhen (h_s und h_k) scheint $\bar{1}10$ gestreckt, dagegen

Fig. 4.

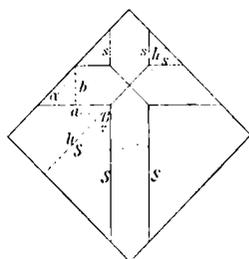
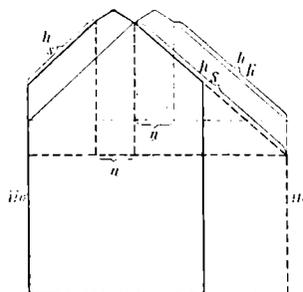


Fig. 5.



110 zusammengedrückt, wie es zu erwarten ist, wenn man sich den verzerrten Kristall aufgerichtet denkt. Die neue Basis ist kleiner, der neue Keimpunkt liegt vertikal unter der Spitze. Man erkennt sofort, daß absolut genommen Zentraldistanz 101, Zentraldistanz 111 und Zentraldistanz 001 ungeändert bleiben, relativ dagegen eine starke Verschiebung erfahren müssen. Der herausgelöste Normalkristall trägt vier gleiche durch s bestimmte Pyramidenflächen.

Von dem Normalkristall (nicht vom Schemakristall) ermittelt man das Volumen, um von den gemessenen Zentraldistanzen auf die relativen Zentraldistanzen übergehen zu können.

Die hier vorgeschlagene Konstruktion erfordert mehr Zeit zur Beschreibung als zu ihrer Ausführung. Die geringen Schwierigkeiten empfehlen ihre Anwendung immer dort, wo der Kopf des Kristalles, vor allem die Spitze, gut entwickelt ist. Damit ist die Möglichkeit geboten, selbst verzerrte Kristalle, wenn nur die Verzerrung gesetzmäßig verläuft, einer vergleichbaren Messung zuzuführen.

Konstruktionsdetails kommen besser bei Besprechung der einzelnen Fälle zur Darstellung.

Zur Deutung der Lagenverzerrung.

Während seit Becke die Zwillingsverzerrung ihrem Wesen nach erkannt ist, fehlten bisher Studien über Lagenverzerrung. Die bloß graduellen Unterschiede beider Verzerrungen lassen eine analoge Bildungsweise vermuten.

Der Zinnstein spaltet nach 100 und 110, seine Kohäsion ist also nach verschiedenen Richtungen wesentlich verschieden, am stärksten in der Richtung der Hauptachse, am schwächsten normal dazu.

Denken wir uns einen Kristallkeim von Lösung¹ umgeben, so müssen infolge des Ansatzes von Mineralpartikelchen an seiner Oberfläche Konzentrationsströme entstehen. Die erzarm gewordenen

¹ Das Auftreten von Kassiteritpseudomorphosen nach Orthoklas macht seine Bildung aus Lösungen mehr als wahrscheinlich.
Tertsch.

Lösungsteile machen ständig konzentrierter, zuwandernder Lösung Platz. In einer Kluft, in welcher mehrere Kristallkeime nebeneinander liegen, wird das Zu- und Abfließen von Diffusionsströmen im allgemeinen in einer bestimmten Richtung, normal zur Wand, erfolgen.

Steht der Kristallkeim normal zur Unterlage (Kluftwand), dann fällt seine Richtung stärkster Kohäsion = stärkster Attraktion mit der Bewegungsrichtung der Konzentrationsströme zusammen. Er wird also in die Länge wachsen. Infolge der rings um den Kristall sehr gleichmäßig erfolgenden Zirkulation ist keine bedeutende Wachstumsunregelmäßigkeit zu erwarten.

Ist dagegen der Kristall gegen die Unterlage geneigt, dann können die an den Kristall herantretenden Diffusionsströme nicht allseits ungehindert zirkulieren, was zu Wachstumsstörungen führen muß. Im spitzen Neigungswinkel wird durch die erhöhte Wirkung der Adhäsion die Diffusion außerordentlich verzögert. Man kann dort sogar einen Massendefekt erwarten, wie ihn tatsächlich die vorgeschlagene Verzerrungskonstruktion erkennen läßt. Die Richtung stärkster Kohäsion (Hauptachse) zeigt ein Wachstum wie im ersten Falle, da die Spitze hinreichend von Lösung umspült wird. An der freien Oberfläche dagegen, im stumpfen Neigungswinkel, ist die Diffusionsmöglichkeit eine sehr große, der Kristallkeim kann gerade von dieser Seite reichlich mit Material versorgt werden. Dazu kommt noch, daß in der Richtung der Flächennormalen von 100 und 110 der Kristallbau am wenigsten kompakt ist. Da die Molekularebenen 100 und 110 bedeutend größere Molekularabstände (Parameter) haben als jene von 101 und 111, können in gleichen Zeiten die Prismen rascher vorgeschoben werden als die Pyramiden. So muß also gerade in der Prismenzone eine durch die Verstärkung der Diffusionsströme und rascheres Wachstum in der Spaltzone bedingte Zunahme im Volumen an der freien Oberfläche auftreten. Es wird dadurch verständlich, daß sich diese Vermehrung abhängig zeigt von der Ausbildung der (empfindlichen) Prismenzone. Je mehr die Pyramiden, deren Flächennormalen Richtungen kompakteren Kristallgefüges darstellen, überwiegen, desto weniger prägt sich die Verzerrung aus, desto geringer ist die Volumsvermehrung.¹

Die Erfahrung lehrt, daß Lagen und Zwillingsverzerrung sich nur durch ihre verschiedene Intensität unterscheiden, sonst aber völlig gleichartig sind. Die Zwillingsverzerrung ist meist kräftiger, da hier zwei Individuen im gleichen Sinne wirken (2. Bissektrix = gemeinsame Molekularrichtung), während bei der Lagenverzerrung nur ein Kristall in Frage kommt.

Tracht IIIb.

Cornwall — k. k. naturhist. Hofmuseum Wien, A₇ 33.

Nirgends mehr konnte die Lagenverzerrung und ihre Behandlung so schön studiert werden als an jener Stufe, von welcher schon zwei normal aufgewachsene Kristalle zur Bestimmung der Tracht IIIa verwendet wurden. Das mag die Besprechung an dieser Stelle rechtfertigen.

Schon früher wurde von den schief aufgewachsenen, voluminöseren und kurzsäuligen Kristallen dieser Stufe gesprochen, — ebenso in den vorhergehenden Zeilen (pag. 15) die Zonenbildung beschrieben. Zwei Kristalle, von denen der eine samt Schema- und Normalkristall in Taf. II, Fig. 10 abgebildet ist, wurden vollständig durchgemessen. Eine bloß teilweise Messung (zu Korrekturzwecken) ist bei verzerrten Kristallen ausgeschlossen, da sonst die Fehler der Verzerrung nicht beseitigt werden können. Beide Kristalle zeigten gegenüber Tracht IIIa eine Verbreiterung der 320, ohne aber dem spitzen oder stumpfen Winkel besonderen Vorzug zu geben. Die gewöhnliche Bestimmung der Schemakristalle und der redu-

¹ Interessant ist der Vergleich mit eingewachsenen Mineralen. Diese sind meist viel regelmäßiger im Bau und verraten kein beschleunigtes Wachstum in den Flächennormalen der Spaltflächen (Orthoklas, Augit usw.). Wenn auch Bildungstemperatur, Lösungskonzistenz usw. den Vergleich sehr erschweren, so soll doch darauf hingewiesen werden, daß der Zuwachs bei eingewachsenen Mineralen allseits vor sich geht, also fast ausschließlich von den Kohäsionsgrößen des Kristalles abhängt. Bei aufgewachsenen Kristallen erfolgt dagegen die Zufuhr von Material immer in einer besonders bevorzugten Richtung, gewöhnlich normal zur Kluftwand.

zierten Zentraldistanzen« (Zentraldistanz 110 = 1) noch ohne jede Rücksicht auf die Verzerrung führte zu folgenden Werten.

	100	110	320	101	111
<i>a</i>	1·19	1	1·02	1·80	1·66
<i>b</i>	1·28	1	1·18	1·73	1·56
Mittel der reduzierten Zentraldistanzen von III <i>a</i>	(1·31)	1	1·09	2·735	2·485

Bei Vergleich mit dem Mittel der reduzierten Zentraldistanzen von Tracht III *a* ist die Kurzsäuligkeit (kleine Zentraldistanz 101 und Zentraldistanz 111) besonders bezeichnend.

Das Mittel der Kanten 101—111 (Σ) fügte sich nicht der Konstruktion, folglich wurde die Verzerrungskonstruktion herangezogen. Schwierigkeiten bot hier das Auftreten der 320. Die 111 ist kein einfaches Dreieck mehr und nur für ein solches gilt die Formel.

Wenn man die unteren Ecken der Σ -Kanten durch eine Gerade verbindet (Fig. 6), wird die Höhe h_k in die Teile h'_k (Dreieckshöhe) und r zerlegt. Da das Prisma $\bar{1}10$ seine Lage nach der Annahme auch bei der

Fig. 6.

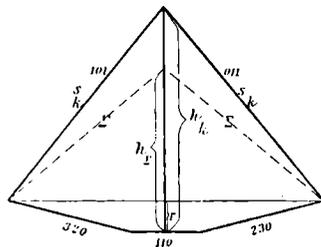
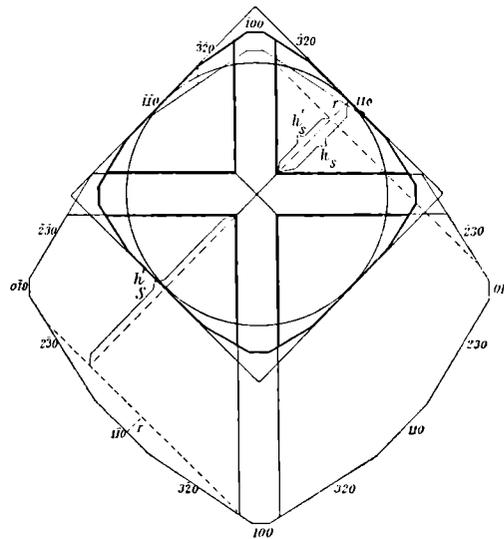


Fig. 7.



Fläche 111 mit Einzeichnung der Höhen h_Σ , h_k und Σ . — Umriß aus den Messungsmitteln. Eingezeichnet die aus h_Σ berechnete Verzerrung. — Korrigiertes Kopfbild.

Verzerrung beibehält, ist r konstant, gegeben in dem Bild der 111. Man hat also einfach in der Formel statt h_k ein h'_k , statt h_Σ ein h'_Σ zu verwenden, deren Beziehungen gegeben sind durch $r = h_k - h'_k = h_\Sigma - h'_\Sigma$. Daraus läßt sich also s und das für die Konstruktion bequemere h_s berechnen. Auf diese Weise ist im Querschnitt der Keimpunkt und die Pyramidenspitze festgelegt. Ein Kreis mit dem neuen Radius = Zentraldistanz $\bar{1}10$ gibt die Lage der Prismen 110. Versucht man es, die 320-Prismen in der früheren Breite einzuführen, würde die 110 völlig verschwinden, was nie beobachtet wurde. Man bedenke aber, daß der Querschnitt des Normalkristalles zwar noch die $\bar{3}20$ und $\bar{3}\bar{2}0$, dagegen nicht mehr die $\bar{2}30$ und $\bar{2}\bar{3}0$ umfaßt. Dem Normalkristall stehen demnach nur zwei Flächen 320 zur Verfügung, wo eigentlich vier sein sollten. Man hat also die halbe Flächenbreite von 320 in die Konstruktion einzuführen. Die Breite der 100 bleibt unberührt.

Beistehende Fig. 7 soll eine Vorstellung von der eben beschriebenen Herausschälung des Normalkristalles geben. Dabei ist es interessant, daß der Schemakristall auf der Seite der $\bar{1}00$ einen Defekt auf-

weist, wie es schon die Bildungsweise im spitzen Neigungswinkel erwarten läßt. Reduziert man die vom neuen Keimpunkt gemessenen Zentraldistanzen mit Zentraldistanz 110 des Normalkristalles (= Zentraldistanz 110 des Schemakristalles), so erhält man eine wesentlich andere Zahlenreihe.

	100	110	320	101	111
<i>a</i>	1·25	1	1·08	2·73	2·57
<i>b</i>	1·30	1	1·13	2·96	2·66
Mittel der reduzierten Zentraldistanzen von III <i>b</i>	1·275	1	1·105	2·845	2·585

Daraus läßt sich das Volumen des Trachtkristalles und die Reihe der relativen Zentraldistanzen ableiten.

Relative Zentraldistanz.

Tracht III <i>b</i>	Tracht III <i>a</i>		Mittel III <i>a</i> + <i>b</i> (Taf. II, Fig. 11)
0·728	(0·762)	100	0·745
0·571	0·581	110	0·576
0·631	0·634	320	0·633
1·623	1·590	101	1·606
1·475	1·445	111	1·460
(1·916)	(1·861)	(001)	(1·900)

Der Vergleich mit der aus tadellosen Kristallen abgeleiteten Tracht III *a* ist überraschend. Der einzige bemerkenswerte Unterschied liegt darin, daß bei Tracht III *b* die 100 reell, bei Tracht III *a* virtuell ist. Die dazu nötige Verschiebung ist aber minimal und selbst an einem guten Kristall von Tracht III *a* trat die 100 reell auf. Es kann also dieser Tatsache keinerlei tiefere Bedeutung zukommen. Die Zahlen, die man von zwei unkorrigierten Kristallen erhält, differieren oft mehr als diese Trachten III *a* und III *b*.

Die Genauigkeit, bis zu der solche Messungen und Konstruktionen getrieben werden können, gestattet keine bessere Übereinstimmung. Unter solchen Umständen kann III *a* und III *b* unbedenklich zu einer Tracht (III) vereinigt werden, umso mehr, da die Kristalle alle der gleichen Stufe angehören.

Tracht VII.

Cornwall — k. k. naturhistorisches Hofmuseum Wien, *Ah* 624.

Während sonst Zwillinge bei Cornwaller Erzen in der Minderzahl auftreten, sind sie an dieser Stufe vorherrschend. Die fast schwarzen, recht unschön entwickelten Kristalle sitzen in und auf einer Quarzlage mit granitischer Unterlage. Die wenigen Einzelindividuen sind meist niedergelegt, unregelmäßig verzerrt, zerbrochen und wieder ausgeheilt, Zeugen starker Verschiebungen. Viellings in Büschelform waren mehrfach ausgebildet aber unscharf. Die Zwillinge zeigen die für Cornwall charakteristische Lage: alle haben das Knie versenkt, oder die Frontalebene ist völlig niedergelegt.¹

Derartige die Köpfe zeigende Zwillinge mögen zum Unterschied von den böhmischen Trachten »Kopfzwillinge« heißen.

¹ In sehr seltenen Fällen (an anderen Stufen) konnten auch Zwillinge mit versenkten Köpfen nach Muster der böhmischen Erze beobachtet werden.

Gemessen wurde nur ein Zwilling, eigentlich eine Durchkreuzung, von der aber nur zwei Äste zugänglich waren, während der übrige Teil sich unter den Nachbarindividuen verlor. Die Frontalebene lag etwas geneigt, der eine Ast war völlig an den Boden angeschmiegt, der andere schief aufwärts gerichtet. Der einspringende Winkel war fast ganz ausgeheilt, die Verzerrung am Kopfe sehr heftig. Da nur der aufgerichtete Teil einen voll entwickelten Kopf trug, wurde nur dieser der weiteren Behandlung unterzogen.¹ (Taf. II, Fig. 12.)

Neben den Flächen 100, 110, 101 und 111 konnten im einspringenden Winkel noch 320 und 210 beobachtet und gemessen werden. Die Beschränkung auf die Nähe der zweiten Bissektrix im Originalkristall läßt beide Prismen als Notflächen (Becke) erkennen. Im Schemakristall ist diese einseitige Lage natürlich nicht mehr erkennbar.

Die Prismenhöhe des Schemakristalles ist in aller Schärfe aus der Höhe von 100 im einspringenden Winkel ableitbar. Ist α der Winkel $100-10\bar{1}$ ($10\bar{1} =$ Zwillingsebene), l die gemessene Längskante von 100 und Zentraldistanz 100 der ermittelte Zentralabstand (Schemakristall), dann ist die wirkliche Prismenhöhe für den Schemakristall: $l + \text{Zentraldistanz } 100 \cdot \cos \alpha$.

In der früher beschriebenen Art wird aus dem Schemakristall der Normalkristall herausgeschält. Dabei ist zu bedenken, daß der ursprünglich in der Mitte der Schemakristallbasis angenommene Keimpunkt sich nicht bloß horizontal (in der Basis), sondern auch vertikal verschiebt; denn er muß in der Zwillingsebene liegen. Die hiebei in Anwendung kommende Formel ist analog der früher gebrauchten. m sei die Horizontalverschiebung des Keimpunktes im Kopfbild, p die berechnete Höhe von 100 des Schemakristalles, dann ist die Prismenhöhe des Normalkristalles $= p + m \cos \alpha$. Somit kann die Berechnung des Volumens und der relativen Zentraldistanzen vorgenommen werden.²

Zu entscheiden ist aber die prinzipielle Frage, ob der ganze Zwilling, also der zweifache Normalkristall einer Halbkugel gleichgesetzt werden soll, so daß jeder Teil inhaltlich einer Viertelkugel entspräche, oder ob bei der großen Ähnlichkeit eines Zwillingsteiles mit einem Einzelindividuum jeder Teil einer Halbkugel gleichkommen solle. In konsequenter Ausgestaltung des Becke'schen Gedankenganges müßte man sich für die erste Fassung entscheiden. Andererseits werden aber dadurch wieder die außerordentlich nahen Beziehungen, die überraschenden Analogien zwischen dem Zwillingsteil und einem Einzelkristall verwischt. Wären zwei Kristalle in zwillingsnahen Stellungen, so würde man doch jeden einzelnen einer Halbkugel gleichsetzen.

Es mag also ausnahmsweise auch in unserem Falle die konsequente Auffassung einer mehr anschaulichen den Platz räumen.³

Übrigens sind die Beziehungen zwischen den Zentraldistanzen sehr einfach. Der Radius der Viertelkugel ist gleich dem der Halbkugel mal $\sqrt[3]{2}$, demnach die Zentraldistanz im ersten Fall kleiner als im zweiten.

Für den Normalkristall, welcher gleichzeitig »Tracht VII« repräsentiert, gelten dann die relativen Zentraldistanzen:

¹ Der Versuch, auch den niedergelegten Teil zu verwerten, mißlang.

² Das Bild des Zwillings macht den Eindruck, als ob die Hauptachsen der Zwillingsteile im Kristall nicht mehr zum Schnitt kämen. Doch ließ der Kristall deutlich die Einbettung in eine Mulde erkennen, die untere Begrenzungsfläche ist also eine ziemlich gewölbte Fläche. Der mathematisch ermittelte Keimpunkt liegt in dieser Wölbung.

³ Bei Verzwillingung nach dem 1. Tschermak'schen Gesetz (Zw. E = Kristallfläche) behalten beide Teile gewöhnlich eine gewisse Selbständigkeit (vorausgesetzt, daß nicht zu hoch symmetrische Minerale vorliegen). Bei dem 2. Gesetz ist dagegen die Verwachsung meist so innig, daß eine Scheidung kaum durchführbar wäre. In diesem Falle kann man wohl nur streng dem Becke'schen Gedanken folgen. Es liegt die Frage nahe, ob man nicht im Falle der Möglichkeit, eine Verzwillingung nach beiden Gesetzen zu beschreiben, sich für jenes Gesetz entscheiden sollte, welches dieser Formverschiedenheit Rechnung trägt.

Zwillingsteil gleich einer	100	110	210	320	101	111	(001)
Viertelkugel	0·592	0·460	0·541	0·514	1·259	1·119	(1·497)
Halbkugel	0·747	0·580	0·684	0·648	1·590	1·412	(1·890)

Überraschend ist der Vergleich mit Tracht III. Wäre nicht die Verschiedenheit in der Färbung und das hier als neu auftretende Prisma 210, müßte man beide Trachten vereinigen. Wenn, um Willkürlichkeiten möglichst zu vermeiden, die Tracht VII gesondert blieb, so kann man VII doch als Zwillingstracht zu III ansprechen.

Interessant sind vor allem die Beziehungen zwischen dem Normalkristall und dem Schemakristall. Die Wachstumsbeschleunigung in der Nähe der zweiten Bissektrix (Gesetz v. Kreutz) kommt in prächtiger Weise zur Anschauung, wenn man vom Keimpunkt des Normalkristalles auch die Zentraldistanzen des Schemakristalles in der Prismenzone auswertet. Für diese Zone sind im Folgenden die gemessenen und relativen Zentraldistanzen zusammengestellt. Die mit dem Radius des Normalkristalles reduzierten Zentraldistanzen des Schemakristalles sind die »vergleichbaren (komparablen) Zentraldistanzen« (Kreutz, Neugebauer).

Gemessene Zentraldistanzen in <i>mm</i>			Relative Zentraldistanzen	Vergleichbare Zentraldistanzen	Relative Verzerrung	Abstände zur zweiten Bissektrix
Normalkristall	Schemakristall		Normalkristall	Schemakristall		
2·15	2·00	100	0·747	0·694	0·930	146°
1·95	1·80	210	0·684	0·625	0·924	138°
1·86	1·72	320	0·648	0·598	0·925	134°
1·67	1·67	110	0·580	0·580	1	126°
1·86	2·00	230	0·648	0·694	1·075	117°
1·95	2·16	120	0·684	0·751	1·108	111°
2·15	2·80	010	0·747	0·973	1·300	90°
1·95	2·88	120	0·684	1·000	1·478	69°
1·86	2·82	230	0·648	0·980	1·516	63°
1·67	2·82	110	0·580	0·980	1·690	54°
1·86	3·10	320	0·648	1·077	1·668	46°
1·95	3·25	210	0·684	1·130	1·665	42°
2·15	3·60	100	0·747	1·249	1·673	34°

An letzter Stelle sind in roher Annäherung die Abstände der einzelnen Flächen von der zweiten Bissektrix eingetragen.

Dabei ist 100 an der Außenseite, 100 im einspringenden Winkel des Kopfzwillings gelegen. Im großen und ganzen nehmen die »vergleichbaren Zentraldistanzen« mit Annäherung der Fläche an die zweite Bissektrix zu (Kreutz).

Sehr merkwürdig ist aber jene Zahlenfolge, welche die »relative Verzerrung« für die einzelnen Flächen darstellt. Unter »relativer Verzerrung« verstehen wir das Verhältnis zwischen der vergleichbaren Zentraldistanz und der relativen Zentraldistanz des Normalkristalles (Verhältnis vom Zwilling zum Einzelindividuum). Man erkennt sofort den Wachstumsdefekt an der vom

Zwilling abgekehrten Seite (vgl. Lagenverzerrung), wie auch, daß die Maximalverzerrung nicht der $\bar{1}00$, sondern der $\bar{1}10$ zukommt. Auch auf den Parallelismus in der Intensität der Wertänderungen bei den zwei letzten Zahlenreihen der Tabelle soll aufmerksam gemacht werden.

Das von Kreuz am Kalzit aufgestellte Gesetz bezüglich der Wachstumszunahme in der Nähe der zweiten Bissektrix kann also auf den Zinnstein nur mit einiger Beschränkung angewendet werden. So ist zu bemerken, daß die zyklographische Projektion der Zwillingsebene zwischen der Zone der Prismen und jener der Pyramiden so hindurchgeht, daß sie letzterer näher liegt.

Darnach könnte man erwarten, daß die Pyramiden gegen Zwillingsverzerrung empfindlicher seien als die Prismen. Bei »Kopfzwillingen« ist gerade das Gegenteil der Fall. Zur Formulierung des Gesetzes muß also noch die Bezugnahme auf die Spaltflächen als wesentlich herangezogen werden.¹

Selbst wenn man die ursprünglichen Zentraldistanzen des Schemakristalles durch den Radius der mit dem Normalkristall inhaltsgleichen Halbkugel dividiert, ist die Wachstumszunahme unverkennbar.

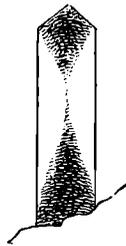
	100	110	210	320
Schemakristall . .	0·972	0·780	0·824	0·837
Normalkristall . .	0·747	0·580	0·684	0·648

Tracht VIII.

Penzanze — Sammlung Dr. A. Lechner, Wien, 2760.

Zwischen zierlichen, fast wasserklaren Quarzsäulchen, welche eine wirre Druse auf derbem Quarz und Erz bilden, sitzen langnadelige Zinnsteine. Der Quarz ist teilweise mit Chloritmassen überrindet, in welchen winzige schwarze Kassiterite eingebettet sind. Die Erznadeln erinnern an Tracht VI, doch fehlt die 101. Die auch bei Tracht IV auftretende Flächenkombination 110, 111, 321 zeigt hier einen total anderen Habitus, was schon an der Häufigkeit von Kopfzwillingsbildungen und Verzerrungen hervortritt. Die Färbung erinnert an Tracht V, der innere dunkle Kern ist merkwürdig sanduhrförmig (Fig. 8), was

Fig. 8.



aber sicher nichts mit Anwachskegeln gemein hat. Durchkreuzungszwillinge sind häufig. Diese zeigen infolge Wachstumszunahme im stumpfen Winkel eine scheinbare Parallelverschiebung zwischen dem Zwillingsteil und seiner Fortsetzung. Die zweite Bissektrix ist eben eine gemeinsame Molekularrichtung, die erste dagegen nicht.

Auch Drillinge in mehreren Ebenen sind nicht selten. Man sieht dabei deutlich, daß der Keimpunkt für die Individuen 1 und 2 und jener für 2 und 3 nicht zusammenfallen. Es sieht so aus, als wäre die Drillingsbildung eine nachträgliche Zutat zu einer schon vorhandenen Verzwilligung.²

¹ Die bedeutend höhere symmetrische Lage der Spaltflächen am Material von Kreuz ließ diese Notwendigkeit nicht zum deutlichen Durchbruch kommen.

² Es ist auch nicht gut vorstellbar, daß drei Individuen im Keimling sich gleichzeitig in Zwillingsstellung befinden. Viel wahrscheinlicher ist es, daß im wachsenden Kristall ein Teil Anlaß zu einem neuen Zwillingsansatz gibt.

Sehr störend für die Messung ist das Aussehen der 110. Diese ist immer gewölbt, mit Riefungen, Kassettenbildungen und geflossenen Stellen versehen. Eine Ausschaltung bestimmter abgeleiteter Prismen oder steiler Pyramiden war aber völlig aussichtslos. Die »Fläche« macht den Eindruck einer Häufung von vizinalen Bildungen, deren kristallographische Deutung von vornherein zwecklos ist. Für die Messung mußte die 110 als einheitliche Fläche angesehen werden. Die schlechte Flächenausbildung verhinderte mehrfache Messungen.

Der durchgemessene Zwilling zeigte einen aufgerichteten Teil mit typischen Verzerrungen am Kopf (Taf. II, Fig. 13) und einen in Quarz eingebetteten niedergelegten Teil. Seltsamerweise waren alle 321 gleich groß und nicht in einer »stumpfen Kante« zusammenstoßend, sondern dreieckig. Aus der trotz Verzerrung der 111 unveränderten Größe von 321 ist deren geänderte Lage deutlich erkennbar; der einzige Fall, wo Pyramiden überhaupt eine Veränderung der Zentraldistanzen erkennen lassen. Für die Messung ist es zweckmäßig, die Kante 321—111 zu messen, da die »scharfen Kanten« erwiesenermaßen unverlässlich sind.

Seltsam ist die Zwillingsverzerrung am Prisma. Man sieht die $\bar{1}00$ entsprechende Kante konkav verlaufen. Die Vizinalbildungen nehmen gegen die Zwillingsgrenze immer mehr zu, das Prisma wird breiter. Leider konnte die Messung darauf nicht eingehen. Die Breite des Prismas wurde am Kopfe abgesteckt.

Schema- und Normalkristall wurden in gewohnter Weise konstruiert. Da an den einfachen Kristallen die 321 näher zusammenrücken und etwas umfänglicher scheinen, ohne sich aber zu berühren, wurde die Größe der gemessenen Flächen auch für den Normalkristall beibehalten. Zur Ermittlung der Zentraldistanzen ist es nötig, den Schnitt $\parallel 320$ so lange parallel zu verschieben, bis er durch die Ecken 321—111—110 hindurchgeht. Selbstverständlich muß auch auf die Verschiebung des Keimpunktes in der Zwillingsebene Rücksicht genommen werden, wodurch die Kristallhöhe etwas zunimmt.

Eine Bezugnahme auf andere Kristalle war trotz der manchmal auftretenden Schärfe des Kopfes wegen der vielfachen Verzerrungen nicht möglich.

Gemessene Zentraldistanzen in mm			Relative Zentral- distanzen	Vergleichbare Zentral- distanzen	Relative Verzerrung
Normalkristall	Schemazwilling		Normalkristall	Schemakristall	
(0·71)	(0·71)	(100)	(0·610)	(0·610)	1
0·5	0·5	110	0·431	0·431	1
(0·71)	(0·93)	(010)	(0·610)	(0·801)	1·292
0·5	0·8	$\bar{1}10$	0·431	0·688	1·598
(0·71)	(1·13)	($\bar{1}00$)	(0·610)	(0·973)	1·570
(3·45)	(3·45)	(101)	(2·970)	(2·970)	1
3·03	3·03	111	2·610	2·610	1
(4·13)	(4·13)	(001)	(3·558)	(3·558)	1
2·03	2·03	321	1·749	1·749	1
2·03	2·03	$\bar{2}31$	1·749	1·749	1
2·03	2·19	$\bar{2}31$	1·749	1·887	1·079
2·03	2·27	$\bar{3}21$	1·749	1·956	1·118

Der Normalkristall stellt also gleichzeitig Tracht VIII dar. Die Ähnlichkeit mit Tracht VI ist sehr groß.¹

Das Volumen des Normalkristalles (eines unverzerrten Zwillingssteiles) wurde einer Halbkugel gleichgesetzt (vgl. Tracht VII). Überraschend ist die geringe relative Verzerrung von 321. Diese ist nahezu 1 (das heißt fast unverzerrt). Auch 321 gehört also einer unempfindlichen Zone an, wie alle Pyramiden.

Tracht IX.

Dauphiné (?) — Miner. u. petrogr. Institut der Universität Wien, 1272.

Im Anhang an die Cornwaller Erze soll noch ein Zinnsteinvorkommen besprochen werden, welches vielfach Ähnlichkeiten mit den vorher besprochenen Trachten zeigt. Mit schlechtem Quarz, wenig Arsenik und derber Masse sitzen die wenigen (3) Kristalle auf dunkelgrünem Ganggestein. Die Färbung zeigt Schichtenbau. Der dunkle Kern ist in der Form eines halben Torbogens ziemlich scharf von der honigbraunen Hülle abgesetzt. (Fig. 9.) Beistehende Skizze gibt die Ansicht von $1\bar{1}0$ gegen 100. Die $2\bar{1}0$, 210

Fig. 9.



110 und 120 sind undurchsichtig, als ob sie von einer von den Pyramiden abwärtssteigenden dunklen Haut bedeckt würden. Äußerlich ist kein Unterschied zwischen den Flächen 110 und $1\bar{1}0$ wahrzunehmen.

Neben dem deutlich erkennbaren Prisma 210 ist ein sehr schmales Prisma 320 angedeutet. Die Abgrenzung der beiden Prismen wird durch die kontinuierliche Wölbung verhindert. 320 wurde also vernachlässigt.

Die 110 ist von einem geschlossenen Rahmen umgeben, der von der 210, einer vierseitigen und einer achtseitigen Pyramide gebildet wird. Die Kanten gegen die 110 stoßen sprunglos aneinander. Die achtseitige Pyramide fehlt dort, wo 101 mit 210 nicht zum Schnitt gebracht werden könnte (vgl. an Taf. II, Fig. 14 die linke und rechte Seite des Originalkristalles). Die vierseitige Pyramide ist nicht allzu steil, kann also nur einer 552 entsprechen, welche in Cornwall häufig sein soll. Die 552 ist immer so angelegt, daß sie mit der 101 und 111 genau in einem Punkt zusammenstößt.

Die achtseitige Pyramide ist sehr steil und zeigt unter dem Mikroskop die Kanten gegen 110 und 101 streng parallel. In der Zone 110—101 liegen nur die Formen 321, 752 und 761. Die Messung der Kantenswinkel unter dem Mikroskop stimmt sehr hübsch mit der Annahme einer 761 überein, welche ebenfalls für Cornwall charakteristisch ist. Die 761, 210 und 552 gehen oft kontinuierlich in einander über, wodurch die Abgrenzung erschwert wird. Als charakteristische Daten für die Flächen 552 und 761 wurden ihre »Breiten« (Abstände der parallelen Kanten) gemessen.

¹ Der Vergleich der volumsgleichen Trachtbilder (I, II, III, IV, V, VI) läßt einen auffälligen Unterschied in der Länge bei oft kaum bemerkbarer Breitenänderung erkennen. Gleichwohl sind die Konstruktionen richtig. Eine mathematische Behandlung der Frage führte zu den genau gleichen Ergebnissen. Immerhin soll es nicht verschwiegen werden, daß bei so extremen Längsdimensionen (VI, VIII) die Konstruktionen schon empfindliche Mängel zeigen. Die verschiedenen Kontrollen differieren um etwa 1 bis $2\frac{1}{2}\%$.

Alle bisher angeführten Merkmale lassen sich mit dem angegebenen Fundort nicht in Einklang bringen. Lacroix (l. c.) gibt für die französischen Erze 552 und 761 nicht an und vor allem kennt er keinen Kassiteritfundort »Dauphiné«. Auch die Beschreibung der von ihm aufgestellten vier Erztypen¹ läßt sich mit der geschilderten Tracht des Kristalles nicht recht vereinen. Dagegen sind die Ähnlichkeiten mit Cornwaller Erzen sehr bedeutend, was die Einschaltung an dieser Stelle rechtfertigen mag. Es scheint eine Verwechslung in der Fundortsbezeichnung vorzuliegen.

Von den drei Kristallen der kleinen Stufe stand nur einer aufrecht und frei. Die schwache Verzerrung nach 110 bot keinen Anlaß zu einer Korrektur. Schwierigkeiten machte die 761. Ihre Zentraldistanz wurde nach Analogie der 321 bestimmt, indem eine bloß fiktive Zone 760—001 konstruiert wurde (vgl. Tracht II). Im übrigen wurde die übliche Methode verwendet.

Es ist überraschend, wie eng diese Tracht sich an die Tracht III Cornwall anschließt. Bezeichnen ist das Fehlen von 321 trotz Anwesenheit abgeleiteter Pyramiden.

Gemessene Zentraldistanzen in <i>mm</i>		Relative Zentraldistanzen
2·86	100	0·786
2·596	210	0·713
2·175	110	0·597
5·6	101	1·539
5·1	111	1·402
4·9	552	1·347
3·07	761	0·844
(6·57)	(001)	(1·807)

Vergleich der Cornwaller Trachten.

Die Cornwaller Trachten sind durch ziemlichen Flächenreichtum ausgezeichnet. Tracht IX bleibt als unsicher von dem Vergleiche ausgeschaltet. Tracht V zeigt die meisten Flächen. Am häufigsten treten 110, 111, 101, 320 auf, seltener 321 und 100, je einmal 001, 210 und 771.

Charakteristische Merkmale sind:

Die Zentraldistanz 001 ist immer größer als Zentraldistanz 101.

In der empfindlichen Zone ist die Zentraldistanz 100 immer bedeutend größer als Zentraldistanz 110, so daß die 100 entweder virtuell wird oder der virtuellen Lage sehr nahe kommt.

Die Flächen der unempfindlichen Zone zeigen ein analoges Verhalten: Zentraldistanz 101 größer als Zentraldistanz 111 bis zum gelegentlichen Verschwinden der 101. Nur Tracht I hat Zentraldistanz 101 und Zentraldistanz 111 fast gleich.

Schon daraus läßt sich ein gewisser Zusammenhang der Breiten von 100 und 101 vermuten.² Tatsächlich ist aber die 101 immer etwas breiter als 100, beide sind aber recht schmale Flächen.

Eine gesetzmäßige Beziehung zwischen Zentraldistanz 100 und Zentraldistanz 101, also zwischen der empfindlichen und unempfindlichen Zone existiert für alle Cornwaller Trachten nicht.

¹ Der 1. Typus (Lacroix) entspricht unseren prismatischen Trachten, der 2. teilweise den pyramidalen Trachten, der 3. Typus ist »oktaedrisch« (Doppelpyramide von 111), der 4. eine »gesetzmäßige« Verzerrung des 3.

² Die gegenseitige Abhängigkeit der Flächenbreiten 100 und 101 tritt bei den böhmischen Erzen viel deutlicher hervor und ist schon lange bekannt.

Die 320 trägt vielfach, die 771 immer den Charakter der Notfläche an sich.

Das Auftreten der 321 scheint mit der größeren oder geringeren Länge der Hauptachse nicht im Zusammenhang zu stehen, obwohl die schlankeren Trachten diese Fläche häufiger tragen. Überhaupt haben die vorhergehenden Abschnitte gezeigt, daß sich nicht alle Trachten zwanglos einer Reihe einfügen lassen.

Schon die oberflächlichste Beobachtung lehrt den »pyramidalen« und den »prismatischen Trachttypus« unterscheiden. Tracht I nimmt in jeder Hinsicht eine Ausnahmstellung ein und mag wegen ihrer Ähnlichkeit mit einer Halbkugel als »Grundtypus« bezeichnet werden.

Der pyramidale Trachttypus ist durch kräftige Entwicklung der Pyramiden (der unempfindlichen Zone) ausgezeichnet. Die Kristalle sind niemals kräftig verzerrt, weder durch Lagen- noch durch Zwillingsverzerrung. 100 immer virtuell. Zwillingsbildung fehlt oder nur spurenweise vorhanden. Färbung immer dunkel. (Vgl. Tracht II, IV, V.)

Der »prismatische Trachttypus« (vgl. III $a+b$, VI, VII, VIII) ist gekennzeichnet durch eine deutlich säulenförmige Ausbildung. Verzerrungen jeder Art sind außerordentlich häufig, Zwillingsbildung (und zwar Kopfzwillinge) ist die Regel (Einzelkristalle sind seltener). Färbung immer heller und gewöhnlich mit deutlichem Zonenbau.

Der Grundtypus zeigt die unempfindliche und empfindliche Zone und 101 mit 111 nahezu im Gleichgewicht. Weil 110 (wie immer in Cornwall) vorherrscht, mag dieser Typus als prismatischer Grundtypus näher bezeichnet sein. Die hellere Färbung und die Verzerrungen entsprechen dem prismatischen Typus, die Zwillingslosigkeit dem pyramidalen.

Interessant ist (bei den Cornwaller Erzen) der Zusammenhang zwischen der Ausbildung der empfindlichen Zone und der Zwillingsbildung. Ist das Prisma sehr niedrig (I), dann scheint die Verzwilligung mechanisch nicht leicht ausführbar zu sein. Eine mittlere Höhe (III und VII) ist zur Zwillingsbildung vorzüglich geeignet. Übermäßig lange Säulen (VI und VIII) scheinen der Verzwilligung nicht förderlich zu sein, sonst müßten Zwillinge häufiger und ihre Verzerrungen deutlicher sein. Mit aller Vorsicht könnte man daraus schließen: Das Optimum der Zwillingsbildung ist für Cornwaller Erze an einen prismatischen Trachttypus und eine mittlere Prismenhöhe geknüpft. Lehrreich ist in diesem Zusammenhange auch Tracht IV, welche ein nicht zu kurzes Prisma zeigt. Hier tritt trotz des pyramidalen Typus eine, allerdings sehr schwache und verzerrungslose Verzwilligung auf.

Man kann sich leicht vorstellen, daß, ausgehend vom Grundtypus einerseits durch Überwuchern der unempfindlichen Zone der »pyramidale Typus«, andererseits durch Vordrängen der empfindlichen Zone der »prismatische Typus« entsteht. Dabei ist es dann selbstverständlich, daß im ersten Falle die Zwillinge fehlen, im zweiten wegen der mächtigen Ausbildung der empfindlichen Zone dagegen eine führende Rolle spielen.

Ein einzelnes herausgerissenes Merkmal läßt die Scheidung der beiden Typen (Grundtypus ausgenommen) nicht durchführen. Sehr bezeichnend ist gleichwohl das Verhalten der 321, welche bei den pyramidalen Typen immer sehr tief eingebettet ist und nie fehlt, bei den prismatischen Trachten dagegen fehlt oder sehr hoch am Kristall sitzt. Man könnte sagen: solange die Zentraldistanz 321 sich nicht zu sehr vom Werte 1 (am meisten verschieden bei V) entfernt, ist ein pyramidaler Typus mit all seinen Folgeerscheinungen zu erwarten.

Es ist sicherlich mehr als ein Zufall, daß die prismatischen Trachten alle von Quarz begleitet sind, während er sonst meist fehlt. Tracht V bildet eine scheinbare Ausnahme, doch ist die Quarzmasse im Verhältnis zur Erzmenge eine merkwürdig geringe, so daß cum grano salis der obige Satz aufrecht erhalten werden kann.

Die Ausbildung von Säulen bei Anwesenheit von Quarz als Bildungsgenossen läßt es auch verstehen, warum Quarzvorrat und Zwillingsbildung fast unzertrennliche Erscheinungen sind.

Demnach scheint die Prismenzone gegen jeden äußeren Einfluß, sei es Zwillingslage oder Wirkung der Lösungsgenossen, empfindlich zu sein.

Selbstverständlich haben alle diese Regeln nicht die Geltung eines strenges Gesetzes und sind auf die Cornwallier Erze beschränkt.

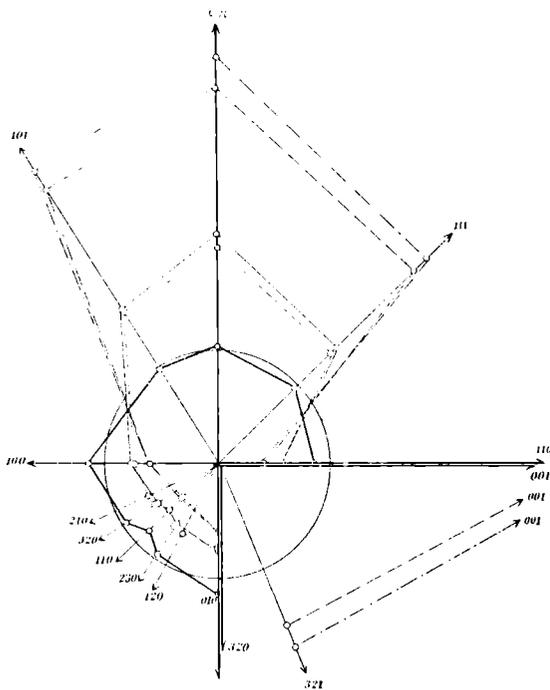
Die Tracht IX (Dauphiné?) würde einem prismatischen Typus entsprechen, wofür namentlich das Fehlen der 321 bezeichnend ist.

Methoden zur Darstellung der Zentraldistanzen einer Tracht.

Durch möglichst einfache graphische Darstellung wird der Vergleich bestimmter Trachten wesentlich erleichtert. Zu diesem Zwecke wurden zwei Darstellungsweisen in Anwendung gebracht.

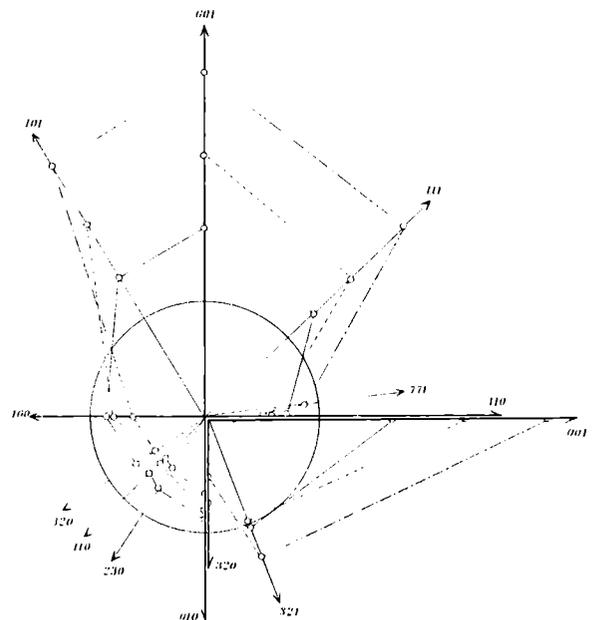
Die erste verwendet direkt die ermittelten Zentraldistanzen. Man trägt auf den Flächennormalen einer Zone die den Flächen zukommenden Zentraldistanzen in einem gewissen Maßstab auf. Da die Symmetrie des Kristalles ziemlich hoch ist, genügen für jede Zone Stücke von 90°. Auf einer Fläche kann man vier solcher Zonenquadranten anordnen, was für den Zinnstein gewöhnlich völlig ausreicht. Verwendet werden die Zonen 100—010, 100—001 und 110—001. Die 321 erfordert einen Zonenquadranten 320—001. Um die Anordnung praktisch zu gestalten, wurde auf dem vertikalen Durchmesser des Einheitskreises nach aufwärts die Länge der Zentraldistanz 001 aufgetragen. Daran schließt sich links die Zone 001—100, rechts 001—110. An erstere knüpft sich analog 100—010. 320—001 bleibt abgesondert im rechten unteren Quadranten.

Fig. 10.



——— Tracht I prismatischer Grundtypus.
 ——— > III }
 - - - > VI } prismatischer Typus.
 - - - > VII }
 - - - > VIII }

Fig. 11.



——— Tracht II }
 - - - > IV } pyramidaler Typus.
 - - - > V }

Auf diese Weise sind die Zentraldistanzen der pyramidalen und jene der prismatischen Trachten je in eine derartige Zeichnung eingetragen. Um die zusammengehörigen Zentraldistanzen einer Tracht leicht aufzufinden, sind ihre Endpunkte durch Linien kontinuierlich verbunden.

Der Grundtypus ist bei den prismatischen Trachten untergebracht. (Fig. 10 und 11.)

Auch hier zeigt nur das Verhalten der 321 einen einschneidenden Unterschied zwischen beiden Trachttypen.

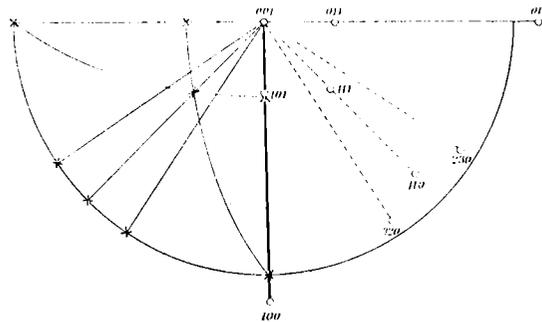
Diese höchst einfache Darstellung hat den Nachteil, ziemlich viel Platz zu erfordern, was oft sehr unangenehm ist.

Legt man nicht besonderen Wert darauf, die relativen Zentraldistanzen direkt aus der Zeichnung abzulesen, sondern will man nur ihr gegenseitiges Verhältnis kennen lernen (die Trachten sind dann nicht mehr volumsgleich), so kann man folgendes Verfahren wählen.

Bekanntlich ist in einer stereographischen Projektion der Horizontalabstand eines Flächenpoles vom Mittelpunkt $d = r \tan \frac{\varphi}{2}$, wobei r der Radius des Grundkreises, φ der Winkelabstand der Flächennormalen von der Polfläche (Mittelpunkt) ist. Denken wir uns an die Projektionskugel Kristallflächen (Tangentialebenen) gelegt, dann ist der Kugelradius r gleichzeitig die allen Flächen gemeinsame Zentraldistanz. Nimmt man den Radius des Grundkreises = Zentraldistanz 001 an, dann ist 001 eine Tangentialebene im Pol der Kugel. Jede Fläche, welche mit 001 im Gleichgewicht ist, wird tangential an der Kugel mit dem gleichen Radius liegen, das heißt, ihr Flächenpol nimmt genau jene Lage ein, welche er in der stereographischen Projektion besitzen soll. Ist die Zentraldistanz der Fläche dagegen von Zentraldistanz 001 verschieden, dann muß sich der Kugelradius ändern, wenn es wieder eine Tangentialfläche sein soll. Der neue Radius sei r_1 . $r : r_1 = Z d_{001} : Z d_x$. Der neue Radius ist also die mit Zentraldistanz 001 = 1 reduzierte Zentraldistanz der Fläche. Von den Radien sind aber die Distanzen d abhängig. $d : d_1 = r : r_1$, daraus $d_1 = d \frac{r_1}{r}$. d_1 ist demnach der Horizontalabstand des Flächenpoles vom Mittelpunkt unter Rücksichtnahme auf die Zentraldistanz. Das Azimut bleibt unberührt.

Die Flächenpole nehmen eine vom stereographischen Pol verschiedene Lage ein. Die Verschiebung ist umso größer, je größer $\frac{\text{Zentraldistanz } x}{\text{Zentraldistanz } 001}$ ist. Es läßt sich also direkt aus der Verschiebung der so gewonnenen Flächenpole gegenüber den zugehörigen stereographischen Projektionspolen das Ver-

Fig. 12.



Tracht I.

x = Flächenpole in stereographischer Projektion.

o = vorhandene Flächen.

⊙ = virtuelle Flächen.

hältnis Zentraldistanz x : Zentraldistanz 001 ermitteln, das heißt alle Zentraldistanzen können reduziert auf Zentraldistanz 001 = 1 aus der Zeichnung abgelesen werden.

Eine derartige Darstellung soll »Trachtprojektion« genannt werden.

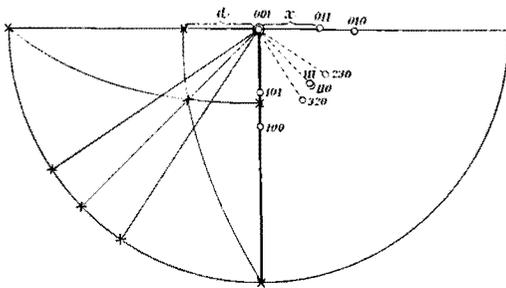
Um den Vergleich zwischen den Abständen der Flächenpole und jenen der entsprechenden stereographischen Pole zu erleichtern, ist es angezeigt, die eine Hälfte der Projektion als stereographisches Bild,

die andere Hälfte als Trachtversinnlichung darzustellen. So kann jederzeit d mit d_1 in Verbindung gesetzt und auf Zentraldistanz $001 = 1$ bezogen werden.¹

Diese Methode hat den Vorteil, wenig Platz zur Darstellung zu brauchen, dafür gewinnt man die Zentraldistanzen auf einem Umweg.

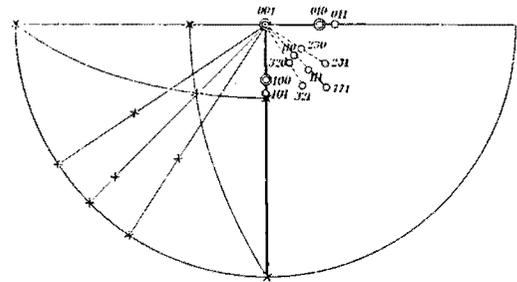
Als Beispiele solcher Trachtprojektionen sind die Bilder für Tracht I, III, V, VII, VIII hier wiedergegeben (Fig. 12—16).

Fig. 13.



Tracht III.

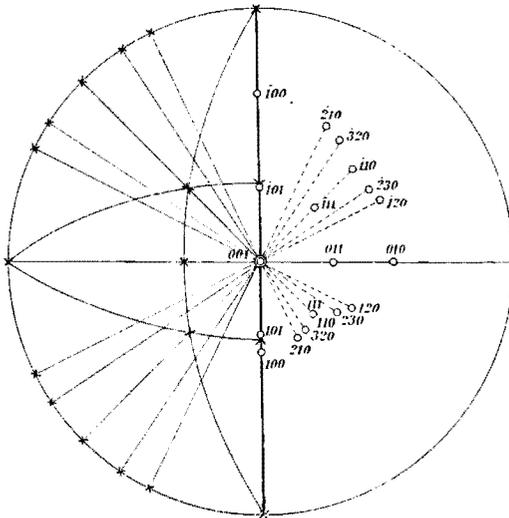
Fig. 14.



Tracht V.

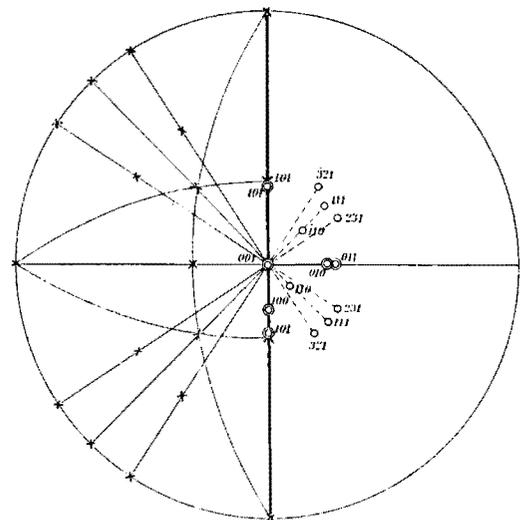
Der Unterschied zwischen prismatischen und pyramidalen Typen kommt auch hier nicht deutlich zur Anschauung. Dagegen fällt auf, daß einzelne Trachten die Pole für die Prismen außerhalb des Bereiches der 111, andere dagegen innerhalb desselben zeigen. Tracht III steht an der Grenze. Wir

Fig. 15.



Tracht VII.

Fig. 16.



Tracht VIII.

wollen für jene Kristalle, bei denen $d_{110} < d_{111}$ ist, die Bezeichnung »Nadelzinn« reservieren. Dieses kann demnach ebensogut prismatischen, wie pyramidalen Typus zeigen.

¹ Bei so hoch symmetrischen Formen, wie tetragonal, trigonal, hexagonal, tesseral genügt weniger als die Hälfte zur Darstellung der wahren Projektion. Bei rhombischen Kristallen muß die Hälfte verwendet werden, ebenso bei monoklinen. Nur muß bei diesem System 010 als Polfläche verwendet und alles auf Zentraldistanz $010 = 1$ bezogen werden. Das trikline System macht zwei getrennte Projektionen nötig.

Böhmen-Sachsen.

Die Behandlung von Zinnsteinen böhmisch-sächsischer Fundorte leidet an dem fast völligen Mangel von Einzelkristallen. Mehrere große Sammlungen lieferten nur drei Stufen mit meßbaren Kristallen. Scheinbare Einzelindividuen, welche bei genauerem Zusehen eingeschaltete Zwillinglamellen zeigten, blieben zur Vermeidung prinzipieller Fehler von der Messung ausgeschlossen.

Auch die Lage der Zwillinge, immer mit versenkten Köpfen, also ohne Spitzenentwicklung, war einer einwandfreien Behandlung hinderlich. Die früher dargestellte Verzerrungskonstruktion konnte nicht angewendet werden.

Im Folgenden sind die Trachten nach Fundorten geordnet dargestellt.

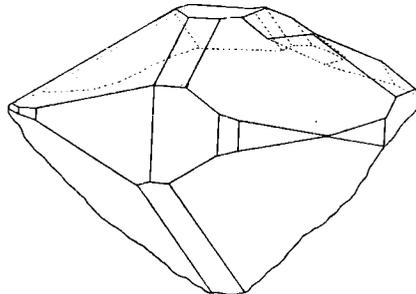
Schlaggenwald.

Tracht I.

Mineralogisches Institut der Universität Wien, 4430.

Die kleine Stufe trägt auf eisenschüssigem, schlechten Quarz drei Kristalle. Nur der dunkelschwarzbraune Kristall,¹ ähnlich einer starkgewölbten Linse, war meßbar. Er ist ziemlich groß, doppelendig und macht den Eindruck, als wäre ein rundum ausgebildeter Kristall mit einer ziemlich tief angeschnittenen $\bar{1}0\bar{1}$ auf der Unterlage befestigt. Beobachtete Flächen sind 100, 110, 210, 320, 101, 111, 001. Das beigegebene Bild des Kristalles (Fig. 17) verrät deutlich eine Wachstumszunahme an der freien Oberfläche.

Fig. 17.



110 verschwindet vollständig, $1\bar{1}0$ wird sehr klein. Die große Stufe auf der 011, desgleichen jene auf $\bar{1}0\bar{1}$ wurde bei der Messung vernachlässigt (abgetragen gedacht).

Das Kantenmittel 101—111 (Σ) war, wie zu erwarten, zu klein. Die infolge dessen angewendete Verzerrungskonstruktion hätte aber bei der sonst üblichen Auswertung im Kopfbild infolge der großen Breite von 100 die 110 völlig zum Verschwinden gebracht. Nachdem aber niemals, nicht einmal im verzerrten Kristall die 110 vollständig fehlt, muß wohl von dieser, als dem konstant Gegebenen, ausgegangen werden. Ihre geringe Breite in Verbindung mit den halben Flächenbreiten von 320 und 210 liefert eine 100-Breite, die von dem berechneten Mittelwerte nur sehr wenig abweicht.

Da der Kristall doppelendig ist, wird die Prismenhöhe durch die halbe längste Prismenkante bestimmt. Weil aber die Kanten von 100 unverlässlich sind, ist es besser, aus den Längskanten von 110 (rechts = θ) jene der 100 konstruktiv abzuleiten.

Hier hat man es mit einem fast rundum ausgebildeten Kristall zu tun, demnach muß das Volumen des herausgeschälten (doppelendigen) Normalkristalles einer Vollkugel gleichgesetzt werden.

¹ Die trotz des reichlichen Mitwachsens von Quarz sehr dunkle, fast schwarze Färbung scheint ein für böhmische Erze bezeichnendes Merkmal zu sein.

Zentraldistanzen des Normalkristalles		
Gemessen in <i>mm</i>		Relativ
4·78	100	0·855
5·30	110	0·948
5·32	210	0·952
5·35	320	0·957
5·95	101	1·062
4·85	111	0·867
6·70	001	1·198

Diese »Tracht I« von Böhmen (Taf. II, Fig. 15) zeigt allerdings eine merkwürdig schmale 101 im Verhältnis zu anderen böhmischen Erzen. Inwieweit die Lagenverzerrung hier verändernd eingewirkt haben mag, läßt sich leider nicht klar ermitteln.

In diesem Sinne sind die Beobachtungen an anderen Stufen von Interesse. A_h 632 und A_h 738 aus dem k. k. naturhistorischen Hofmuseum Wien zeigen ebenfalls wenige, sehr niedrige und im allgemeinen mit Tracht I recht gut stimmende Kristalle. Einschaltungen von Zwillinglamellen (so auch an dem von Becke l. c. abgebildeten Kristall, vermutlich von A_h 632) und heftige Oszillationen in der Prismenzone (dagegen glatte 101) verboten eingehende Messungen. Doch ist ihnen allen charakteristisch, daß die Breiten von 100 und 101 ziemlich genau übereinstimmen. Daß diese Beobachtung allgemein gemacht wird, erhellt aus den Idealbildern böhmischer Zinnerzkristalle, welche immer 100 und 101 gleich breit zeigen. Selbst an Zwillingen kann man häufig dasselbe beobachten. Es wurde davon konstruktiv ausgiebig Gebrauch gemacht.

A_h 738 trägt einen scherbenartigen mit Kopfflächen versehenen Kristall, niedergelegt, mit doppelendigem Prisma. Ein Versuch, aus diesem, der keinerlei Zwillingbildung verriet, die Zentraldistanzen zu ermitteln, führte, ohne daß Korrekturen nötig gewesen wären, zu folgenden Zahlen.

Gemessene Zentraldistanzen in <i>mm</i>		Relative Zentraldistanzen
4·5	100	0·834
4·525	110	0·838
4·725	210	0·875
5·6	101	1·032
5·65	111	1·042
6·35	001	1·171

Die Ähnlichkeit mit Tracht I ist sehr weitgehend, doch wurde wegen der allzugeringen Zugänglichkeit des letzten Kristalles und der dadurch bedingten Fehlermöglichkeit von einer Vereinigung Abstand genommen.

Allen Einzelkristallen ist das außerordentlich niedrige Prisma und das Auftreten der 001 gemeinsam.

Tracht II.

K. k. naturhistorisches Museum Wien, A_g 30.

Tadellos scharf entwickelte, nicht zu große, fast schwarze Zwillinge sitzen auf Greisen. In der Mitte liegt ein nahezu farbloses Apatit. Randlich sieht man scheinbare Einzelkristalle mit Andeutung von 001, welche aber Zwillinglamellen tragen.

Hier wie in vielen anderen Fällen sieht man, daß die Zwillingsebene fast immer mehr weniger normal zur Unterlage steht, während die Frontalebene in ihrer Neigung sehr schwanken kann — bis zum völligen Parallelismus mit der Unterlage.¹ Die Zwillinge haben ausnahmslos die Köpfe im Untergrund versenkt. Zwillinge mit nach außen gekehrtem Knie mögen als »Kniezwillinge« bezeichnet werden. In seltenen Fällen ist ein Zwillingsteil niedergelegt, verrät aber dabei immer, daß die Zwillingbildung erst im weiteren Verlaufe des Wachstums zur Ausbildung kam. Diese liegenden Teile haben ein ziemlich langes Prisma. Die übrigen Zwillinge tragen ein auffällig kurzes Prisma. Die Zwillinge nähern sich der Form einfacher Doppelpyramiden, die Prismenzone erscheint als schmales Gürtelband.

Das Knie ist nie wirklich ausgebildet, sondern es tritt ein einspringender Winkel (»Visier«) auf. Die im einspringenden Winkel liegenden verwendeten Pyramiden zeigen die von Becke beschriebene starke Oszillationsriefung mit 111 und $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$. Diese verwendete Pyramide soll immer als 101 bezeichnet werden, dann ist das normal zur Frontalebene liegende verwendete Prisma außen 100, die ungefähr normal zur Unterlage und parallel zur Zwillingsebene verlaufende Fläche ist $10\bar{1}$. Die 010 und $0\bar{1}0$ fallen zusammen.

Sind beide Teile gleichwertig, dann ist ein Überwachsen einer Hälfte über die andere abgeschlossen. Das erkennt man am besten an der 010, welche als nahezu rechteckige Fläche bis zur Unterlage reicht.

Die Zwillinge dieser Stufe haben einen scharf ausgeprägten einspringenden Winkel, eine sehr niedrige Prismenzone und eine auffällige Entwicklung der $10\bar{1}$, $11\bar{1}$ und 010, so daß langsäulige Zwillinge entstehen. Die große Ähnlichkeit mit den bekannten Gipszwillingen gab Anlaß, solche Kniezwillings-trachten als »Schwalbenschwanzzwillinge« zu bezeichnen.

Infolge der sehr dichten Verwachsung war nur ein kleines gut ausgebildetes Individuum der Messung zugänglich. (Taf. II, Fig. 16.)

Beobachtet wurden 100, 110, 210, 101, 111 (321?) Im Gegensatz zu den Einzelkristallen ist 210 sehr schmal. 101 ist gerieft, $10\bar{1}$ immer glatt (auch an anderen Zwillingen). Es scheint die Riefung der 101 nur eine Folge der Wachstumsbeschleunigung an der Zwillingsebene zu sein. Die 321 (?) wurde als rundliche Abstumpfung der Kante 210—111 beobachtet, ist aber so winzig in der Ausbildung und so unsicher in der Flächenlage (gewölbt), daß sie nicht berücksichtigt wurde.²

Die Behandlung des Zwillings ist analog jener der Einzellkristalle. Man verwendet drei Schnitte.

1. Ein Schnitt normal zur Prismenzone (Querschnitt eines Zwillingsteiles).
2. Ein Schnitt parallel der Frontalebene.
3. Ein Schnitt normal zu 110—111.

¹ Denkt man sich zwei Kristallkeime in Zwillingsstellung, dann gibt es zwei Ansatzmöglichkeiten. Entweder der Zwillingskeim ist mit beiden Köpfen auf die Unterlage aufgesetzt (Böhmen), oder mit dem Knie (Cornwall). Sind die beiden Teile gleichwertig, dann muß im ersten Falle die Zwillingsebene normal zur Unterlage sein, während die Neigung der Frontalebene schwanken kann. Sitzt dagegen der Zwilling mit dem Knie auf, dann ist die Balance sehr schwer zu erhalten. Die geringste Verschiedenheit beider Teile muß den einen zum Kippen bringen, wobei sich der andere aufrichtet. Daher wird an Cornwaller Stufen (versenktes Knie = Kopfzwillinge) symmetrische Neigung zur Unterlage nie, an böhmischen Erzen (versenkte Köpfe = Kniezwillinge) fast immer beobachtet.

² 321 konnte an böhmischen Erzen nie in deutlicher Ausbildung bemerkt werden.

Bei Bestimmung der Mittelwerte der Kanten für den »Schemazwilling« (analog dem »Schemakristall« bei Einzelindividuen) ist zu berücksichtigen, daß die Breiten und Längen für 100 und 010, für 210 und 120 usw. nicht mehr gleich sein können. Es wurden also nur die Messungen jener Flächen zu einem Mittelwert vereinigt, welche in beiden Teilen zur Zwillingsebene symmetrisch liegen (210 mit $\bar{2}\bar{1}0$ und $\underline{210}$, $\underline{2\bar{1}0}$, ebenso 120, $\bar{1}\bar{2}0$, $\underline{120}$, $\underline{1\bar{2}0}$).

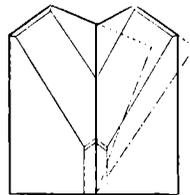
Der Querschnitt geht schräg durch die 010 hindurch ¹ und zeigt nur eine Hälfte des Kristalles. Hier sind die Zentraldistanzen der Prismenzone ablesbar. Zentraldistanz 100 und Zentraldistanz 010 sind verschieden.

Im Frontalschnitt, dessen Höhe aus dem Vergleich der Längskanten von $10\bar{1}$ und 010 gegeben ist, gewinnt man die Zentraldistanzen von $10\bar{1}$, 100, 101. Es wird die Annahme gemacht, daß der Keimpunkt im Schnitt zwischen der zweiten Bissektrix und der zur Zwillingsebene normal hindurch gelegten Basis liege. ²

Beigegebene Skizze (Fig. 18) zeigt diesen Schnitt. Die Trasse des Querschnittes entspricht der mit der Prismenzone parallelen, strichpunktiierten Linie.

Bei Bestimmung der Zentraldistanz 111 und Zentraldistanz $11\bar{1}$ muß darauf geachtet werden, daß

Fig. 18.



in dem dazu nötigen Schnitt $\perp 110$ der Keimpunkt vom Prisma aus richtig konstruiert wird. Die erforderlichen Daten sind aus dem Querschnitt und dem Frontalschnitt zu entnehmen.

Die so gewonnenen Werte sind am Schlusse in der Tabelle angeführt.

Man kann nun nach Becke's Vorgang das Volumen des gesamten Zwillings bestimmen und die »relativen« Zentraldistanzen auswerten. Nachdem die Beziehung zu Einzelkristallen fehlt, wurde hier und im Folgenden in aller Strenge Becke's Gedankengang verwertet und demnach jeder Teil einer Viertelkugel gleichgesetzt.

Da die Verzerrungskonstruktion ohne Spitzenentwicklung unausführbar ist, galt es eine andere Form zu finden, nach welcher aus dem Schemazwilling der unverzerrte Normalkristall herausgeschält werden könnte.

Die im Folgenden geschilderte Methode leidet an der Menge der Annahmen, welche ihr zugrunde liegen. Gleichwohl haben sich einige Gesetzmäßigkeiten festlegen lassen, welche die Anwendung der Methode rechtfertigen.

Nach den bisher bei Studium von Zwillingen gemachten Erfahrungen sind jene Flächen, deren Normalen gegen die zweiten Bissektrix um 90° absteigen, von der Verzerrung durch die Zwillingsbildung unberührt. Um dem Rate des Herrn Prof. Becke, welcher die Benützung der am Kristall gegebenen Werte empfahl, zu entsprechen, wurden also die Zentraldistanzen jener Flächen, für welche die zweiten Bissektrix die Zonenachse darstellt, als unverändert angesehen. Demnach würden auch dem Normalkristall die Zentraldistanzen der $10\bar{1}$, $11\bar{1}$ und 010 zukommen. Dies ist die erste Annahme.

Bezüglich der Zentraldistanz 110 muß noch eine zweite Annahme herangezogen werden. Ebenfalls auf vielfache Beobachtung gestützt, wurde auch für den Normalkristall eine übereinstimmende Flächenbreite für 100 und 101 vorausgesetzt und damit die 110 eindeutig festgelegt.

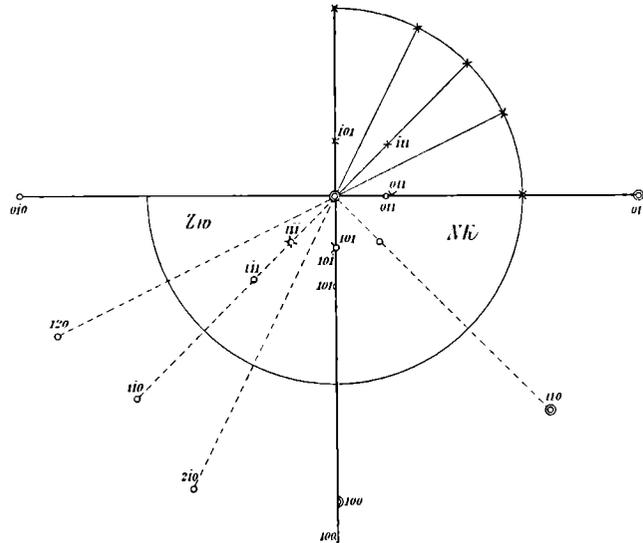
¹ Die dem Querschnitt zugehörige »Breite« der 010 wird konstruktiv aus den Messungsdaten abgeleitet.

² Ist die wirkliche Basis schräge zu $10\bar{1}$ und 010, so kann sie ohne Volumsänderung durch eine zur Zone $10\bar{1}$ —010 normale Fläche ersetzt werden. (Vgl. »Methode der Untersuchung«, p. 4.)

Die übrigen, nicht primären Flächen (210, 320 usw.) blieben ein für alle Male unberücksichtigt. Es ist dies sicherlich ein Fehler, doch dürfte die Heranziehung einer dritten Annahme zur Unterbringung derartiger Flächen die ganze Herausschälung des Normalkristalles noch weniger verlässlich machen, als sie leider ist.

Zum angenäherten Vergleich der Trachten mit ihren eigenen Zwillingen und mit den Trachten fremder Fundorte dürfte die Methode gleichwohl ganz brauchbare Dienste leisten.

Fig. 19.



Pole der Trachtprojektion.

O Oberseite } reell ⊙ virtuell
 X Unterseite }

X = Pole der stereogr. Proj.

Von dem so gewonnenen Normalkristall wird das Volumen ausgewertet. Dann werden seine »relativen« und die »vergleichbaren« Zentraldistanzen der Zwillinge wie früher bestimmt.

Im gegebenen Falle war die Zentraldistanz 010 im Verhältnis zu Zentraldistanz 10 $\bar{1}$ und Zentraldistanz 11 $\bar{1}$ schon zu groß. Zum ersten Male wird die Prismenzone vollständig virtuell.

Normalkristall Gemessene Zentraldistanzen	Schemazwilling		Normalkristall Relative Zentraldistanzen	Schemazwilling Vergleichbare Zentraldistanzen	Relative Verzerrung
	Gemessene Zentraldistanzen	Relative Zentraldistanzen			
(2 1)	2·35	1·460	100	(1·560)	1·120
—	2·24	1·392	210	—	—
(1·7)	1·95	1·212	110	(1·263)	1·148
—	2·14	1·332	120	—	—
(2·1)	2·18	1·355	010	(1·560)	1·038
1·1	2·05	1·247	101	0·817	1·523
1·1	2·00	1·244	111	0·817	1·487
[1·1] ¹	1·10	0·684	10 $\bar{1}$	[0·817]	0·817
[1·1]	1·10	0·684	11 $\bar{1}$	[0·817]	0·817
(1·3)	—	—	(001)	(0 965)	—

¹ Die Zentraldistanzen 10 $\bar{1}$ und Zentraldistanz 11 $\bar{1}$ haben bei dem Normalkristall eigentlich keinen Sinn. Sie dienen nur zum Vergleich mit dem Zwilling und sind deshalb geklammert [].

In der Taf. Fig. 17a und b sind Normalkristall und der entsprechende Zwillings von Tracht II dargestellt. Natürlich gebührt dem Normalkristall als aufgewachsen gedachten Kristall nur die obere Hälfte der gezeichneten Doppelpyramide. Nur diese ist mit den übrigen Trachtbildern volumsgleich. Die durch gestrichelte Linien angedeutete Ergänzung zum rundum ausgebildeten Kristall soll nur den »oktaëdrischen« Typus (Lacroix) klarer zur Anschauung bringen.

Im Anschluß ist noch die Trachtprojektion dieser Tracht gegeben. Dabei sind drei Quadranten so verwendet, daß einer der stereographischen Projektion, der zweite der Trachtprojektion des Normalkristalles (NK.), der dritte jener des Zwillings (Zw.) dient. (Fig. 19.)

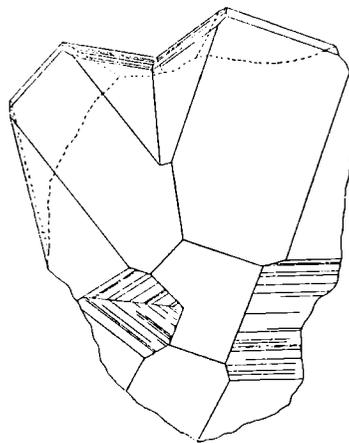
Tracht III.

K. k. naturhistorisches Hofmuseum Wien, A_h 727.

Auf einem etwa 1 dm langen, trüben und am Kopfe etwas rostigen Quarzkristalle läuft ungefähr um die Mitte ein Kranz von dunklen Kassiteritzwillingen. Zahlreiche Narben abgebrochener Kristalle zeigen, daß die Kristalle tatsächlich nur aufgesetzt sind.

Drei Kniezwillinge wurden gemessen. Immer war ein Zwillingsstück kräftiger entwickelt und deshalb auch über die 010 übergreifend. Gleichzeitig war die Zwillingssebene nicht streng normal zur Unterlage. In allen Fällen lag die Frontalebene stark geneigt, so daß einseitig die 110 verkümmert waren, dagegen an der freien Oberfläche auch noch Flächen der Unterseite sichtbar wurden. Die beigegebene nur wenig vergrößerte Abbildung eines der drei Zwillinge soll von der Tracht eine Vorstellung geben (Fig. 20). Immer

Fig. 20.



war die sonst nicht mehr beobachtete 011 und $0\bar{1}\bar{1}$ des Zwillings entwickelt, so daß seltsame einspringende Winkel auftreten. Diese Flächen, wie auch die 101 sind immer heftig gerieft (Oszillation mit 111). In der Figur ist dies durch Strichelung der Fläche angedeutet.

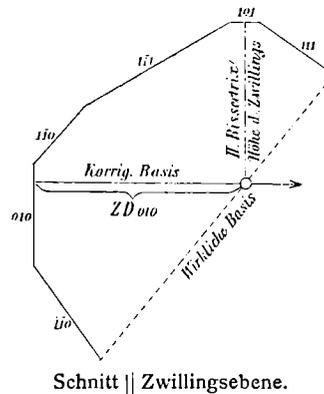
Für die Messung mußte die ganze Breite oszillierender Flächenlagen als kontinuierliche 101 angesehen werden. Diese ist meist so breit wie 100, letztere immer schmaler als $10\bar{1}$.

Einer der Zwillinge trug gerundete Kanten 100—101 und außerdem war die 101 von gerundeten gegen die Rinne zusammenneigenden Kanten gegen 111 begrenzt. Die Rinne zwischen den 111-Flächen ist demnach tiefer als ihr zukäme, so als störten sich die 111 der Zwillinge gegenseitig.

Bezüglich der Konstruktion der Schemazwillinge ist zu bemerken, daß hier die Breite der 110 nicht verlässlich ist, da die 110 nur einmal vollständig umkantet ist. Ebenso unsicher ist die Behandlung der 010. Die Lage des Keimpunktes ist also nicht gegeben.

Als Hilfskonstruktion verwendet man die Zeichnung der Zwillingssebene aus den gemessenen Daten. In der Fig. 21 ist ein Beispiel gegeben. Man sieht, daß die wirkliche Ansatzfläche (Basis) sehr schräg durch den Zwilling hindurchzieht. Es wurde aber die Annahme gemacht, daß der Keimpunkt im Schnitt zwischen der zweiten Bissektrix und der Basis liege. Die Länge der so abgesteckten zweiten Bissektrix

Fig. 21.



mag die »Höhe des Zwillings« heißen. Nach Analogie mit anderen Fällen ersetzen wir die schräge Basis durch eine zur zweiten Bissektrix normalen und erhalten so Zentraldistanz 010 und die am aufgerichteten Zwilling noch sichtbare Höhe der 010.

Mit dieser Angabe ist der Frontalschnitt und der Querschnitt fixiert. Alle übrigen Bestimmungen erfolgen nach Muster von Tracht II.

Die Ausführung der Konstruktion der Zwillingssebene gab in einem Fall überhaupt keine 010 am aufgerichteten Zwilling. In den beiden anderen Fällen war die 010 sehr klein. Die Zwillinge sind also bedeutend niedriger als bei Tracht II.

In keinem Falle war bei dem Schemazwilling die untere Ecke von 110, 111 und 010 entwickelt, also ein Ansatz von 011 ausgeschlossen, welches demnach unberücksichtigt blieb.

Hier ist Zentraldistanz 010 > Zentraldistanz 100, außerdem in einem Falle virtuell. Der Unterschied zwischen beiden Zahlen ist meist gering. Ist nun auch die 100 eigentlich die »Kieflfläche« (Kreutz), also im Wachstum eher gehindert als gefördert, so ist ein wirklicher Defekt, eine Wachstumsverzögerung, an der Seite der freien Oberfläche kaum verständlich, da hier jedenfalls die Wachstumszunahme durch Lagenverzerrung den Defekt ausgleichen müßte. Der Normalkristall würde größer ausfallen als der entsprechende Zwillingssteil.

Gemessene Zentraldistanz						
Schemazwilling				Normalkristall		
a	b	c		a	b	c
10·15	8·7	7·55	100	10·15	8·7	7·55
7·6	6·95	5·85	110	8·00	6·95	5·85
10·15	(10·55)	8·15	010	10·15	8·7	7·55
7·4	5·95	6·00	101	6·7	6·55	5·73
5·8	5·9	5·73	111	6·45	6·4	5·45
6·7	6·55	5·73	101̄	[6·7]	[6·55]	[5·73]
6·45	6·4	5·45	111̄	[6·45]	[6·4]	[5·45]
—	—	—	(001)	(7·9)	(7·8)	(6·8)

Das widerspricht aller an Zinnerzen gewonnenen Erfahrung. In derartigen Fällen (sie sind weitaus in der Minderzahl) wurde demnach die Zentraldistanz 100 des Zwilling auch für den Normalkristall verwendet.

Die »reduzierten Zentraldistanzen« der Normalkristalle (Reduktion mit Zentraldistanz 110) gestatten die Auswertung eines Mittels.

Reduzierte Zentraldistanzen der Normalkristalle				
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>		Mittel
1·269	1·252	1·291	100	1·271
1	1	1	110	1
0·838	0·942	0·980	101	0·920
0·806	0·921	0·932	111	0·886
(0·988)	(1·122)	(1·162)	(001)	(1·091)

Ebenso wurden mit den Zentraldistanzen 110 der zugehörigen Normalkristalle die »reduzierten Zentraldistanzen« der Schemazwillinge und deren Mittel gebildet.

Reduzierte Zentraldistanzen der Schemazwillinge				
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>		Mittel
1·269	1·252	1·291	100	1·271
0·950	1·000	1·000	110	0·983
1·269	(1·517)	1·393	010	(1·393)
0·925	0·855	1·026	101	0·935
0·725	0·848	0·980	111	0·851
0·838	0·942	0·980	10 $\bar{1}$	0·920
0·806	0·921	0·932	11 $\bar{1}$	0·886

Da bei den Zwillingen äußere Einflüsse sich leichter ausprägen können, ist die Übereinstimmung der reduzierten Werte hier nicht so gut, wie bei den Normalkristallen.

Soll 100 und 101 am Normalkristall gleich breit sein, dann muß an dem erhaltenen Mittel der Zentraldistanzen eine kleine Korrektur vorgenommen werden. Zentraldistanz 101 = 0·93 und Zentraldistanz (001) = (1·097). Daraus berechnen sich, wie üblich, die relativen Zentraldistanzen des Normalkristalles und die vergleichbaren des Zwillinges.

Die Zwillingstracht ähnelt etwas Tracht II, ist aber bedeutend niedriger.

Seltsam ist der angebliche Wachstumsdefekt bei dem Prisma 110. Doch ist dieser außerordentlich gering und demnach liegt die Vermutung nahe, es präge sich hier die Folge der zweiten Annahme aus. Schon eine geringe Verschiebung in den Breiten von 101 und 100 würde den Defekt verschwinden lassen. Der Übelstand scheint also in der Konstruktion zu liegen.

Mittel der Schemazwillinge			Mittel der Normalkristalle	Relative Verzerrung
Relative Zentraldistanz	Vergleichbare Zentraldistanz		Relative Zentraldistanz	
1·260	1·237	100	1·237	1
0·973	0·956	110	0·973	0·984
(1·378)	1·355	010	1·237	1·094
0·926	0·909	101	0·905	1·091
0·821	0·828	111	0·861	0·963
0·908	0·895	10 $\bar{1}$	[0·905]	0·990
0·875	0·861	11 $\bar{1}$	[0·861]	1
—	—	(001)	(1·065)	—

Anschließend mögen noch einige Schlaggenwalder Stufen aus dem mineralogischen Institut der Universität Wien Erwähnung finden.

Nr. 6806. Ausbildung nach Tracht II, Streifung hier auf 101 und 10 $\bar{1}$. Anlage von Wendezwillingen, Subindividuenbildung.

Nr. 4441. Ein großer abgebrochener Wendezwilling, 111—101—1 $\bar{1}$ 1 kontinuierlich ineinander übergehend. Der mittlere zur Unterlage genau parallel liegende Teil hat keine 100, an den beiden anderen Teilen ist sie sehr schmal. Die Längen der beiden seitlichen 100-Flächen sind 0·4 und 0·8 *cm*, jene am mittleren Teil (virtuelle 100) 1·4 (!). Es sieht genau so aus, als hätte man zwei normal ausgebildete Zwillinge mit Parallelstellung je eines Teiles einfach aneinandergeschoben. Offenbar veranlaßt die doppelte Verzwilligung auch eine doppelte Wachstumszunahme.

Nr. 6805. Mehrere Drillinge, die Ähnliches zeigen. Seitliche 100-Länge = 0·25 und 0·27 *cm*, mittlerer Teil 0·5 *cm*, streng parallel zur Unterlage. Prismenzone gewölbt, 110, 320, 210 kantenlos ineinander übergehend.

Nr. 4444. Ein neuer Typus (Dachzwilling). Dieser an Schlaggenwalder Erzstufen seltene Trachttypus kommt bei Zinnwalder und Graupener Trachten zur Besprechung. (Vgl. Tracht IV.)

Zinnwald.

Tracht IV.

Mineral. u. petrogr. Institut der Universität Wien, 1118.

Die tief bernsteinbraunen, gelegentlich rötlich schimmernden Kniezwillinge zeigen einen ganz neuen Trachttypus. Auffällig ist das Vorherrschen der Prismenzone am Zwilling, wie auch das fast völlige Verschwinden des einspringenden Winkels. Entweder haben die Zwillinge ein ganz ausgebildetes Knie, oder das Visier tritt als schmale Rinne auf, gelegentlich auch einseitig vollständig von einer 101 überdacht.¹ Manchmal sind die Kristalle niedergelegt und ahmen im präzisen Zusammenstoß der Prismenzone einen hexagonalen Kristall nach. Schon am Zwilling zeigt sich eine auffällige Breite der 100. Demnach ist auch die 101 sehr breit (10 $\bar{1}$ meist noch breiter), 111 dagegen klein.

Die Stellung von 210 und 320 ist unklar. Große Zwillinge entbehren manchmal dieser Prismen, während sie an manchen kleinen Kristallen auftreten. Als Notflächen dürfen sie jedenfalls nicht bezeichnet werden. Sie sind schwer gegenseitig abgrenzbar.

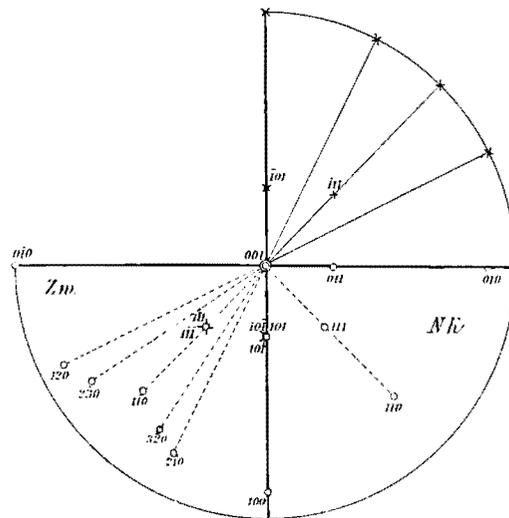
¹ An dem geringen Winkelunterschied zwischen 100 und 10 $\bar{1}$ des Zwillings läßt sich die Zugehörigkeit der das Visier beherrschenden Fläche zu dem einen oder anderen Individuum unschwer ableiten.

Die Stufe trägt eine reichlich mit Kristallen besetzte dünne Erzschichte auf Greisen. Die Zwillinge sind dicht verwachsen, sehr unregelmäßig gelagert und mit Nakrit umwachsen. Der einzige zur Messung verwendete Zwilling mußte erst aus dem Nakrit herausgeschält werden.

Das Bild dieses Zwillings (Taf. III, Fig. 18) läßt seinen regelmäßigen Bau erkennen. Die Ansatzfläche ist stark gewölbt. Für die »Höhe« des Zwillings ist demnach nur das Verhalten der 010 und $0\bar{1}0$, nicht jenes der $10\bar{1}$ und 101 maßgebend.

Der Anblick des Kristalles erinnert bei der starken Entwicklung der Prismenzone an ein Hausdach, weshalb solche Zwillinge in Hinkunft als »Dachzwillinge« bezeichnet werden mögen. Diese Zwillinge-

Fig. 22.



tracht ist durch auffällige Gleichheit der Zentraldistanz ausgezeichnet — ein Merkmal, das sich auch bei dem abgebildeten Normalkristall (Taf. III, Fig. 19) wiederholt. Letzterer ist wieder volumsgleich mit den übrigen Trachten gezeichnet. Auch hier dürfte die Annahme gleich breiter 100 und 101 nicht ganz zutreffen, da sich abermals eine angebliche Verzögerung im Wachstum der 110 herausstellt.

Im Folgenden die übliche Zusammenstellung der gemessenen und berechneten Zentraldistanz.

Normal- kristall	Schemazwilling		Normal- kristall	Schemaz- willing	Relative Verzerrung
	Gemessene Zentraldistanz	Relative Zentraldistanz			
3·99	3·99	0·985	100	0·945	1
—	4·05	1·000	210	—	—
—	3·95	0·975	320	—	—
3·98	3·75	0·926	110	0·943	0·943
—	(4·07) ¹	(1·006)	(230)	—	(0·964)
—	(4·25)	(1·050)	(120)	—	(1·008)
3·99	4·18	1·033	010	0·945	0·990
3·85	4·2	1·039	101	0·912	0·995
4·25	4·05	1·000	111	1·008	0·959
[3·85]	3·85	0·951	$10\bar{1}$	[0·912]	0·912
[4·25]	4·25	1·050	$11\bar{1}$	[1·008]	1·008
(4·5)	—	—	(001)	(1·067)	—

In Fig. 22 ist die Trichtprojektion gegeben (vgl. Tracht II).

¹ Konstruktiv dem Kopfbild des Schemazwillings entnommen.

Tracht V.

K. k. naturhistorisches Hofmuseum Wien, A₇ 553.

Ein seltsames Gemenge von ziemlich wasserhellen, kleinen Quarzsäulchen, etwas angeätzt, mit schwarzen Zwillingen und derbem Erze, trägt in den Winkeln Steinmark. Quarz und Kassiterit scheinen gleichzeitig gebildet. Die Zwillinge haben Schwalbenschwanztracht, sind aber merkwürdig klein und scharf, die Prismenzone öfters ganz verschwindend. Wendezwillinge sind häufig, rosettig angeordnet, mit tiefen Visieren, aber unschön entwickelt.

An dieser Stufe tritt eine sehr steile, verwendete Pyramide auf. Man beobachtet die Kante 100—101 immer rundlich abgestumpft. Auch gegen 111, eventuell 210 sind an dieser Stelle nie scharfe Kanten zu bemerken. Die Erscheinung erinnert an die völlig abgescheuerten und gerundeten Ecken lang benützter Holz- oder Gipsmodelle. Nie wurde auch nur ein Schimmer eines Reflexes beobachtet. Auflagerungen von Deckglassplittern sind infolge der konvexen Oberfläche unmöglich. Stellenweise beobachtet man, daß die fragliche Fläche auf der 111 Kanten bildet, die mit den 101- und 110-Kanten ungefähr gleiche Winkel einschließt. Das spricht für eine 501, obwohl gerade diese Fläche von Miller ohne weiteren Beleg angeführt wird.

Das Auftreten der 501 bedingt eine Verschmälerung des 101 gegen 100 (sonst immer breiter). Die 501 bringt auch die 101 nahezu oder völlig zum Verschwinden.

Ein ziemlich normal stehender Zwilling (Taf. III, Fig. 20) zeigte eine virtuelle 101 und eine 011, welche infolge Übergreifens eines Teiles sich einschaltete. Letztere blieb unberücksichtigt.

Die 501 wurde wie die 210 am Normalkristall vernachlässigt, da auch hier eine plausible Annahme für ihre Unterbringung fehlte.

Normal- kristall	Schemazwilling			Normal- kristall	Schemazwilling	Relative Verzerrung
	Gemessene Zentraldistanz	Relative Zentraldistanz				
(2·5)	2·7	1·406	100	(1·521)	1·642	1·032
—	2·6	1·354	210	—	1·582	—
(2·0)	2·3	1·198	110	(1 217)	1·399	1·149
—	2·6	1·354	120	—	1·582	—
(2·5)	2·6	1·354	010	(1·521)	1·582	1 042
1·35	(2·6)	(1·354)	101	0·822	(1·582)	(1·926)
—	2·95	1·537	501	—	1·794	—
1·35	2·43	1·265	111	0·822	1·478	1·799
[1·35]	1 35	0·704	101	[0·822]	0·822	1
—	2·48	1·292	501	—	1 508	—
[1·35]	1·35	0·704	111	[0·822]	0·822	1
(1·58)	—	—	(001)	(0·962)	—	—

Die Ähnlichkeit in Zwillings- und Normalkristall mit Tracht II ist eine sehr bedeutende. Der einzige wesentliche Unterschied liegt in der nie wieder beobachteten 501.

Graupen.

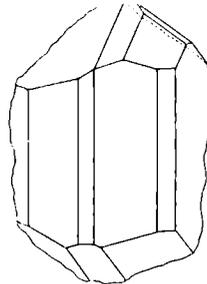
Tracht VI.

Sammlung Dr. A. Lechner, 2738.

Eine ziemlich dicke Erzplatte, oberflächlich schöne dunkle Kristalle tragend, ruht auf wenig Greisen. Quarz in Kristallen fehlt. Gleichzeitig ist das Nebeneinandervorkommen von Zwillingen und Einzelkristallen merkwürdig. Die Zwillingsstracht entspricht Tracht IV; die Individuen sind meist ganz niedergelegt, demnach zur Messung ungeeignet.

Die Einzellkristalle sind selten, häufig auch durch feine Zwillingslamellen gestört. An einer Stelle wurde eine winzige 001 gefunden, doch konnte keine Messung vorgenommen werden. Durchgemessen wurde ein niedergelegter, sehr scharf geschnittener Einzelkristall (Fig. 23) mit breiten 210. Auch sonst ist

Fig. 23.



die 210 verhältnismäßig breit. 101 ist im Schemakristall schmaler als 100, erinnert damit an Tracht I. Der Kristall war fast genau der Länge nach halbiert. Seine Auswertung erfolgte nach Muster von Tracht II Cornwall und verlief völlig korrekturlos.

Gemessene Zentraldistanz		Relative Zentraldistanz
1·97	100	0·749
2·05	110	0·780
2·09	210	0·794
3·26	101	1·280
3·00	111	1·132
(3·08)	(001)	(1·463)

Die Tracht VI (Taf. II, Fig. 21) ist im großen der Tracht I recht ähnlich.

In diesem Zusammenhang ist es bezeichnend, daß Einzel- und Zwillingsindividuen gleichzeitig auftreten.

Tracht VII.

K. k. naturhistorisches Hofmuseum, A^h 697.

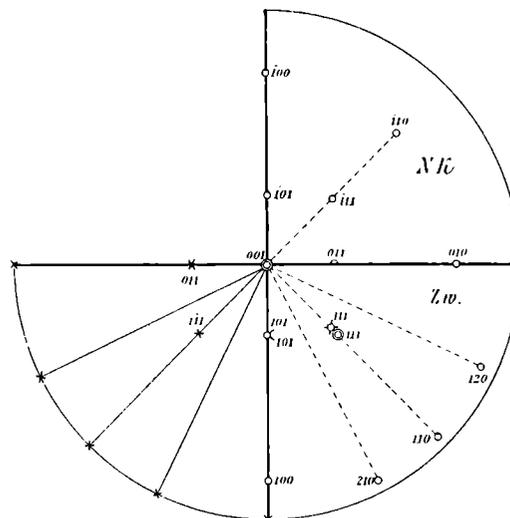
Wunderbar scharfe, wenige Zwillingskristalle liegen mit unreinem Quarz auf Greisen. Hier wie im vorher geschilderten Falle ist die 100 ungewöhnlich breit, eine Eigentümlichkeit der Kristalle von Graupen, auf die schon Becke (l. c.) hinwies. Die Prismen 110 und 210 sind zu Kantenabstufungen herabgedrückt. Es sieht so aus, als wären zwei kantengerundete Würfel in Zwillingsstellung verwachsen. Wir wollen diese Ausbildung mit extrem breiten 100 und 010 als »kubische Dachzwillinge« bezeichnen. Hier ist die 101 breiter, die 10 $\bar{1}$ schmaler als die 100 im Gegensatz zu anderen Fällen. Das Visier wird einseitig von der 101 überdeckt. 111 ist hier zum ersten und einzigen Mal virtuell.

Anlage zu Fünflingen, sonst bei Dachzwillingen häufig, fehlt hier, dagegen sind Wendezwillinge häufiger. Auch Spuren von Einzelkristallen waren zu finden. Wegen der recht dichten Verwachsung der Kristalle wurde nur ein Zwilling gemessen. Die Konstruktion erfolgte in üblicher Weise. Als Ansatzpunkt für die virtuelle 111 wurde der höchste Punkt des Prismas 110 in der Projektion auf die Frontalebene angenommen.

Normalkristall	Schemazwilling			Normalkristall	Schemazwilling	Relative Verzerrung
	Gemessene Zentraldistanz	Gemessene Zentraldistanz				
3·60	4·12	0·958	100	0·887	1·013	1·142
—	4·64	1·080	210	—	1·141	—
3·50	4·68	1·090	110	0·862	1·151	1·335
—	4·55	1·059	120	—	1·119	—
3·60	3·60	0·837	010	0·887	0·887	1
4·10	4·05	0·941	101	1·008	0·997	0·988
4·22	(5·05)	(1·175)	111	1·038	(1·242)	(1·197)
[4·10]	4·10	0·954	10 $\bar{1}$	[1·008]	1·008	1
[4·22]	4·22	0·982	11 $\bar{1}$	[1·038]	1·038	1
(4·8)	—	—	(001)	(1·181)	—	—

In Taf. III, Fig. 22 *a* und *b* sind die Trachten des Normalkristalles und des entsprechenden Zwillings abgebildet. Der Normalkristall nimmt eine Mittelstellung zwischen der Tracht IV und VI ein. Hier mehr

Fig. 24.



noch als in Tracht IV nähern sich die Zentraldistanzen des Zwillings völliger Gleichheit. Beistehende Fig. 24 gibt die Trachtprojektion des kubischen Dachzwillings.

Marienberg (Sachsen). Tracht VIII.

K. k. naturhistorisches Hofmuseum Wien, Aa 2824.

Mit wenig Steinmark sind dunkle Dachzwillinge (vgl. Tracht IV) auf Greisen unregelmäßig aufgewachsen. Quarzkristalle fehlen. Fünflingsanlagen sind häufig. Der in Taf. III, Fig. 23 dargestellte

Zwilling verrät den Einfluß der Lage. Der flacher liegende Teil ist länger, der steilere liefert dafür die zur Überdeckung des Visieres nötige 101.¹ Konstruktion und Berechnung boten keinerlei Besonderheiten.

Gemessene Zentraldistanz			Normalkristall	Schema-zwilling	Relative Verzerrung
Normalkristall	Schema-Zwilling		Relative Zentraldistanz	Vergleichbare Zentraldistanz	
3·00	3·28	100	0·891	0·974	1·093
—	3·15	210	—	0·935	—
2·92	3·00	110	0·867	0·891	1·028
—	3·10	120	—	0·920	—
3·00	3·00	010	0·891	0·891	1
3·48	3·22	101	1·033	0·956	0·925
3·55	3·30	111	1·053	0·980	0·931
[3·48]	3·48	10 $\bar{1}$	[1·033]	1·033	1
[3·55]	3·55	11 $\bar{1}$	[1·053]	1·053	1
(4·1)	—	(001)	(1·217)	—	—

Die scharfe Ausbildung eines teilweise niedergelegten Fünflings² lockte dazu, den Versuch einer Durchmessung zu wagen.

Ein ideal ausgebildeter Fünfling kann zusammengestellt gedacht werden aus vier Dachzwillingen mit teilweise parallel gestellten Prismen. Die Abgrenzung der vier Zwillinge ist durch die vier Rinnen am Kopf des Fünflings gegeben, damit auch die »Höhe« des Einzelzwillings, da die Breite von 110 bei jedem Zwillings-

Gemessene Zentraldistanz			Normalkristall	Schema-zwilling	Relative Verzerrung
Normalkristall	Schema-Zwilling		Relative Zentraldistanz	Vergleichbare Zentraldistanz	
3·65	3·89	100	0·992	1·057	1·060
—	3·65	210	—	0·992	—
3·15	3·3	110	0·856	0·897	1·048
—	(3·65)	(120)	—	(0·992)	—
3·65	(3·65)	(010)	0·992	(0·992)	1
3·6	4·08	101	0·978	1·110	1·135
3·6	3·9	111	0·978	1·060	1·084
[3·6]	3·6	10 $\bar{1}$	[0·978]	0·978	1
[3·6]	3·6	11 $\bar{1}$	[0·978]	0·978	1
(4·2)	—	(001)	(1·142)	—	—

anteil fixiert ist. Taf. III, Fig 24 gibt eine Abbildung einer solchen Fünflingsecke, abgegrenzt durch die Rinne. Die selbstverständlich virtuelle 010 läßt sich leicht ergänzen. In der Figur sind die Rekonstruktionen

¹ Man beobachtet fast ausnahmslos bei den überdeckten Visieren, daß die Breite der 101 mit jener der 100 des Zwillings-teiles übereinstimmt, wogegen die 100 desselben Teiles meist schmaler ist.

² Eine bekannte Abbildung derartiger Viellinge hat Hessenberg gegeben (vgl. Hintze, Handbuch d. Mineralogie, I, p. 1692, Fig. 506).

durch strichpunktierte Linien angedeutet. Die gemessenen Längen von $10\bar{1}$ können natürlich nicht verwendet werden.

Denkt man sich vier Dachzwillinge der gewöhnlichen Ausbildung zu einem Fünfling zusammengestellt, dann ist sofort ersichtlich, daß weder die $10\bar{1}$ noch die $10\bar{1}$ des Zwillinges ausgebildet sein können, da sonst eine horizontale Basis des Fünflings und das Zusammenneigen an der Spitze unmöglich wäre. Andererseits bleibt zwischen den vier Zwillingen ein pyramidaler Raum, der ziemlich genau von den Abschnitzeln ausgefüllt werden kann, welche an der Unterlage und an der Spitze abgetragen werden müssen. Man kann also tatsächlich mit geringem Fehler den Fünfling inhaltlich durch vier normal entwickelte Dachzwillinge ersetzen.

Dem entsprechend wurde eine schön entwickelte Ecke des schief liegenden Fünflings behandelt. Die 120 ist natürlich ebenfalls virtuell und durch die (010) fixiert. (Vgl. die Tabelle auf der vorhergehenden Seite.)

Die Prismenzone zeigt gegenüber dem früher gemessenen Zwilling eine Wachstumszunahme. Das ist wohl in der Massenwirkung vier parallel gestellter Dachzwillinge begründet.

Beide Messungsreihen wurden zu einem Mittel vereinigt. Das Mittel der Normalkristalle verlangte keinerlei Korrekturen. Die daraus resultierenden relativen Zentraldistanzen wie auch die mittleren vergleichbaren Zentraldistanzen des Zwillinges geben folgende Werte.

Normalkristall Relative Zentraldistanz (Mittel)		Schemazwilling Vergleichbare Zentraldistanz (Mittel)	Relative Verzerrung
0·942	100	1·016	1·080
—	210	0·963	—
0·862	110	0·894	1·037
—	120	0·956	—
0·942	010	0·942	1
1·006	101	1·033	1·040
1·016	111	1·020	1·037
[1·006]	$10\bar{1}$	1·006	1
[1·016]	$11\bar{1}$	1·016	1
(1·179)	(001)	—	—

Ehrenfriedersdorf (Sachsen).

Tracht IX.

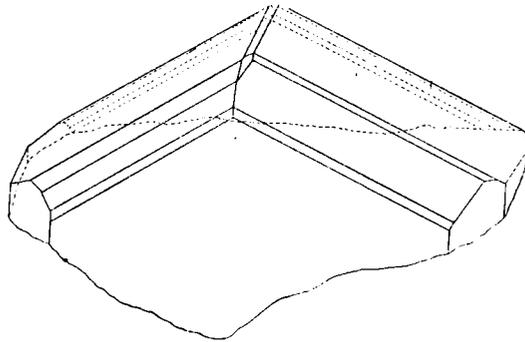
K. k. naturhistorisches Hofmuseum Wien, *Ah* 686.

Das auffälligste Merkmal ist das Auftreten von Topas. Die wenigen schwarzbraunen, schönen Zwillinge trugen mit einer Ausnahme¹ jene Tracht zur Schau, welche schon von Becke (l. c.) mit Speer-
kieskristallen verglichen wurde. Diese Tracht kommt durch extreme Ausbildung der 110 zustande, wobei 010, 230 und 120 völlig verschwinden, 100, 210, 320 zu schmalen Bändern zusammenschrumpfen. Das Knie ist meist geschlossen, oder wenn ein winziges Visier vorhanden ist, so ist es nie einseitig überdacht, da infolge der schmalen 100 auch die 101 nicht mehr die nötige Ausdehnung zeigt.

¹ Ein einziger Zwilling zeigte in jeder Hinsicht (Vorherrschaft der 100, Überdecken des Visiers mit 101 usw.) die Verhältnisse von Tracht IV.

reinem Quarz aufgewachsene Kristalle entweder mit völlig geschlossenem Knie oder das Visier überdacht mit einer 101, welche von 111 begleitet ist. Es sind wieder »kubische Dachzwillinge« mit einer $10\bar{1}$ schmäler als 100.

Fig. 26.



Gemessen wurden zwei Zwillinge, von denen der eine ein geschlossenes Knie, also virtuelle 101 und 111 trug. Der andere ist in beistehender Fig. 26 etwa dreimal vergrößert abgebildet. Letzterer war der größte der gemessenen Kristalle.

Kristall mit Visier					
Gemessene Zentraldistanz			Normalkristall Relative Zentraldistanz	Schema- zwilling Vergleichbare Zentraldistanz	Relative Verzerrung
Normalkristall	Schema- zwilling				
6·6	7·22	100	0·772	0·844	1·092
—	8·55	210	—	1·000	—
7·13	8·7	110	0·833	1·018	1·221
—	8·35	120	—	0·976	—
6·6	6·6	010	0·772	0·772	1
9·45	7·64	101	1·105	0·893	0·808
9·9	9·13	111	1·159	1·068	0·921
[9·45]	9·45	$10\bar{1}$	[1·105]	1·105	1
[9·9]	9·9	$11\bar{1}$	[1·159]	1·159	1
(11·05)	—	(001)	(1·291)	—	—
Kristall ohne Visier					
4·32	4·32	100	0·809	0·809	1
—	5·25	210	—	0·984	—
4·82	5·5	110	0·904	1·031	1·142
—	5·34	120	—	1·000	—
4·32	4·4	010	0·809	0·825	1·020
5·5	(4·8)	101	1·031	(0·900)	0·873
5·65	(6·2)	111	1·058	(1·162)	1·099
[5·5]	5·5	$10\bar{1}$	[1·031]	1·031	1
[5·65]	5·65	$11\bar{1}$	[1·058]	1·058	1
(6·43)	—	(001)	(1·206)	—	—

Nach Vereinigung beider Zahlenreihen und entsprechender Korrektur am Normalkristall (100 und 101 gleich breit) resultieren folgende Werte.

Normalkristall Relative Zentraldistanz (Mittel)		Schemazwilling Vergleichbare Zentraldistanz (Mittel)	Relative Verzerrung
0·790	100	0·829	1·047
—	210	0·992	—
0·810	110	1·024	1·263
—	120	0·988	—
0·790	010	0·799	1·012
1·068	101	0·897	0·840
1·109	111	1·115	1·006
[1·068]	10 $\bar{1}$	1·068	1
[1·109]	11 $\bar{1}$	1·109	1
(1·260)	(001)	—	—

Die Ähnlichkeit mit Tracht VII ist auch in den Zahlen deutlich erkennbar.

Vergleich der böhmisch-sächsischen Trachten.

Die Zahl der vorkommenden Flächen ist kleiner als bei den Cornwaller Erzen. Immer beobachtet wurden 100, 110, 101 und 111, 210 fehlt nur bei Tracht III, 320 tritt zweimal, 501 und 001 einmal auf. 321 und jede abgeleitete Pyramide fehlt.

Die Kristalle sind durchwegs durch ihre bedeutende Größe, der außerordentlichen Menge von Kniezwillingen und der trotz Begleitung von Quarz fast schwarzen Färbung ausgezeichnet.

Nur bei den Dachzwillingen sind die Farben um wenig lichter mit einem Stich ins Rötliche.

Bei den böhmisch-sächsischen Erzen sind fast ausnahmslos nur die Zwillingstrachten gegeben. Die Daten bezüglich der konstruktiv erschlossenen Normalkristalle können nur mit Vorsicht benützt werden. Gleichwohl geben sie im Vergleich zu den Cornwaller Trachten einige bemerkenswerte Gesetzmäßigkeiten.

Die Zentraldistanz 001 ist immer größer als Zentraldistanz 101 (wie in Cornwall).

Dagegen ist Zentraldistanz 101 und Zentraldistanz 111 nahezu oder völlig im Gleichgewicht. Mitunter schlägt das Verhältnis sogar um (Zentraldistanz 101 < Zentraldistanz 111).

Das Verhältnis von Zentraldistanz 100:Zentraldistanz 110 ist schwankend von Zentraldistanz 100 > Zentraldistanz 110 bis Zentraldistanz 100 < Zentraldistanz 110.

Die bei den Einzelkristallen gemachten Beobachtungen lassen vermuten, daß die 001 allen Trachten zukommen sollte; doch läßt sich dies in keiner Art sicherstellen.

Bemerkenswert ist die Breite der 100. Diese Fläche, am Zwilling nie fehlend (im Gegensatz zu Cornwall), kann am Normalkristall virtuell werden, dabei zwar die Höhe, nicht aber ihre Breite einbüßen (ebenfalls gegensätzlich zu Cornwall).

Die 210 scheint der Tracht als eigentümlich anzugehören, sie hat nie den Charakter einer Notfläche wie die 320. Daß die 210 im Normalkristall nicht Berücksichtigung fand, hängt mit dem Streben zusammen, die Zahl der zur Konstruktion nötigen Annahmen auf das mindeste zu beschränken.

An Trachttypen lassen sich folgende unterscheiden:

Normalkristalle.

Der »prismatische Grundtypus« (vgl. Cornwall) bietet durch sein dem Gleichgewicht nahes Verhältnis von Zentraldistanz 101 : Zentraldistanz 111 die Möglichkeit, auch unter den böhmischen Erzen aufzutreten. Tatsächlich finden wir ihn bei den Normalkristallen III und IX.

Daran schließt sich der »kubische Grundtypus«, jene Tracht, bei der alle Zentraldistanzen nahezu im Gleichgewicht sind, soweit es eben die Annahme gleich breiter 100 und 101 zuläßt. Nur die Zentraldistanz 001 ragt mehr hervor. Das etwas abweichende Verhältnis Zentraldistanz 101 : Zentraldistanz 111 hindert es, die Tracht I mit diesem Typus zu vereinen, welcher in Tracht IV schön entwickelt ist.

Mit diesem Typus im Prismenverhältnis übereinstimmend ist der »kubische Typus«, welcher sich von dem vorhergehenden nur durch größere Prismenhöhe unterscheidet, wodurch das Gleichgewicht zwischen Prismen- und Pyramidenzone gestört wird. Er ist für Böhmen—Sachsen besonders charakteristisch (VI, VII, VIII, X).

Der seltsamste Trachttypus findet sich bei II und V. Er ist durch das Fehlen von 100 und 110 und dem absoluten Gleichgewicht zwischen 101 und 111 ausgezeichnet. Der für ähnlich aussehende französische Erze von Lacroix (l. c.) geprägte Ausdruck »oktaëdrischer Typus« soll auch hier angewendet werden.

»Pyramidale Trachten« sind durch das Fehlen von 321 ausgeschlossen.

Charakteristisch für die böhmisch-sächsischen Zinnsteine ist die ungewöhnlich geringe Prismenhöhe (bis zum völligen Verschwinden).

Zwillingstrachten.

Schon bei Tracht II wurde betont, daß niemals die für Cornwall charakteristischen Kopfwillinge, sondern ausnahmslos Kniezwillinge auftreten.¹ Im äußersten Falle ist die Frontalebene niedergelegt. Eine plausible Deutung dieses tiefgreifenden Unterschiedes gegenüber Cornwaller Erzen ist nicht gefunden worden.

Wir unterscheiden zwei Extreme: Dachzwillinge und Schwalbenschwanzzwillinge. Erstere sind weniger auffallend aber häufiger, letztere scheinen im wesentlichen auf Schlaggenwald und Zinnwald beschränkt.

Der Hauptunterschied liegt im Auftreten des Visieres, welches bei Dachzwillingen nahezu oder völlig verschwindet.

Anders ausgedrückt: Die Dachzwillinge sind im wesentlichen die Kniezwillinge kubischer (auch prismatischer) Typen, die Schwalbenschwanzzwillinge haben dagegen oktaëdrische Normalkristalle.

Die Zentraldistanz 100 und Zentraldistanz 10 $\bar{1}$ beziehungsweise Zentraldistanz 11 $\bar{1}$ sind bei den Dachzwillingen nicht allzuweit vom Gleichgewicht entfernt. Dagegen ist bei den Schwalbenschwanzzwillingen die Zentraldistanz 100 immer sehr bedeutend größer als Zentraldistanz 10 $\bar{1}$ beziehungsweise Zentraldistanz 11 $\bar{1}$.

Interessanterweise sind die Schwalbenschwanzzwillinge, also die Abkömmlinge oktaëdrischer Trachten, immer schwarz gefärbt und entweder von gar keinem oder nur wenig mitgewachsenem Quarz begleitet.² Schon bei den Cornwaller Erzen konnte Ähnliches an den »pyramidalen« Typen beobachtet werden. Das Verdrängen der Prismen gegenüber den Pyramiden scheint demnach auch hier von analogen Umständen begleitet zu sein. Dagegen sind hier trotz der Herrschaft der Pyramiden sehr ausgiebige Verzerrungen zu sehen. Das Verhältnis der empfindlichen (Prismen-) Zone und der unempfindlichen (Pyramiden-) Zone scheint sich genau verkehrt zu haben. Inwieweit die Art des Herausschälens der Normalkristalle hier verwirrend einwirkt, entzieht sich der Beurteilung. Der große Erzreichtum der immer

¹ An Cornwaller Stufen konnten als große Seltenheit auch Kniezwillinge nach Tracht II (Schlaggenwald) beobachtet werden. Sie treten immer bei großer Erzmengung auf.

² Gelegentlich auftretender Quarz ist älter oder jünger, nie gleich alt.

Tertsch.

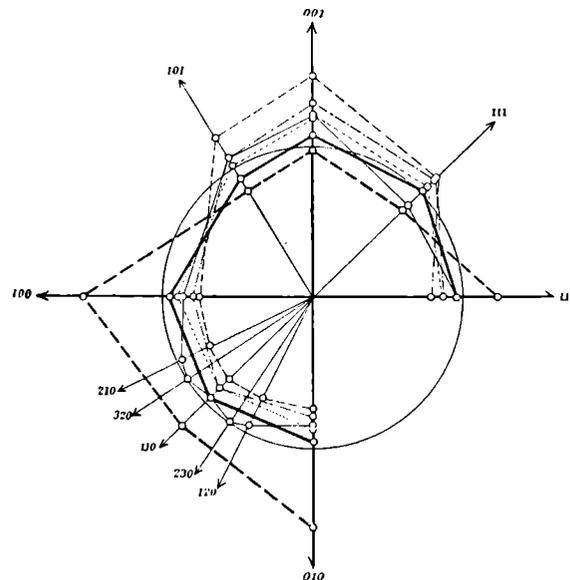
mit derartigen Zwillingen und oktaëdrischem Typus vereint auftritt, läßt vermuten, daß die Prismenzone dennoch die empfindliche ist, da sie durch den Reichtum an Material bei den Normalkristallen in ihrem Wachstum bis zum Virtuellwerden beschleunigt wird. Übrigens mögen in einem abschließenden Kapitel dahinzielende Bemerkungen ihren Platz finden.

Bei den Schwalbenschwanzzwillingen sind Viellinge in mehr als einer Ebene nicht beobachtet worden, dagegen fächerartig ausstrahlende Wiederholungszwillinge häufig.

Die Dachzwillinge haben auffallend geringe relative Verzerrungen. Sie nähern sich außerordentlich dem Zustande völligen Gleichgewichtes zwischen allen Zentralabständen.

Die Trennung in »kubische« und »pyramidale« Dachzwillinge beruht auf dem Verhältnis Zentralabstand 100 : Zentralabstand 110. Ist Zentralabstand 100 < Zentralabstand 110, dann hat man es mit kubischen, bei Zentralabstand 100 > Zentralabstand 110 mit pyramidalen Zwillingen zu tun. (Vgl. VII und X beziehungsweise IX.) Es ist verständlich, daß sich die kubischen Dachzwillinge von kubischen, die pyramidalen von prismatischen Typen der Normalkristalle ableiten.

Fig. 27.



- | | |
|---|---|
| <p>--- Tracht II fast gleich V: oktaëdr. Typus.</p> <p>— Tracht I</p> <p>----- > VI</p> <p>..... > VII fast gleich VIII</p> <p>..... > X</p> | <p>— Tracht IV: kubischer Grundtypus.</p> <p>} kubischer Typus.</p> |
|---|---|

Die Ausnahmstellung, welche Tracht IX einnimmt, scheint mit dem Mitwachsen von Topas im Zusammenhang zu stehen, doch läßt sich dies in keiner Art beweisen.

Am nächsten dieser Ausbildung, ohne IX völlig zu erreichen, kommt der Zwillings von Tracht VIII Dieser und IV nehmen eine Mittelstellung zwischen den beiden extremen Dachzwillingstypen ein.

Sehr scharf prägt sich die Scheidung in kubische und pyramidale Zwillinge im Verhalten gegen Viellingsbildung aus. Es ist klar, daß bei Fünflingen die 110 vorherrschen muß, wogegen bei Wendezwillingen die 100 Formträger sein kann. Tatsächlich beobachtet man auch bei kubischen Dachzwillingen nie Fünflinge, bei pyramidalen selten Wendezwillinge.

Tracht III spielt die Vermittlerrolle zwischen den Schwalbenschwanz- und den Dachzwillingen. Begreiflicherweise hat der zugehörige Normalkristall den prismatischen Grundtypus — ebenfalls ein Mitteltypus zwischen dem oktaëdrischen und dem kubischen Typus.

Bei der Übertragung der Zentraldistanzen aller Normalkristall-Trachten auf ein Blatt (vgl. Cornwall) wurde der prismatische Grundtypus (III und IX) als schon bekannt ausgeschaltet. Die Zeichnungen für II und V, wie für VII und VIII fallen übereinander. (Fig. 27.)

Tracht Pitkäranta.

Borgström¹ bringt in seiner Arbeit über die Zinnerze von Pitkäranta Abbildungen, welche zeigen, daß der »prismatische« und der »Grundtypus« in Pitkäranta analog den Cornwaller Erzen entwickelt sind. Auch hier scheint eine größere Ausbildung der empfindlichen Zone mit Zwillingbildung zusammen zuhängen.

Der Grundtypus (durch eine schöne Tafelfigur repräsentiert), trägt eine Fülle seltener Pyramiden und Prismen, weicht aber von Tracht I Cornwall im Habitus wesentlich nicht ab.

Die am häufigsten ausgebildete Tracht ist jene, welche in Becke's Zinnsteinabhandlung (l. c.) abgebildet und als eigener Typus herausgehoben ist. Allerdings soll ihre kristallographische Ausbildung sehr zu wünschen übrig lassen, so daß für Goniometermessungen die Bevorzugung anderer Trachttypen begreiflich erscheint.

Gleichwohl wäre es von besonderem Interesse, wenigstens angenähert die Verhältnisse dieser häufig auftretenden und für Pitkäranta charakteristischen Tracht zu fixieren.

Da keinerlei Kristallmaterial zur Verfügung stand, wurde der Versuch gemacht, aus der in Becke's Arbeit reproduzierten Zeichnung die Zentraldistanz konstruktiv abzuleiten. Der Gedankengang ist höchst einfach. Kann man vom kantenrichtigen Kopfbild zur parallelperspektivischen Kristallprojektion kommen, so muß auch der umgekehrte Weg gangbar sein.

Es wurde also der abgebildete Kristall getreu kopiert und dann nach einer Reihe von Hilfskonstruktionen das kantenrichtige gnomonische Kopfbild rekonstruiert. Dann ist die Anfertigung der drei charakteristischen Schnitte sehr leicht. Der Abmessung der Zentraldistanz steht also nichts im Wege. Die mit diesen Zentraldistanzen vorgenommene Volumsberechnung gestattet den Übergang zu den relativen Zentraldistanzen. Von einer bildlichen Darstellung wurde abgesehen, da das Bild sich von dem kopierten Kristallbild nicht wesentlich unterscheidet.

Gemessene Zentraldistanz		Relative Zentraldistanz
(16·55)	(100)	(0·915)
12·2	110	0·674
14·1	320	0·779
(24·3)	(101)	(1·342)
21·2	111	1·171
20·7	321	1·109
19·0	001	1·050

Gewiß kann der Versuch, aus einer Zeichnung, und mag sie auch noch so genau angefertigt sein, die Zentraldistanzen ableiten zu wollen, nur relativen Wert beanspruchen.

Doch prägen sich schon in der gewonnenen Zahlenreihe die charakteristischen Eigentümlichkeiten der Tracht gut aus.

¹ Borgström: Kassiterit von Pitkäranta. Zeitschr. f. Kristall., XL. Bd., 1905, p. 1.

Während die übrigen Verhältnisse (Zentraldistanz 100 > Zentraldistanz 110 und Zentraldistanz 101 > Zentraldistanz 111) stark an die Cornwaller Erze gemahnen, ist die Zentraldistanz 001 kleiner als Zentraldistanz 101 (!). Diese Tatsache wurde nirgends mehr beobachtet. Die 001 muß also sehr groß sein, der Kristall selbst sehr niedrig. Diese Tracht mag als Sinnbild des »plattenförmigen Trachttypus« gelten. Becke räumte also mit vollem Rechte dieser Tracht eine Sonderstellung unter allen Zinnsteintrachten ein.

Tracht Stoneham.

Dana führt in seinem System of Mineralogy (1892) diese Tracht in einer besonderen Zeichnung an. Da hier der Typus verwirklicht erscheint, der aus den böhmischen Zwillingen bloß konstruktiv abgeleitet werden mußte, wurde auch hier die Abbildung zu einer Messung verwendet.

Der Vorgang ist analog dem bei Tracht Pitkäranta beschriebenen. Auch hier mag zur Darstellung der Tracht auf die Originalabbildung verwiesen oder die ganz übereinstimmende Figur von Tracht II Böhmen dafür gesetzt werden.

Gemessene Zentraldistanz		Relative Zentraldistanz
(1·6)	(100)	(1·509)
(1·34)	(110)	(1·264)
0·85	101	0·802
0·85	111	0·802
(0·99)	(001)	(0·934)

Es ist genau der schon von den böhmischen Erzen beschriebene oktaëdrische Typus.

In dieser Übereinstimmung der beobachteten Stonehamer Tracht mit den konstruierten Normalkristallen von II und V Böhmen scheint eine sehr kräftige Bestätigung der zur Herausschälung der Normalkristalle an böhmischen Erzen verwendeten Annahmen zu liegen.

Mit diesem Versuche wurde die Reihe der auf Zinnsteintrachten bezüglichen Messungen abgeschlossen. Es kann natürlich nicht Aufgabe dieser Zeilen sein, eine erschöpfende Übersicht über alle Zinnsteintrachten zu geben. Die Ausbildung des zugänglichen Materiales steckt der ganzen Arbeit recht enge Grenzen.

Ob die gewonnenen Resultate auf den Zinnstein beschränkt bleiben oder allgemeine Gültigkeit haben, ob die angewendete Methode weiter ausgebaut oder durch eine andere ersetzt werden soll, kann erst durch Ausdehnung derartiger Messungen auf ein größeres Gebiet entschieden werden.

Allgemeine Schlußbemerkungen.

Reihenfolge der Zentraldistanzen.

Becke¹ hat seine Ansicht über den Zusammenhang zwischen molekularem Aufbau und Größe der Zentraldistanzen dahin zusammengefaßt, daß die Zentraldistanzen sich in dieselbe Reihe einordnen sollten wie die Flächeninhalte der Elementarparallelogramme des zugrundeliegenden Raumgitters.

Mallard² unterscheidet nach Bravais für das tetragonale System zwei Arten von Raumgittern. Das erste, ein einfaches, quadratisches Prisma, läßt sich in der üblichen Stellung nicht verwenden, weil darnach 110 der 100 nachstehen müßte, entgegen den Tatsachen. Das zweite Raumgitter, ein zentriertes quadratisches Prisma, zeigt 110 der 100 überlegen. Zwischen beide schiebt sich aber dem Flächeninhalt nach die 101, abermals entgegen der Wirklichkeit.

Es gibt noch eine dritte Möglichkeit, nämlich das erste Raumgitter diagonal zu stellen, da es ganz auf Übereinkommen beruht, was als Prisma erster oder zweiter Art anzusehen ist. Entweder man verwendet das alte Mohs'sche Achsenkreuz und das erste Bravais'sche Raumgitter, oder das Achsenkreuz von Becke und berechnet die Flächeninhalte aus dem diagonal gestellten Elementarparallelepiped. Prinzipiell besteht natürlich kein Unterschied ($a : c$ nach Becke = $1 : 0.6723$, nach Mohs = $1 : 0.4768$).

Raumgitter			Grenzwerte der Zentraldistanzen
zentriert $s^2 =$	diagonal $s^2 =$		
2	2	100	0.608—1.560
1	1	110	0.431—1.264
1.61	6.42	101	0.802—2.970
8.42	5.42	111	0.802—2.610
4.42	4.42	001	0.934—3.558

Zum Vergleich mit den gemessenen Zentraldistanzen sind die Grenzwerte der in den vorliegenden Zeilen angegebenen Zentraldistanzen der einfachen Flächen zusammengestellt.

Sobald man ein einfaches, diagonalgestelltes Prisma als Elementarparallelepiped verwendet, sieht man einen überraschenden Parallelismus zwischen der Reihe von Flächeninhalten der Elementarparallelogramme und jener der zugehörigen Zentraldistanzen. Nur 001 macht hiervon eine Ausnahme.

Wirkliche Reihe (nach Zentraldistanz) 110, 100—111, 101, 001.

Theoretische Reihe 110, 100, 001, 111, 101—

Es scheint sich also das Becke'sche Gesetz im großen am Zinnstein zu bestätigen.

Tracht und empfindliche Zone.

Die Ausbildung der »Tracht« oder eines Trachttypus ist im wesentlichen von den chemischen Beziehungen zur Umgebung abhängig. Das prägt sich in der dunklen Färbung der Typen mit Pyramiden-

¹ Becke, in seinem Vortrag am Naturforschertag in Dresden 1907.

² Mallard: *Traité du minéralogie*, Bd. I.

herrschaft (pyramidal und oktaëdrisch) und in dem Auftreten von Quarz bei den säulenförmigen Trachten (prismatisch, kubisch) aus.¹

Dagegen sind die an den vorhandenen Flächen auftretenden Verzerrungen rein physikalischen Ursprunges (Neigung zur Unterlage und gegen ein zweites Individuum (Zwilling), Spaltzone usw.).

Die Kohäsionseigentümlichkeiten des Zinnsteines werden also durch chemische und physikalische Einflüsse geändert. Der Kristall hat eine Art Anpassungsfähigkeit an seine Umgebung. Die Fähigkeit, ändernden Einflüssen nachzugeben, ist aber nach verschiedenen Richtungen verschieden ausgeprägt (vgl. Lagenverzerrung). Die Flächennormalen der Prismen- (Spalt-) Zone reagieren auf äußere Einwirkungen bedeutend leichter als jene anderer Zonen. Dies prägt sich auch im Verhalten gegen Lösungsgenossen (Quarz) aus. Größere, ziemlich reine Erzmassen kristallisieren in pyramidalen oder oktaëdrischen Formen, weniger Erz untermischt mit Quarz in säulenförmigen Gestalten. Es ist kaum vorstellbar, daß Erzreichtum die Prismenzone durch eine Verzögerung des Wachstums in den Richtungen der Pyramidennormalen zum Verschwinden bringe (oktaëdrisch). Viel wahrscheinlicher klingt es, daß auch hier vor allem die »empfindliche« Prismenzone den äußeren Einwirkungen durch extremes Wachstum nachgibt. Demnach würde Quarz auf das Wachstum in den Prismennormalen hemmend, Erzreichtumfördernd einwirken. Im ersten Falle treten die Prismen als mehr minder große Flächen auf, im anderen können sie ganz verschwinden.

Die schlankere, oft spießige Form Cornwaller Trachten, ihre bedeutend geringere Größe im Verhältnis zu allen anderen Trachten, lassen für die Cornwaller Erze eine sehr rasche Kristallisation vermuten. Nachdem die Kristallisationsgeschwindigkeit im allgemeinen vom Grad der Übersättigung in der Lösung abhängt, könnte man für Cornwall stark übersättigte, für Böhmen—Sachsen ganz wenig überkonzentrierte Lösungen annehmen. Es werden deshalb auch die Konzentrationsströme in Cornwall heftiger sein als bei den anderen Trachten, was zur Folge hat, daß sich eine Richtung (normal zur Kluftwand) besonders vor den anderen auszeichnet.²

Die Anwesenheit von Quarz als Lösungsgenossen scheint den Grad der Übersättigung und damit die Kristallisationsgeschwindigkeit zu vermindern, so daß nicht so zahlreiche, aber etwas größere Kristalle entstehen. Pyramidale Zinnsteine sind immer bedeutend kleiner als prismatische.

Deshalb dürften auch Zwillinge an pyramidalen Trachten, wie auch an langprismatischen (ebenfalls rasch gewachsenen) so selten sein. Wenn nämlich die rasch zuwandernden Moleküle nicht einmal Zeit finden, sich in entsprechender Stellung an schon vorhandene Kristalle anzusetzen, sondern eher den Keim zu neuen Kriställchen bilden, ist die Wahrscheinlichkeit für die Zwillingbildung mindestens ebenso gering.

Bei der bedeutenden Wachstumsgeschwindigkeit pyramidalen Trachten scheint trotz der Abscheidung reiner Erzmassen die Materialzufuhr nicht gleichen Schritt gehalten zu haben. Das mußte zum Auftreten von Notflächen, insbesondere der 321 und anderer abgeleiteter Pyramiden führen, welche bei böhmisch-sächsischen Erzen nie beobachtet wurden. Die Prismenzone ist bei den meist steil gestellten Nadeln in der denkbar ungünstigsten Lage. Immerhin ist bezeichnend, daß alle pyramidalen Trachten eine virtuelle 100 tragen. Hierin scheint sich die Tendenz eines schnelleren, von der Lösungsreinheit veranlaßten Wachstums in den Prismennormalen zu verraten. Daß unter günstigeren Lagenbedingungen das Prisma tatsächlich rasch anwächst, ohne daß die Pyramiden imstande wären nachzukommen, zeigt Tracht IV Cornwall an seinen niedergelegten Kristallstöcken, welche einem dicken Bündel nadeliger Kriställchen gleichen.

Dagegen lassen die geringe Zahl und bedeutende Größe der Kristalle böhmisch-sächsischer Fundorte wie auch die fast ausschließliche Herrschaft der Zwillinge vermuten, daß die Moleküle Zeit genug

¹ Vgl. hierzu die Arbeit von H. Gerhart (l. c.).

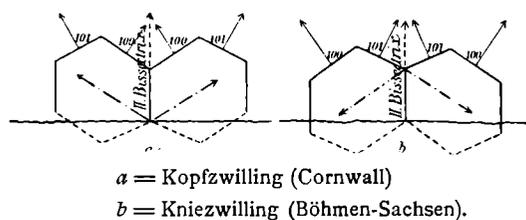
² Die von der Oberfläche des Kristalles ausgehenden Konzentrationsströme sind nach allen Seiten gerichtet. Naturgemäß müssen aber bei einem dichten Rasen kleiner Kristalle sich diese Ströme gegenseitig sehr stören, ausgenommen jene, welche sich normal von und zu der Kluftwand bewegen.

hatten, alle zu ihrem Ansatz nötigen Bewegungen auszuführen. Die Konzentrationsströme scheinen schwach und langsam gewesen zu sein, eine besonders hervorstechende Strömungsrichtung kann sich dabei kaum entwickeln. Die Kristalle zeigen auch alle eine auffallende Gleichheit der Zentraldistanz, also das Vorherrschen von Trachten, welche den Grundtypen zukommen oder ihnen sehr nahe stehen. Vielleicht liegt in der besonders geringen Kristallisationsgeschwindigkeit ein Grund für das Auftreten der Kniezwillinge. Diese bieten die für die Fixierung der zweiten Bissektrix als bevorzugte Wachstumsrichtung stabilste Lage (vgl. Tracht II Böhmen). Die langsamen Strömungen mögen den Zwillingskeimen Zeit zum Aufsuchen dieser besonders günstigen Lage gegönnt haben.

Mit Ausnahme der Schwalbenschwanzzwillinge sind die Zwillinge durchwegs Abkömmlinge mehr minder kurzsäuliger Normalkristalle. Während an den Cornwaller Erzen die Zwillinge immer bedeutende Wachstumsstörungen zeigen, ist dies bei den böhmischen Zinnsteinen nicht so ausgeprägt. Vor allem ist die Scheidung der »empfindlichen« und »unempfindlichen« Zone kaum erkennbar. Der Grund dürfte in der Art des Aufwachsens liegen. Nach Kreutz ist die Verzerrung umso heftiger, je kleiner der Winkel der Normalen gegenüber der zweiten Bissektrix ist. Das scheint für die Schwalbenschwanzzwillinge zu gelten, wo die Pyramiden ihrer Lage nach bedeutend rascher gewachsen sind als die sonst so empfindlichen Prismen. Die Kopfwillinge zeigen dagegen eine entschiedenere Bevorzugung der empfindlichen Zone, als der Spaltflächenzone.

Ein Vergleich der Frontalebene von Knie- und Kopfwillingen (Fig. 28) lehrt, daß die Angabe des »Winkelabstandes« einer Flächennormalen gegen die zweite Bissektrix allein irreführend werden kann

Fig. 28.



da man immer zwei supplementäre Winkel zur Auswahl hat. Entweder man definiert die zweite Bissektrix als eine Linie, in der Richtung und Gegenrichtung verschiedenwertig sind, und zählt dann nur von einer Seite aus alle Winkel, oder, was einfacher scheint, man setzt zu den Winkelwerten noch die Angabe des Neigungssinnes gegen die zweite Bissektrix. Gerade davon scheint nämlich die Beschleunigung des Wachstumes abzuhängen. Kreutz (l. c.) machte aufmerksam, daß nur in der Nähe der Zwillingsgrenze heftige Verzerrungen auftreten. Jene Flächen, deren Normalen Divergenz gegen die von der Unterlage nach außen gekehrten zweiten Bissektrix zeigen, kommen bei raschem Fortwachsen immer weiter aus dem Bereiche der doppelten Molekularanziehung. Der Einfluß des Zwillings verschwindet. Konvergieren aber die Flächennormalen mit der zweiten Bissektrix, dann schieben sich die wachsenden Flächen immer der Zwillingsgrenze zu, müssen demnach gefördert werden. (Prismen bei Kopfwillingen, Pyramiden bei Schwalbenschwanzzwillingen.)

Würde nun allein Winkelabstand und Richtungssinn maßgebend sein, dann wäre unverständlich, weshalb das Visier nicht ganz geschlossen wird,¹ insbesondere bei den Dachzwillingen, wo oft sehr wenig dazu fehlt. Ein völlig geschlossenes Knie ist aber ein seltener Fall. Es dürfte also auch hier trotz der günstigen Lage der Pyramiden und der für den Zwillingseinfluß entschieden ungünstigen der Prismen erstere Zone sich bedeutend unempfindlicher verhalten als letztere.

Hierzu führt noch Folgendes. Vergleicht man die Bilder aller Zwillinge und die daraus abgeleiteten Zentralistanzen, so tritt überall deutlich die Tendenz hervor, allseits im Gleichgewicht zu sein. (Ausgenommen die seltenen Zwillinge pyramidaler Trachten und jener von VIII Cornwall.) Nach unseren Ansichten, wonach Zwillinge in wenig übersättigter Lösung und bei schwachen Konzentrationsströmen wachsen, ist dieses allseitige Gleichgewicht ziemlich leicht verständlich. In der größeren Zahl von Mög-

¹ Einseitige Überdachung durch eine 101 ist keine Schließung. Dazu müßten die 101 und 111 überhaupt verschwinden.

lichkeiten dieses Gleichgewicht zu erreichen, scheint ein weiterer Grund für die Zwillingsbildung zu liegen.

Bezeichnenderweise gibt fast ausschließlich die Prismenzone dieser Tendenz nach. So finden wir die Ausheilung des Winkels bei Kopfzwillingen von den Prismen besorgt, begünstigt durch die Neigungsrichtung zur zweiten Bissektrix. Es besteht aber auch eine merkwürdige Ausgleichung zwischen den Zentralabständen der nach außen und oben gekehrten Flächen bei den Kniezwillingen. Bei allen Dachzwillingen wachsen die Prismen genau soviel, daß sie mit den Pyramiden im Gleichgewicht sind. Ist dies schon im Einzel (Normal)kristall der Fall, dann unterbleibt jede Zunahme. Die Schwalbenschwanzzwillinge haben im Normalkristall ein virtuelles Prisma. Eine Beschleunigung im Wachstum kann also nicht mehr erfolgen. Wir finden im Gegenteil eine relative Verzögerung.¹ In diesem Sinne ist es bemerkenswert, daß die meisten großen Schwalbenschwanzzwillinge breite Prismengürtel tragen, die kleinen oft gar keine. Auch hier scheint also das Prisma der Tendenz allseitig gleicher Ausbildung am leichtesten nachzugeben, allerdings im negativen Sinne.

Auf diese Weise mögen auch die zahlreichen Viellinge Erklärung finden. Die Zwillinge nach mehreren Ebenen und Durchkreuzungen bei Kopfzwillingen, die vielfachen Wendezwillinge und Fünflinge bei Kniezwillingen, sie alle zeigen dieselbe Anlage, nämlich möglichst gleichmäßiges Wachstum nach allen Seiten.² Immer sind es die Prismen, welche ausgleichend in der Form wirken, da eine tiefe Rinne ausfüllen, dort allzurasch aufschießende Kanten abrunden.

Es mag hier noch an die Lagenverzerrung erinnert werden, welche ebenfalls zu dickbauchigen, allseits ziemlich gleich ausgewachsenen Kristallen führt.

Wir verstehen demnach unter der Empfindlichkeit einer Zone die Fähigkeit, auf äußere Einflüsse chemischer und physikalischer Art durch geändertes Wachstum ausgiebig zu reagieren. Der Sinn der Änderung (positiv oder negativ) hängt von den Umständen ab.

Bei dem Zinnstein spielt die Spaltflächenzone diese Rolle, wogegen die Pyramiden nur bei völligem Fehlen der Prismen und bei Schwalbenschwanztypus eine Reaktion auf Zwillingsverzerrung zeigen, sonst nahezu vollständig unempfindlich sind.

¹ Absolut genommen wachsen auch die Prismen, im Vergleich zum Normalfall bleiben sie zurück.

² Die kammartige Bildung von Tracht VI Cornwall ist ein Versuch, bei Nadelzerren dieser Tendenz gerecht zu werden.— Ebenso die vielfachen unregelmäßigen Büschelbildungen bei pyramidalen Formen.

Ergebnisse.

Wir unterscheiden 7 Trachttypen von Einzelkristallen.¹

Terssch.

		Zentraldistanz						Begleiter	Vorkommen
		100 : 110	101 : 111	100 : 101	110 : 111	101 : 001	321		
Grundtypen	prismatisch	>	≈	<≈>	<≈>	<	—	Quarz	Cornwall: I. Böhmen: III, IX.
	kubisch	≈	≈	≈	≈	<	—	»	Böhmen: IV (I).
Säulenförmige Typen	prismatisch	>	>	<	<	<	bedeutend >1	»	Cornwall: III, VI, VII, VIII (IX).
	kubisch	≈	<≈>	<	<	<	—	»	Böhmen: VI, VII, VIII, X.
Pyramidale Typen	pyramidal	>	>	<	<	<	nahezu = 1	⊕	Cornwall: II, IV, V.
	oktaëdrisch	> (virtuell)	=	>	>	<	—	⊕	Böhmen: II, V. Stoneham.
Plattenförmiger Typus		>	>	<	<	>	>1	?	Pitkäranta.

111 fehlt nie, 110 wird nur beim oktaëdrischen Typus virtuell.

Zwillingsformen.

1. Kopfzwillinge (versenktes Knie) . . Cornwall. 2. Kniezwillinge (versenkte Köpfe) . . Böhmen.

Bei Kniezwillingen lassen sich folgende extreme Fälle unterscheiden:

		Zentraldistanz							Begleiter	Tracht		Vorkommen
		100 : 110	101 : 111	101̄ : 111̄	100 : 101	100 : 101̄	110 : 111	110 : 111̄		Normalkristall	Zwilling	
Dachzwilling	kubisch	<	<	≈	≈	<≈>	≈	<≈>	Quarz	kubischer Typus	VII, X	Böhmen, Sachsen
	pyramidal	>	≈	≈	≈	>	≈	≈	»	prismatischer Grundtypus	IX	
Schwalbenschwanzzwilling		>	≈	=	<≈>	>>	≈	>>	⊕	oktaëdrischer Typus	II, V	

¹ In den Tabellen bedeutet: ≈ »nahezu gleich«, d. h. die Zentraldistanzen sind um weniger als 0·1 verschieden. <≈> heißt »schwankend um die Gleichgewichtslage«, — die Grenzen sind hier etwas weniger eng gesteckt.

[619]

Kristalltrachten des Zinnsteines.

8

Für die Bildungsweise gelten folgende Regeln.

Reines Erz $\left\{ \begin{array}{l} \text{in größerer Menge} \\ \text{in geringer Menge} \end{array} \right\}$ führt zu $\left\{ \begin{array}{l} \text{oktaëdrischen} \\ \text{pyramidalen} \end{array} \right\}$ Trachten.

Quarz als Lösungsgenosse veranlaßt säulenförmige und Grund-Typen.

Zwillinge sind immer gleich voluminös oder voluminöser als zwei Einzelkristalle.

Lagenverzernte Kristalle sind größer als normale Einzelindividuen.

Zwillinge und lagenverzernte Kristalle zeigen die Tendenz allseitig gleichmäßiger Ausbildung.

Zur Verwirklichung dieser Tendenz treten Wachstumsänderungen (gesetzmäßige Verzerrungen) auf.

Diese erfolgen fast ausschließlich in der Prismenzone, weshalb diese als die »empfindliche« Zone bezeichnet wird.

Die »Empfindlichkeit« der Zone ist an das Vorhandensein der Spaltflächen geknüpft.

Die gesetzmäßigen Zwillingungsverzerrungen in der empfindlichen Zone beschränken sich auf die Nähe der Zwillingsgrenze (Becke, Kreuz) und auf jene Flächen, deren Normalen mit der zweiten Bissektrix kleine Winkel bilden (Kreuz) und mit ihr konvergieren.

Die Pyramiden verhalten sich unempfindlich trotz eventueller günstiger Lage (Visier), ausgenommen, wenn die Prismen völlig fehlen.

Lagenverzernte Kristalle und Kopfwillinge zeigen gesetzmäßige Wachstumsänderungen, die sich ausschließlich durch ihre Intensität unterscheiden.

—————

In folgender Tabelle sind noch einmal alle relativen Zentraldistanzen der Normalkristalle und die vergleichbare Zentraldistanz der Zwillinge zusammengestellt.

Tabelle der Zentraldistanzen.¹

¹ In der Tabelle sind in der ersten Horizontalreihe immer die einfachen, in der 2. eventuell auch 3. die Zwillingskristalle eingetragen. Die Reihenfolge entspricht jener in dem Text der Arbeit.

		100		110		210		320		101		501	
		100	010	110	110	210	120	320	230	101	101	501	501
Cornwall	I	1·137		0·846		—		0·960		0·965		—	
	II	(0·866)		0·706		—		0·732		1·444		—	
	IV	(0·815)		0·574		—		—		(2·015)		—	
	V	(0·634)		0·494		—		0·526		2·590		—	
	VI	(0·608)		0·434		—		—		2·810		—	
	III	0·745		0·576		—		0·633		1·606		—	
	VII	0·747 0·694 0·973 1·249 ²		0·580 0·580 0·980		0·684 0·625 0·751 1·130 1·000		0·648 0·598 0·694 1·077 0·980		1·590 1·390		—	
	VIII	(0·610) (0·610) (0·801) (0·973)		0·431 0·431 0·688		—		—		(2·970) (2·970)		—	
	(IX)	0·786		0·597		0·713		—		1·539		—	
Böhmen—Sachsen	I	0·855		0·948		0·952		0·957		1·062		—	
	II	(1·560) 1·745 1·618		(1·263) 1·448		— 1·663 1·500		—		0·817 1·523 0·817		—	
	III	1·237 1·237 1·355		0·973 0·956		—		—		0·905 0·909 0·895		—	
	IV	0·945 0·945 0·960		0·943 0·888		— 0·959 (1·008)		— 0·935 (0·964)		0·912 0·995 0·912		—	
	V	(1·251) 1·642 1·582		(1·217) 1·399		— 1·582 1·582		—		0·822 (1·582) (0·822)		— 1·794 1·508	
	VI	0·749		0·780		0·794		—		1·280		—	
	VII	0·887 1·013 0·887		0·862 1·151		— 1·141 1·119		—		1·008 0·997 1·008		—	
	VIII	0·942 1·016 0·942		0·862 0·894		— 0·963 0·956		—		1·006 1·033 1·006		—	
	IX	1·035 1·035 (1·155)		0·834 0·808		— 0·960 (1·035)		— 0·902 (0·962)		0·988 1·048 0·988		—	
	X	0·790 0·829 0·799		0·810 1·024		— 0·992 0·988		—		1·068 0·897 1·068		—	
Pitkäranta	(0·915)		0·674		—		0·779		(1·342)		—		
Stoneham	(1·509)		(1·264)		—		—		0·802		—		

¹ Die römischen Ziffern bezeichnen Tafelfiguren, die arabischen Textfiguren.

² Bei Zwillingen ist 100 immer die Kiefläche (an böhmischen Erzen aufwärts gekehrt). Die darunter gesetzte Zahl entspricht der 100. Analog bei 210 (210), 120 (120) usw.

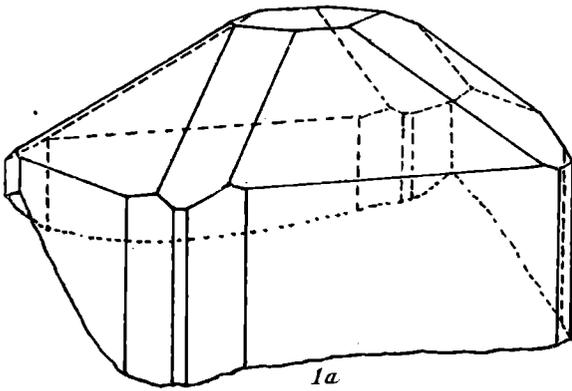
111		321		552	771	761	001	Trachttypus		Hinweis auf die Abbildungen ¹
111	11 $\bar{1}$	321	231					Normalkristallen	Trachtzwilling	
0·960	—	—	—	—	—	—	1·032	prismatischer Grundtypus	—	I, II, III
1·329	—	1·046	—	—	—	—	(1·169)	pyramidal	—	IV, V
1·778	—	0·978	—	—	—	—	(2·310)	»	—	VII
2·450	—	1·309	—	—	0·875	—	(3·040)	»	—	VIII
2 448	—	1·546	—	—	—	—	(3·285)	prismatisch	—	IX
1·460	—	—	—	—	—	—	(1·900)	»	—	VI, X, XI
1·412 1·412	—	—	—	—	—	—	(1·890) (1·890)	»	Kopfzwilling	XII
2·610 2·610	—	1·749 1·749 1·749 1·956 1·887	—	—	—	—	(3·558) (3·558)	»	»	XIII
1·402	—	—	—	1·347	—	0·844	(1·807)	»	—	XIV
0·867	—	—	—	—	—	—	1·198	(Kubischer Grundtypus) ³	—	17, XV
0·817 1·487 0·817	—	—	—	—	—	—	(0·965) —	oktaëdrisch	Schwalben- schwanzzwilling	18, XVI, XVII
0 861 0·828 0·861	—	—	—	—	—	—	(1·065) —	prismatischer Grundtypus	Kniezwilling (Schwalben- schwanz)	20
1·008 0·959 1·008	—	—	—	—	—	—	(1·067) —	kubischer Grundtypus	Dachzwilling	XVIII, XIX
0·822 1·478 0·822	—	—	—	—	—	—	(0·962) —	oktaëdrisch	Schwalben- schwanzzwilling	XX
1·132	—	—	—	—	—	—	(1·463)	kubisch	—	23, XXI
1·038 (1·242) 1·038	—	—	—	—	—	—	(1·181) —	»	kubischer Dach- zwilling	XXII
1·016 1·020 1·016	—	—	—	—	—	—	(1·179) —	»	Dachzwilling (pyramidal?)	XXIII, XXIV
0·960 0·960 0·960	—	—	—	—	—	—	(1·161) —	prismatischer Grundtypus	pyramidaler Dachzwilling	XXV
1·109 1·115 1·109	—	—	—	—	—	—	(1·260) —	kubisch	kubischer Dachzwilling	26
1·171	—	1·109	—	—	—	—	1·050	plattenförmig	—	—
0·802	—	—	—	—	—	—	(0·934)	oktaëdrisch	—	(XVII)

³ () bedeutet, daß die Kristallausbildung nicht alle Charakteristika des Typus zeigt, sondern eine Mittelstellung zu anderen einnimmt.

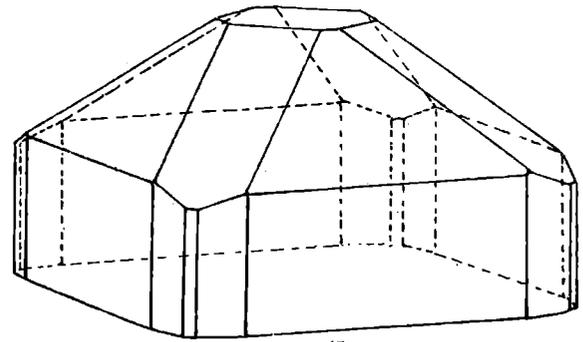
Tafel I.

Fig. 1. a = Originalkristall, b = Schemakristall zu Tracht I, Cornwall.

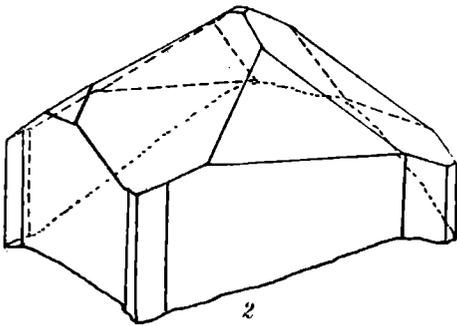
- › 2. Originalkristall zu Tracht I, Cornwall.
 - › 3. ›Tracht I◄, Cornwall.
 - › 4. Originalkristall zu Tracht II, Cornwall.
 - › 5. ›Tracht II◄, Cornwall.
 - › 6. Originalkristall zu Tracht III a , Cornwall.
 - › 7. Tracht IV, }
› 8. Tracht V, } Cornwall.
› 9. Tracht VI, }
-



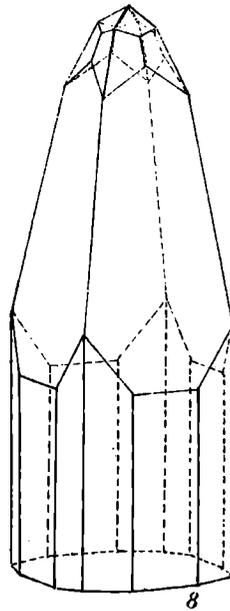
1a



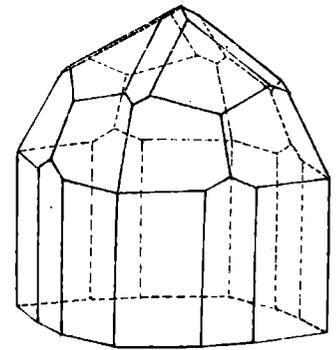
1b



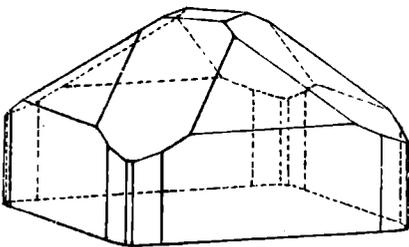
2



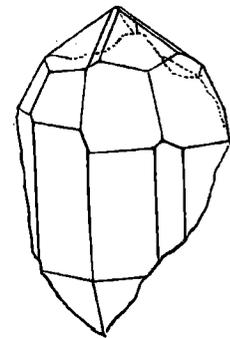
8



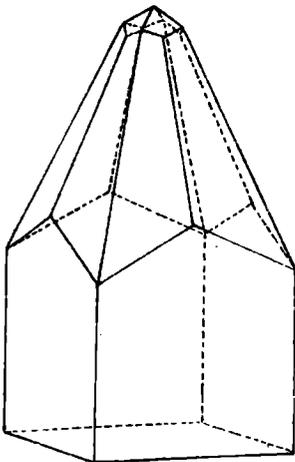
5



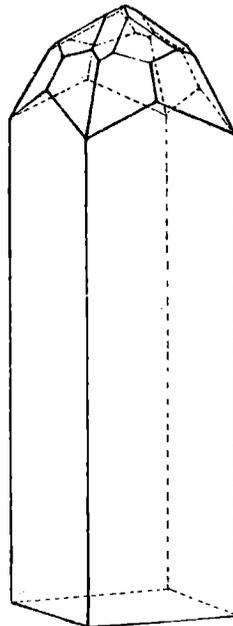
3



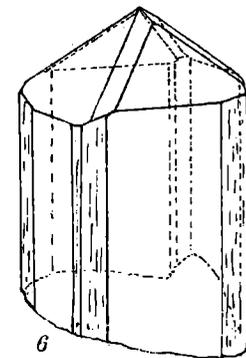
4



7



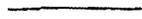
9



6

Lith. Anst. v. Th. Braunwirth, Wien.

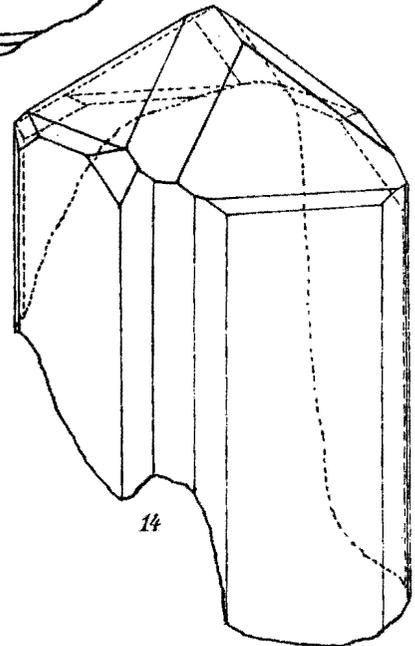
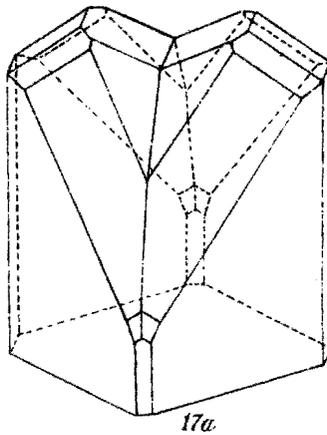
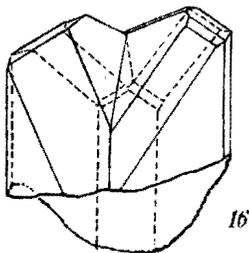
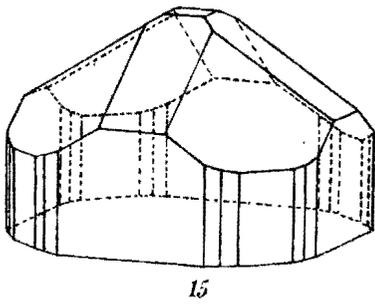
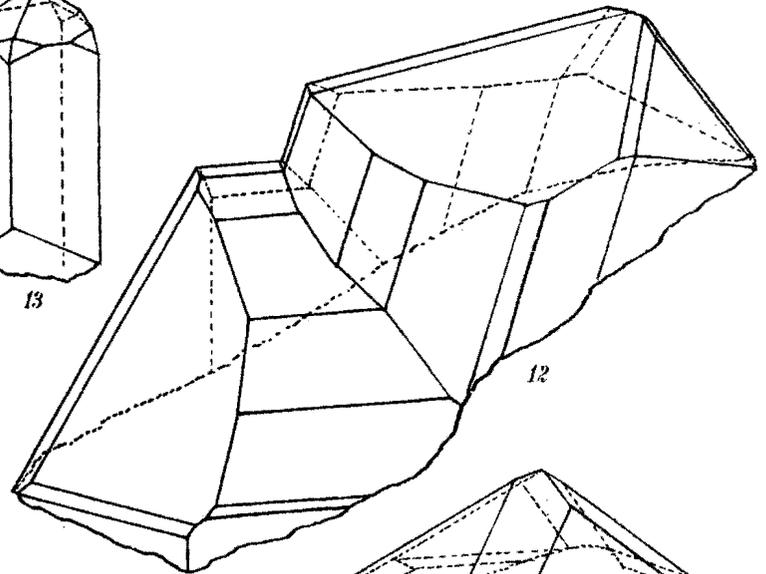
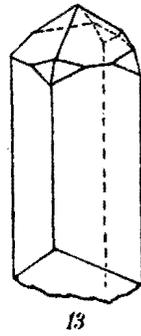
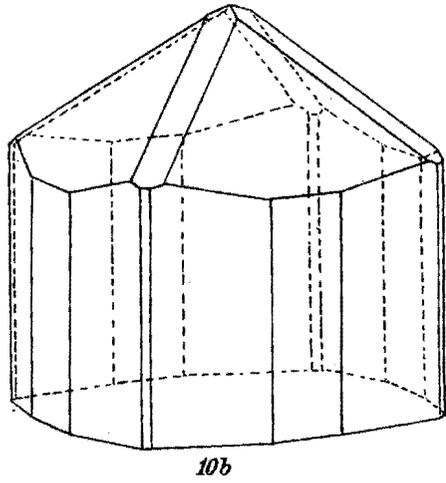
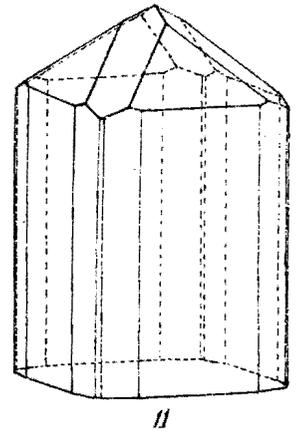
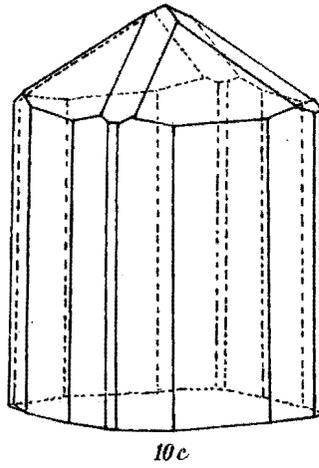
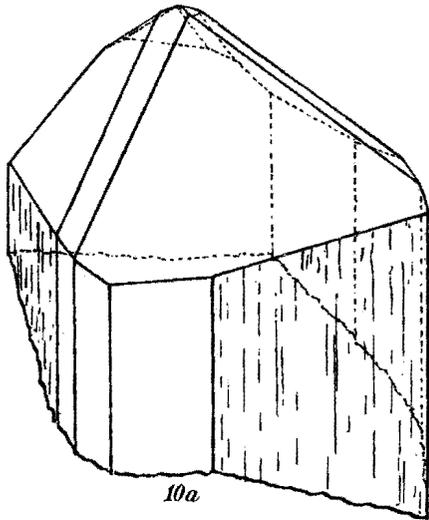
Tafel II.



Tafel II.

Fig. 10. a = Originalkristall, b = Schemakristall, c = Normalkristall zu Tracht III b , Cornwall.

- › 11. ›Tracht III«, Cornwall.
 - › 12. Originalzwilling zu Tracht VII, Cornwall.
 - › 13. Originalzwillingsteil zu Tracht VIII, Cornwall.
 - › 14. Originalkristall Tracht IX (Dauphiné ?).
 - › 15. ›Tracht I«, Böhmen.
 - › 16. Originalzwilling zu Tracht II, Böhmen.
 - › 17. a = Trachtzwilling zu Tracht II, Böhmen.
-

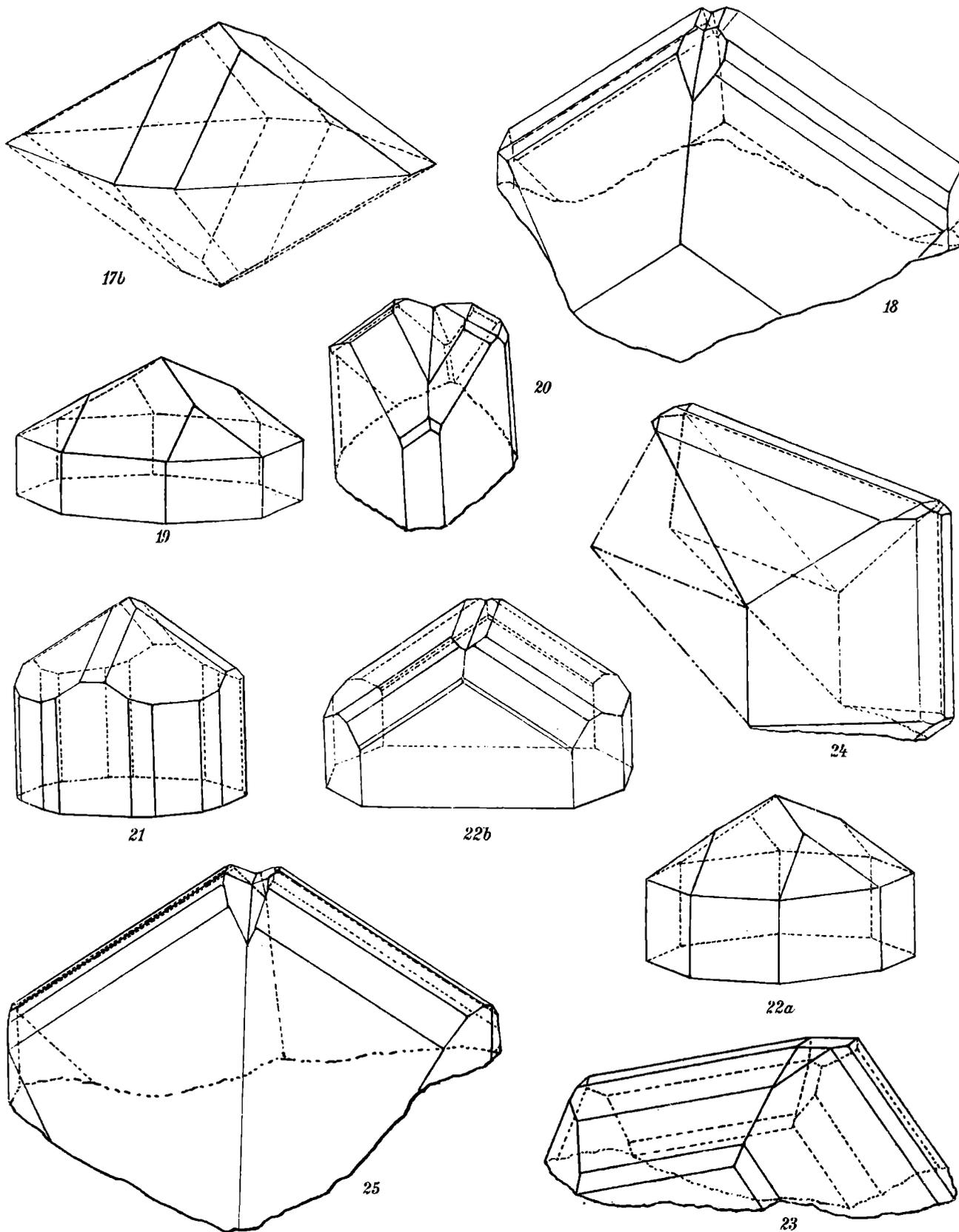


Tafel III.

Tafel III.

Fig. 17. b = Normalkristall zu Tracht II, Böhmen.

- › 18. Originalzwilling zu Tracht IV, Böhmen.
 - › 19. ›Tracht IV◄, Böhmen, Normalkristall.
 - › 20. Originalzwilling zu Tracht V, Böhmen.
 - › 21. ›Tracht VI◄, Böhmen.
 - › 22. ›Tracht VII◄, Böhmen, a = Normalkristall, b = Trachtzwilling.
 - › 23. Originalzwilling zu Tracht VIII, Sachsen.
 - › 24. Originalfünflingsecke zu Tracht VIII, Sachsen.
 - › 25. Originalzwilling zu Tracht IX, Sachsen.
-



Lith. Anst. Th. Baumwirth, Wien.