

### III. Studien aus dem mineralogischen Museum der Universität Kiel; von Prof. Dr. A. Sadebeck.

---

1. Ein neues Zwillingsgesetz im regulären System, beobachtet am gediegen Eisen.

G. Rose<sup>1)</sup> erwähnt ein schönes hexaëdrisches Spaltungsstück von künstlich dargestelltem Eisen, dessen Hexaëderkante 4 Decimeter mißt und über dessen Ursprung er nur angiebt, daß er es Mitscherlich verdankt. Nach seinem Tode fand ich dieses Stück unter den Sachen, welche noch zur Verarbeitung bestimmt waren, was mich veranlaßte die Untersuchung dieses Stückes aufzunehmen.

Zunächst zeigt dasselbe sehr schön die zuerst von Neumann<sup>2)</sup> am Meteoreisen von Braunau beschriebenen Aetzlinien, welche am künstlichen Eisen von Prestel<sup>3)</sup> erkannt wurden. Es sind Linien, welche theils nach den Diagonalen der Hexaëderfläche, theils von den Ecken nach den Mittelpunkten der gegenüberliegenden Seiten verlaufen. Dieser Verlauf bestimmte Neumann, sie auf Zwillingsbildung nach dem gewöhnlichen Gesetz, Zwillingsaxe eine rhomboëdrische Axe zurückzuführen, in der Weise, daß man es mit zwei durcheinandergewachsenen Hexaëdern zu thun hat, wie sie z. B. sehr schön beim englischen Flußspath vorkommen. Tschermak<sup>4)</sup> hat neuerdings diese Erklärung aufgenommen und durch annähernde Messungen bestätigt. Der Verlauf der oben angegebenen Linien kann von zwei Formen des regulären Systems her-

- 1) G. Rose, Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten, Akademie der Wissenschaften, Berlin 1864.
- 2) Neumann, naturwissenschaftliche Abhandlungen, herausgegeben von W. Haidinger 1849, Bd. III, Abhdl. 2, S. 45.
- 3) Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. 15, S. 355.
- 4) Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. 70, Novemberheft.

rühren, von den Triakisoktaëder ( $a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a$ ) und dem Ikositetraëder ( $a : a : \frac{1}{3}a$ ). Beide Formen haben eine sehr einfache Beziehung zu dem gewöhnlichen Zwillingsgesetz, indem bei diesem Gesetz die Hexaëderflächen des einen Individuums dieselbe Lage haben, wie drei Flächen des Triakisoktaëders des andern; die Flächen des Ikositetraëders sind die auf der Zwillingsebene senkrechten Zusammensetzungsflächen. G. Rose schloß sich dieser Deutung nicht unbedingt an, sondern neigte sich am meisten zu der Annahme, daß es Aetzfiguren seyen, ähnlich denen von Leydolt am Quarz beobachteten u. a. Allerdings kommen dieselben beim Aetzen zum Vorschein, aber es sind nicht die bei anderen Mineralien durch Aetzung hervorgerufenen kleinsten erkennbaren Individuen, sondern Zwillinglamellen, wie sie in ähnlicher Weise bei gewissem Kalkspath zum Vorschein kommen, eingeschaltet nach dem ersten stumpfern Rhomboëder, wenn derselbe einer Auflösung unterworfen war. Die wirklichen Aetzfiguren kommen beim gediegenen Eisen nur undeutlich zur Erscheinung, es sind runde Vertiefungen, welche zum Theil noch die Flächen von Hexakisoktaëdern erkennen lassen.

Außer den Aetzlinien sind auf vorliegendem Stück mehr minder breite Lamellen nach den Diagonalen der Hexaëderfläche angeordnet, deren Verlauf sich auf den äußeren Hexaëderflächen nicht verfolgen läßt, da dieselben keinen frischen Bruch darstellen, sondern abgeschliffen sind. Diese Lamellen ragen zum Theil über die Hexaëderfläche hinaus und erscheinen als abgerissene Blättchen auf derselben (Fig. 1, Taf. IV). Deshalb lag die Vermuthung nahe, daß es nur Theile von Lamellen wären, die nach dem gewöhnlichen Gesetz eingeschaltet bei der Herstellung der Spaltungsfläche durch Zerreißen sich abgelöst hätten und in Folge dessen in der durch die Diagonale der Hexaëderfläche bestimmten Zone eine unbestimmte Lage eingenommen. Die Messung ergab jedoch, daß sämtliche Theilchen und Stäbchen in beiden Diagonalen der Hexaëderfläche gegen dieselbe eine gleiche

Neigung von  $144\frac{3}{4}^{\circ}$  haben. Die Beständigkeit dieses Winkels schließt ein ungesetzmäßiges Ablösen der Lamellen aus, der Winkel selbst aber lehrt, daß die Lamellen nicht nach dem gewöhnlichen Zwillingsgesetz eingeschaltet sind, da in diesem Falle der Winkel  $109^{\circ} 28'$  betragen müßte. Auch das neue Zwillingsgesetz, welches ich <sup>1)</sup> beim Bleiglanz aufgefunden habe und nach welchem in Spaltungshexaëdern Zwillinglamellen eingeschaltet sind, kann es nicht seyn. Bei diesem Gesetz, bei welchem die Normale einer Fläche des Triakisoktaëders ( $a : \frac{1}{4} a : \frac{1}{4} a$ ) Zwillingssaxe ist, bilden zwei in den Diagonalen zusammenstoßende Hexaëderflächen einen Winkel von  $159^{\circ} 57'$ . Daraus folgt, daß hier die Lamellen nach einer Fläche angeordnet sind, welche zwischen dem Oktaëder und Triakisoktaëder ( $a : \frac{1}{4} a : \frac{1}{4} a$ ) liegt. Nimmt man nach Analogie mit den Bleiglanzzwillingen die Ebene als Zwillingsebene, welche den Winkel zweier in der Diagonale sich treffender Hexaëderflächen halbirt, also hier den Winkel von  $144\frac{3}{4}^{\circ}$ , so ergiebt die Rechnung, daß diese Ebene einem Triakisoktaëder ( $a : \frac{9}{20} a : \frac{9}{20} a$ ) angehört. Das Gesetz lautet mithin: „Zwillingssaxe die Normale einer Fläche des Triakisoktaëders ( $a : \frac{9}{20} a : \frac{9}{20} a$ )“; Zwillingsebene zugleich Zusammensetzungsfläche. Dabei lag es nahe hier den Versuch zu machen, eine Korrektur anzubringen, derart, daß dem Triakisoktaëder das Zeichen ( $a : \frac{1}{2} a : \frac{1}{2} a$ ) gegeben würde, dann würde bei rückwärts ausgeführter Rechnung der oben zu Grunde gelegte Winkel  $141^{\circ} 4'$  betragen, also beinahe  $4''$  weniger, als die Messung ergeben hat, ein Unterschied, welcher weit außerhalb des wahrscheinlichen Fehlers liegt. Berechnet man dagegen unter Zugrundelegung von ( $a : \frac{9}{20} a : \frac{9}{20} a$ ) den betreffenden Winkel, so erhält man  $144^{\circ} 44'$ , was fast genau mit dem gemessenen Winkel stimmt. Die auf der angenommenen Zwillingsebene, senkrechte Ebene, gehört einem Ikositetraëder ( $a : a : \frac{20}{9} a$ ) an. Das Gesetz gewinnt dadurch bedeutend an Einfachheit, daß bei zwei

1) A. Sadebeck, über die Krystallisation des Bleiglanzes; Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1874, S. 617.

nach diesem Gesetz zwillingsartig verbundenen Hexaëdern (Fig. 2, Taf. IV) je zwei in den Diagonalen zusammentreffende Hexaëderflächen eine sehr einfache Beziehung haben, die Flächen des einen Individuums sind auf das Axenkreuz des andern übertragen Flächen des Ikositetraëders ( $a : a : \frac{1}{2} a$ ). Ferner entsprechen den Oktaëderflächen in dieser Diagonalzone bei dem einen Individuum Dodekaëderflächen des andern und umgekehrt.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Zwillingsbildung durch das Zerreißen des Eisens hervorgerufen worden ist, in ähnlicher Weise, wie Reusch <sup>1)</sup> beim Kalkspath durch Pressung Zwillingslamellen nach dem ersten stumpferen Rhomboëder erhalten hat; man müßte sie demnach als eine Folge der Gleitbarkeit des Eisens betrachten. Versuche mit geeignetem Material würden die Sache vielleicht feststellen lassen.

## 2. Ueber Zwillingsstreifung beim Titaneisen und Eisenglanz.

Den Zwillingsstreifen hatte G. Rose stets eine besondere Beachtung gewidmet und wie die Streifen des Eisens, so hatte er noch diejenigen des Korundes, Eisenglanzes und Titaneisens speciell bearbeiten wollen. Daraus erklärt es sich auch, daß er der Streifung an den Eisenglanzkrystallen von Najornoj bei Beresowsk in seiner Reise nach dem Ural nicht vorläufig Erwähnung gethan hat, sondern nur in seinen Vorlesungen. Neuerdings hat Herr M. Bauer <sup>2)</sup> diese Streifen beim Eisenglanz und Korund beschrieben und gezeigt, daß dieselben auf das Gesetz „Zwillingsaxe die Normale einer Fläche des Hauptrhomboëders“ zurückzuführen sind. M. Bauer hat nach diesem Gesetz eingeschaltete Lamellen bei den oben erwähnten uralischen Eisenglanzkrystallen gleichfalls beobachtet und führt sie noch bei Tyroler Krystallen an. Diesen Fundorten kann ich noch einen „Elba“ hinzufügen. Im Berliner mineralogischen Museum befindet sich eine

1) Reusch, diese Annalen Bd. 132, S. 441.

2) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 1874, S. 186.

Druse aus Elba mit Krystallen, welche deutlich die eingeschalteten Lamellen erkennen lassen.

Vom Titaneisen sagt M. Bauer, daß diese Lamellarstructur hier nicht oder wenigstens nicht deutlich wahrzunehmen ist. Eine sorgsame Betrachtung der in Serpentin eingewachsenen Titaneisenkrystalle von Snarum lehrt jedoch, daß diese Krystalle reich an mehr minder dicken Lamellen sind, welche theils durch den ganzen Krystall hindurchgehen, theils im Innern plötzlich endigen und besonders der Endfläche ein gegittertes Aussehen geben, wenn sie nach verschiedenen Rhomboëderflächen eingeschaltet sind.

Nach Analogie der im Kalkspath nach dem Gesetz: „Zwillingsaxe die Normale einer Fläche des ersten stumpfern Rhomboëders“ eingeschalteten Lamellen müssen auch hier im Innern hohle Kanäle vorhanden seyn, wenn sich verschiedene Lamellensysteme kreuzen. Diese Kanäle entziehen sich jedoch der Beobachtung. Die Analogie mit dem Kalkspath läßt auch weiter vermuthen, daß die Lamellen eine Folge der Gleitbarkeit sind, wie ich es vorhin beim gediegen Eisen für wahrscheinlich gehalten habe. Für diese Annahme spricht noch der Umstand, daß bei vorhandenen Lamellen eine Absonderung nach den Flächen des Hauptrhomböders stattfindet, welche man früher besonders beim Korund für Spaltbarkeit gehalten hat.

3. Weißbleierzzeilling nach dem Gesetz, Zwillingsaxe die Normale einer Fläche des verticalen Prismas ( $a : 3b : \infty c$ ).

Zwillinge nach dem Gesetz: „Zwillingsaxe die Normale einer Fläche des verticalen Prismas ( $a : 3b : \infty c$ )“ wurden zuerst von v. Kokscharow<sup>1)</sup> aus der Altaischen Grube Solotuschinsk beschrieben. Später fand A. Schrauf<sup>2)</sup> Zwillinge nach demselben Gesetz bei Rezbánya und Leadhills. Diesen Fundorten kann ich noch einen hinzufügen, Grube

1) *Mémoires de l'Acad. Imp. d. sc. de St. Pétersbourg VII. sér. Tome XVI, No. 14, S. 9, Fig. 19 u. 20.*

2) Tschermak, mineralogische Mittheilungen 1873, Heft III, S. 207.

Diepenlienchen bei Aachen <sup>1)</sup>, wo diese Zwillinge in ziemlichlicher Gröfse und vollkommener Ausbildung vorkommen, so daß über das Zwillingsgesetz kein Zweifel seyn kann. Wegen der Bedeutung, welche diese Zwillinge für die Theorie der Zwillinge überhaupt haben, sowie wegen ihrer eigenthümlichen an Hemimorphie erinnernden Ausbildung schien es mir wichtig Beschreibung und Zeichnungen derselben zu liefern. Die zu dem Zwilling verbundenen Individuen sind Combinationen des verticalen Hauptprismas  $g(a:b:\infty c)$ , der Längsfläche  $b(\infty a:b:\infty c)$ , des Längsprismas  $\frac{1}{2}f(\infty a:b:\frac{1}{2}c)$ , zu welchem auch noch  $2f(\infty a:b:2c)$  hinzutritt; die Krystalle sind in der Richtung der  $a$ -Axe, d. h. der kürzeren Axe verlängert. Man erhält den Zwilling (Fig. 3 *a* und *b*, Taf. IV in schiefer und horizontaler Projection), wenn man ein Individuum parallel der Zwillingsebene durchschneidet und die beiden Hälften um  $180^\circ$  gegeneinander dreht, so daß die Zusammensetzungsfläche die Zwillingsebene ist. Es entstehen auf diese Weise herzförmige Zwillinge; auf der einen Seite, bei der Figur vorn stoßen an der Zwillingsgrenze Prismenflächen der beiden Individuen unter dem stumpfen Winkel von  $174^\circ$  zusammen, an der entgegengesetzten Seite die Längsflächen unter einem spitzen Winkel. Fig. 3 *b*, Taf. IV stellt eine Zwillingbildung in vollkommen regelmässiger Ausbildung dar, die schiefe Projection zeigt den Zwilling, wie er in der Natur vorkommt. Diese Figur macht das eigenthümliche Verhalten anschaulich, welches weder v. Kokscharow noch A. Schrauf bei Zwillingen nach diesem Gesetz erwähnt, daß die Krystalle in Bezug auf die  $b$ -Axe verschieden ausgebildet sind. An dem Ende der Axe, welches an der Zwillingsgrenze liegt, ist das Längsprisma  $\frac{1}{2}f$  vorhanden, an dem andern Ende, welches nach außen liegt, das steilere  $2f$ . Diese an Hemimorphie erinnernde eigenthümliche Ausbildung findet in der Zwillingbildung ihre Erklärung, indem hier, wie bei Zwil-

1) G. Rose und A. Sadebeck, das mineralogische Museum der Universität Berlin, 1874, S. 9.

lingskrystallen überhaupt die Fortbildung an der Zwillingsgränze am stärksten stattfindet, so daß dadurch die einspringenden Winkel weniger hervortreten, und allmählig mehr und mehr verdeckt werden. Ein ganz analoges Verhalten zeigen die Durchwachsungszwillinge des Flußspathes, Fahlerzes, Chabasits etc. Die Tektonik der Krystalle findet in der Richtung der  $a$ -Axe statt, die Sublindividen sind Längsprismen, welche eine reiche Intermittenz nach aufsen haben, wodurch die Krystalle in der Zone der  $a$ -Axe gestreift sind und nach aufsen zuweilen bauchig werden. Während die an der Zwillingsgränze nach innen liegenden Flächen vollkommen und scharf meßbar sind, so sind die nach aufsen liegenden unvollkommen und gehören zum Theil vicinalen Flächen an, so daß man beim Messen eine ganze Anzahl Reflexe erhält, welche sich nicht weiter fixiren lassen. Das Ganze kommt also gewissermaßen auf eine Verkümmernug nach aufsen hinaus.

Die theoretische Bedeutung dieser Zwillinge beruht darin, daß das Prisma, welchem die Zwillingsebene angehört, zum verticalen Hauptprisma eine einfache Beziehung hat, indem je zwei Flächen beider Prismen nahezu rechtwinklig zu einander stehen. Denkt man sich jedes der beiden Prismen mit der Längsfläche combinirt, so werden beide Prismen nahezu reguläre Sechsecke seyn, von denen das eine gegen das andere um  $30^\circ$  gedreht erscheint. G. vom Rath<sup>1)</sup> lieferte zuerst beim Humit den Beweis, daß die Flächen zweier Prismen, welche in einer derartigen Beziehung zu einander stehen, Zwillingsebenen seyn können und zeigte, daß bei einem Durchkreuzungsdrilling nach dem Gesetz Zwillingsebene eine Fläche des verticalen Hauptprismas die Individuen I und III nahezu dieselbe Lage haben, wie I und II nach vorliegendem Gesetz. Beim Weißbleierz beträgt der Winkel, welchen die Prismenflächen der Individuen I und III beim gewöhnlichen Durchwachsungsdrilling machen,  $171^\circ$ , gegen  $174^\circ$  bei vorliegendem Gesetz. Der Unterschied von  $3^\circ$

1) Diese Annalen, Ergänzungsband V, Stück 3.

liefs sich bei der deutlichen Meßbarkeit der Krystalle mit Sicherheit feststellen.

4. Ueber einen eigenthümlich ausgebildeten Oligoklaskrystall  
von Bodenmais in Bayern.

Herr Seligmann in Coblenz übergab mir aus seiner Sammlung einen lauchgrünen Zwillingskrystall von Bodenmais, da er der Bestimmung als Kreittonit nicht traute. Der besagte Krystall sieht auf den ersten Blick ganz ebenso wie ein Spinellzwilling aus, bei genauerer Betrachtung erkennt man, daß die der Zwillingsebene parallelen dreiseitigen Flächen keine gleichseitigen, sondern ungleichseitigen Dreiecke sind. Die Messungen, welche ich anstellen konnte, sind zwar nicht scharf, genügen aber vollkommen, um die Oligoklaswinkel zu erkennen.

Fig. 3, Taf. IV stellt einen einfachen Krystall dar, welcher dem rechten Individuum des Zwillings Fig. 4, Taf. IV entspricht. Dieser Zwilling erhält die eigenthümliche dreiseitige Gestalt dadurch, daß vorn die Prismenflächen und hinten die Flächen  $\sigma$  und  $\alpha$  beider Individuen stark ausgedehnt sind, wodurch hinten die Prismenflächen ganz verdrängt werden. Die Aehnlichkeit mit dem Spinellzwilling tritt noch besonders durch den einspringenden Winkel hervor, welchen  $P$  und  $\bar{P}$  vorn bilden, indem die  $P$ -Flächen eine ähnliche dreiseitige Gestalt haben, wie die Oktaëderflächen, welche bei dem gewöhnlichen Oktaëderzwilling den einspringenden Winkel bilden; dasselbe ist noch bei den Flächen  $y$  und  $\bar{y}$  der Fall, jedoch weniger deutlich, als bei den  $P$ -Flächen.

Der Zwilling selbst ist nicht ganz so regelmäfsig ausgebildet, wie ihn die Figur darstellt; die rechte Hälfte ist mehr verkürzt und auferdem sind einige Zwillingslamellen eingeschaltet.

G. vom Rath <sup>1)</sup> giebt den Winkel

1) Diese Annalen, Bd. 133, S. 449.

Poggendorff's Annal. Bd. CLVI.



$M|O = 114^{\circ} 50'$  an, die Messung ergab  $114^{\circ} 45'$

$T|M = 118^{\circ} 20'$  an, die Messung ergab  $118^{\circ} 30'$ .

Dieser Zwilling liefert ein schönes Beispiel dafür, daß die Natur äußerlich ähnliche Gestalten bei den verschiedensten Krystallsystemen darstellen kann.

##### 5. Ueber eine Vorrichtung am Fernrohrgoniometer zur Erleichterung des Centrirens.

Das Kieler mineralogische Museum besitzt ein von Herrn Mechaniker Fuess in Berlin angefertigtes Fernrohrgoniometer mit horizontalem Kreis, welches bei den Messungen ganz vorzügliche Resultate liefert. Der Horizontalkreis gewährt den Vorthêil, daß man größere Krystalle, und solche, welche auf Drusen aufsitzen, befestigen kann und daß die Axe des Instrumentes keinen Biegungen ausgesetzt ist, wie es bei verticalem Kreise leicht der Fall seyn kann. Zu den Messungen selbst gehört jedoch eine größere Uebung, als bei verticalem Kreise, indem das Auffinden des Reflexes hier entschieden schwieriger ist. Das richtige Erfassen der Reflexe ist aber dann sehr erleichtert, wenn der zu messende Krystall gut centrirt ist. Für die Messung selbst haben geringe Excentricitäten bei diesem Instrument keine Fehler zur Folge. Das Centriren bereitet hier dem Anfänger sehr große Schwierigkeiten, was wohl hauptsächlich darin seinen Grund hat, daß kein sichtbares Centrum vorhanden ist, sondern daß man lediglich darauf angewiesen ist, die Excentricität an dem Bogen zu erkennen, welchen bei Drehung des Krystalls die zu messende Kante beschreibt. Um von Anfang an keinen zu großen Excentricitäten ausgesetzt zu seyn, kann man sich zwar dadurch helfen, daß man auf dem Schlitten des Centrirapparates Striche zieht, welche die Stellung angeben, in welcher sich der Justirapparat mit dem Tischchen im Centrum befindet, man kann dann weiter am Justirapparat Zeichen anbringen, welche die Stellung

angeben, in welcher das Tischchen horizontal und im Mittelpunkt centrirt ist. Man muß dann vor jeder Messung Centrir- und Justirapparat einstellen und sich bemühen, die zu messende Kante schon beim Aufkleben nahezu in das Centrum zu bringen, was jedoch in vielen Fällen sehr schwierig ist.

Schafft man dagegen über dem Instrument ein sichtbares Centrum, so hat man eine vorherige Einstellung des Instrumentes nicht nöthig und übersieht sofort, in wie weit und nach welchen Richtungen der aufgeklebte Krystall excentrisch ist. Herr Fuess, welchen ich auf diesen Umstand hinwies, nahm sich sofort der Sache an und construirte folgende Vorrichtung Fig. 5, Taf. IV.

Dieselbe besteht in einem Bügel, welcher vor der Messung an Stelle des Object-Fernrohres an den Theilkreis angeschraubt wird. Am Ende des Bügels, über dem Centrum des Instrumentes befindet sich eine Hülse, in welche ein dünner Stahlcylinder paßt. Dieser Cylinder verläuft nach unten in eine Schneide mit einer Spitze; Schneide und Spitze gehen genau oder doch wenigstens sehr annähernd genau durch das Centrum des Instrumentes. Die Bequemlichkeit dieser Vorrichtung liegt auf der Hand, man kann ohne Benutzung des Beobachtungsfernrohres die zu messende Kante direct an die Schneide anlegen und dann, wenn man die Schneide so weit erhebt, daß die Spitze gerade über dem Krystall liegt, noch genauer mittelst des Fernrohres mit vorgeschlagener Lupe centriren, d. h. die zu messende Kante genau unter die Spitze bringen.

Diese Vorrichtung erspart besonders dem Anfänger viel Zeit, weshalb ich sie hiermit bestens empfehle.