Die Hälbligkeit des Würflings und des Knöchlings beim Borazit,

ein Beitrag zur Würdigung der Hälbligkeit *quoad noumenon* der *quoad phaenomenon* unhalbirbaren Krystall-Formen *,

von

Herrn G. H. Otto Volger.

Naumann sagt in seinem unübertrefflichen Lehrbuche der Krystallographie (S. 135): „die Übergänge und Verwandt-

---

* Da ich mich in dieser Arbeit meiner eigenen krystallographischen Bezeichnungs-Weise bedient habe (man vergleiche meine „Krystallographie oder Formenlehre der stoffeinigen Natur-Körper," *Stuttgart 1854*), so lasse ich zur Bequemlichkeit der Leser, denen dieselbe fremd ist, hier das Verzeichniss derjenigen Ausdrücke folgen, welche in diesem Aufsatze vorkommen, mit Beifügung der von Naumann gebrauchten gleich-bedeutenden Ausdrücke und der Parameter-Verhältnisse nach Weiss, sowie der Zeichen von Naumann.

Hälbligkeit = Hemiedrie. — Gänzlingisch = holoedrisch. — Kugelmässig = isometrisch, sphäroedrisch. — Ecklings-Achsen = Ecken-Achsen des Oktaeders (Ecklings). — Würflings-Achsen = Ecken-Achsen des Hexaeders (Würflings). — Zwischen-Achsen = Kanten-Achsen des Oktaeders und Hexaeders.

Eckling = Oktaeder = $a : a : a = O$.

Würfling = Hexaeder = $\infty a : a : \infty a = \infty O \infty$.

Knöchling = Rhombendodekaeder = $a : \infty a : a = \infty O$.

Timpling = Hemioktaeder, Tetraeder = $\frac{1}{2}(a : a : a) = \frac{O}{2}$.

Höckerling = Pyramidenoktaeder = $a : a : na = mO$.

Buckeltimpling = Trapezdodekaeder = $\frac{1}{2}(a : a : na) = \frac{mO}{2}$.

Kugling = Hexakisoktaeder = $a : ma : na = mOn$.

Kippling = Pyramidenwürfel = $a : na : \infty a = \infty On$.

Buckling = Leuzitoeder = $a : ma : ma = mOm$.

Höckertimpling = Pyramidenoktaeder = $\frac{1}{2}(a : ma : ma) = \frac{mOm}{2}$.

schaften der geneigtflächig-semitesseralen Gestalten unter einander und mit $\infty O, \infty O n, \infty O \infty$ führen zu Resultaten, welche namentlich für die eigentliche Bedeutung der drei holoedrischen Gestalten in ihren Kombinationen mit den hemiedrischen von Wichtigkeit sind. Es wird nämlich das Hexakistetraeder um so ähnlicher einer der drei holoedrischen und mithin parallel-flächigen Gestalten, je grösser einer oder auch beide Ableitungs-Coeffizienten sind. Das Rhomben-Dodekaeder ist die eine Grenz-Gestalt der Deltoid-Dodekaeder; das Hexaeder ist die eine Grenz-Gestalt der Trigon-Dodekaeder und das Tetrakishexaeder eine der Grenz-Gesalten des Hexakis-Tetraeders. Die drei holoedrischen Gestalten sind daher als die Grenz-Gestalten gewisser hemiedrischer Gestalten und gewissermassen selbst als solche hemiedrische Gestalten zu betrachten, deren hemiedrische und holoedrische Erscheinungs-Weise identisch ist. Diese Deutung findet jedoch nur dann statt, wenn sie an den Kombinationen geneigtflächig-semitesseraler Gestalten wirklich Antheil nehmen, weil sie dann, wenn auch nicht *quoad phaenomenon*, so doch *quoad noumenon* geneigtflächig-semitesserale Gestalten sind.“ — Dasselbe gilt, wie Naumann etwas weiter unten in seinem Werke ebenfalls hervorhebt, von der parallel-flächigen Hemiedrie, indem die fünf holoedrischen Gestalten, welche ihrer Erscheinung nach parallelflächig-hemiedrisch nicht werden können, sobald sie an den Kombinationen des Pentagondodekaeders und Dyakisdodekaeders wirklich Antheil nehmen, als parallelflächig-hemiedrische Gestalten zu deuten sind.

Diese Auseinandersetzung lässt an Verständlichkeit gewiss nichts zu wünschen übrig. Man kann aber von obigen Voraussetzungen auch noch einige weitere Konsequenzen ziehen. Die Hälbligkeit selber bringt es mit sich, dass die Knöchlings-Flächen ganz handgreiflich hälblig werden, z. B. in der Kombination mit einem Timplinge. Ist der Timpling der rechte, so erscheinen die Knöchlings-Flächen zu je dreien als Zuspitzungs-Flächen seiner Ecken, welche ihrer Lage nach den Flächen des linken Timplings entsprechen. Ist dagegen der Timpling der linke, so treten die Knöchlings-Flächen an den Ecken dieses Hälblings auf, an der Stelle der Flächen des

rechten Timplings. Die Knöchlings-Flächen gehören in beiden Fällen einem und demselben mathematischen Rhombendodekaeder an; — gehören sie auch demselben krystallographischen Rhombendodekaeder, demselben Knöchlinge an? — Im ersten Falle gebahren sie sich als ein linker Hälbling gegenüber dem rechten Timplinge; würde die Würflings-Halbachse, welche die von ihnen gebildete Zuspitzung trägt, anstatt wie im Knöchlinge $= \frac{\sqrt{3}}{2}$ zu seyn (die Ecklings-Halbachse $= 1$ gesetzt), $= \sqrt{\frac{1}{3}}$, wie die entgegengesetzte Halbachse, welche im Mittelpunkte einer Fläche des rechten Timplings endigt, so würden alle drei Knöchlings-Flächen in eine Ebene fallen, welche eben die Fläche des linken Timplings darstellte. Ganz auf dieselbe Weise sind auch die an einem linken Timplinge mit dem Charakter eines rechten Hälblings auftretenden Knöchlings-Flächen mit dem linken Timplinge selber verwandt. Wir können uns zwischen dem Verhältnisse der Würflings-Halbachsen im Knöchlinge $= \frac{\sqrt{3}}{2}$ und demjenigen dieser Halbachsen im Ecklinge $= \sqrt{\frac{1}{3}}$ alle mittlen Verhältnisse denken, deren jedes einem Höckerlinge oder dessen Hälblinge, dem Buckeltimplinge entspricht. Wie der Eckling und der gänzlingische Knöchling die beiden Grenz-Formen der Höckerlinge sind, so sind der rechte Timpling und der rechte hälblingische Knöchling die beiden Grenz-Formen der rechten Buckeltimplinge, der linke Timpling und der linke hälblingische Knöchling die beiden Grenz-Formen der linken Buckeltimplinge. Der gänzlingisch gedachte Knöchling ist gleichsam der neutrale Zwischenkörper, welcher die rechten und die linken Buckeltimplinge mit einander vermittelt. Man kann ihn selber als einen Buckeltimpling auffassen, aber man kann ihn so gut für einen linken, als für einen rechten nehmen. Wie soll man sich nun diese Zweideutigkeit des Knöchlings erklären? Sind seine Flächen nur scheinbar einfache Flächen? Müssen wir uns demgemäss diese Flächen den längeren Diagonalen entsprechend gebrochen denken und annehmen, dass in diesen Diagonalen je zwei Flächen, die eine einem rechten und die andere

einem linken Buckeltimplinge angehörig, unter einem Kanten-Winkel zusammentreffen, welcher, obwohl für unser Wahrnehmungs-Vermögen von 180° nicht unterscheidbar, doch in der That um eine endliche Grösse von diesem Maasse verschieden sey? Vom Standpunkte der reinen Formenlehre aus scheint mir eine solche Annahme unabweisbar zu seyn; denn ein absolut neutraler Körper, wie der absolut einfach gedachte Knöchling, kann unmöglich in der Weise aus der Neutralität heraustreten, dass er einseitig als ein rechter oder als ein linker Hälbling erscheint. Daraus würde folgen, dass der Knöchling, wenn er absolut einfach wäre, in hälblingischen Kombinationen überhaupt unmöglich wäre, man müsste denn die Hälbligkeit überhaupt nicht als eine Eigenthümlichkeit der Formen-Ausbildung anerkennen und dieselbe nur als eine beiläufige Zufälligkeit, als eine Unvollkommenheit der Ausbildung gelten lassen wollen, was doch kaum Jemanden ernstlich in den Sinn kommen möchte.

Sollen wir demnach annehmen, dass die Kanten (ich meine die wirklichen) des Knöchlings nicht genau 120° messen, sondern um eine, wenn auch noch so geringe, jedenfalls endliche Grösse stumpfer sind? — Es ist möglich und mir, ich läugne es nicht, durch manche Beobachtung sogar sehr wahrscheinlich, dass absolute Isometrie im Krystall-Reiche durchaus nicht existirt, obgleich unsere Messungen keinen Zweifel an denselben zulassen wollen*. So ist es auch möglich, dass der Knöchling nicht die absolute Grenz-Form der Höckerlinge, sondern ein wirklicher Höckerling selber ist, dass derselbe demnach in timpligen Kombinationen wirklich als rechter oder als linker Buckeltimpling zu verstehen sey. Dieses zugegeben, so ist damit allerdings noch gar nicht ausgeschlossen, dass nicht in gänzlingischen Kombinationen der Knöchling ein absoluter Knöchling seyn könnte.

Der Würfling ist eine der Grenz-Formen der Kuglinge. Wenn m und n den Werth ∞ annehmen, so ist jene Grenze erreicht. Der Kugling kann in einen rechten und einen lin-

---

* Nach einigen von Breithaupt's Messungen doch!

ken Kugeltimpling zerfallen, der absolute Würfling aber nicht. Wie ist es nun möglich, dass der Würfling, wie es doch wirklich der Fall ist, in Hälblings-Kombinationen auftrete? Spielt er in diesen die Rolle einer neutralen Grund-Form, weder zu den rechten noch zu den linken Hälblingen gehörig? — Dann wäre die Hälbligkeit eben nur eine unvollkommene Ausbildung der gänzlingischen Modifikationen, und dieses kann wieder nicht angenommen werden. Der Würfling muss also selber zu den rechten oder zu den linken Hälblingen gehören. Wenn aber dieses richtig ist, so müssen in ihm die Werthe für m und n nicht absolut ∞, sondern wirklich noch endliche Grössen seyn; der Würfling ist also, als Gänzling gedacht (obwohl er in Gänzlings-Kombinationen ein absoluter Würfling seyn könnte), ein Kugling, dessen m und n für unser Wahrnehmungs-Vermögen nicht von dem Werthe ∞ unterscheidbar sind und ohne Fehler in unseren Rechnungen $= \infty$ gesetzt werden dürfen; der Würfling ist ferner in Hälblings-Kombinationen ein rechter oder aber ein linker Kugeltimpling.

Die Kipplinge lassen sich betrachten als Kuglinge, in welchen das Verhältniss der Zwischen-Achsen zu den Würflings-Achsen demjenigen gleich ist, welches im Würflinge selber herrscht. Es kann aber das Verhältniss in Wirklichkeit nicht absolut dieses, sondern um ein Minimum von demselben verschiedenes seyn, wie wir es oben für den Würfling selber zugelassen haben. Dann kann es auch, ausser der Möglichkeit neutraler absoluter Kipplinge, rechte und linke Kipplinge geben, die nur scheinbare Kipplinge, in Wirklicheit aber Kugeltimplinge seyn werden.

Um den Zusammenhang zu vervollständigen, ist noch zu erwähnen, dass man den Würfling selbst als einen Kippling betrachten kann, da derselbe ja die eine Grenz-Form der Kipplinge bildet. Eben so kann auch der Knöchling als ein Kippling aufgefasst werden; während bei der Auffassung desselben, welche wir oben geltend machten, indem wir ihn als Grenz-Form der Höckerlinge in Betrachtung zogen, die Möglichkeit einer von 180° um eine zwar unwahrnehmbare aber doch endliche Grösse verschiedenen Kante in der längeren Diagonale der Knöchlings-Flächen angenommen wurde, müssen wir

hier eine solche Kante in der kürzeren Diagonale jener Flächen zulassen.

Der Würfling kann als ein Buckling gelten, da er eine der Grenz-Gestalten der Bucklinge bildet. Demnach kann man ihn in Hälblings-Kombinationen ebenfalls als rechten oder linken Höckertimpling auffassen und sich somit je nach der einen oder nach der anderen Diagonale der Würflings-Flächen eine bis zur Ununterscheidbarkeit an den Werth von 180° angenäherte Kante verlaufend denken. — Denkt man sich die Bucklings-Flächen symmetrisch halbirt, so bezeichnen die Halbirungs-Linien Kanten eines Kuglings, und so bildet sich wieder der Übergang zum Knöchlinge.

So unausweichlich es nach Obigem erscheinen mag, dass man die einer Halbirung *quoad phaenomenon* nicht fähigen Gestalten, die man bislang als die neutralen, als den absoluten Würfling und Knöchling und als absolute Kipplinge zu betrachten gewohnt gewesen ist, nicht mehr für solche gelten lasse, sondern nur als *quoad phaenomenon* solche behandle und sie vielmehr *quoad noumenon* als der Grenze sehr nahe stehende Kuglinge, Höckerlinge, Bucklinge, wenigstens unbedingt so bald sie in Hälblings-Kombinationen auftreten, als rechte oder linke Kugeltimplinge, Buckeltimplinge, Höckertimplinge anspreche, so bietet sich doch in der That noch ein anderer Ausweg dar. Ich weiss es nicht, ob Naumann diesen Ausweg im Sinne gehabt hat, als er in seinen Elementen der Mineralogie (*1852*, S. 19), die früher von ihm angewandten Ausdrücke verlassend, sagte, dass in Kombinationen mit Tetraedern, Trigondodekaedern u. s. w. das Hexaeder, Rhombendodekaeder und Tetrakishexaeder, „wenn auch nicht *actu*, so doch *potentia* in den Bereich der tetraedrisch-semitesseralen Formen gehören". Sollte dieser Gedanke obgewaltet haben, so bedaure ich, dass derselbe nicht ausgesprochen wurde, und halte nicht für überflüssig denselben darzulegen.

Jene neutralen Gestalten nämlich, der Würfling, der Knöchling und die Kipplinge könnten der Form nach wirklich absolut einfache Gestalten seyn und gleichwohl den Doppelsinn — nicht das Doppelgesicht — zweier Hälblinge besitzen. Ihre Flächen können aus zweien Hälften bestehen, welche

nicht in ihrer Neigung von der absoluten Ebene abweichen, sondern *potentia*, z. B. durch den polarischen Gegensatz der Elektrizitäten verschieden seyn. Die wirkliche Neutralität der Form, zwischen rechten und linken Hälblingen die Mitte haltend, wäre demnach verbunden mit einer Neutralität der Elektrizitäts-Äusserungen. Dieser Fall müsse stattfinden, wo jene Gestalten als Gänzlinge aufzufassen sind, in Gänzlings-Kombinationen somit. In Hälblings-Kombinationen dagegen wäre nur die positive oder die negative Hälfte jener Flächen ausgebildet, somit die nämliche volle Flächen-Zahl und, soweit die Kombination selbst nicht beschränkend einwirkt, auch die nämliche volle Ausdehnung der Flächen, indem z. B. bei Ausbildung der positiven Hälfte, sobald die negative Hälfte mangelte, erste natürlich um so unbeschränkter seyn und gleichsam über den ihr speziell angehörigen Raum hinauswuchern würde. Wenn ein solcher positiver oder negativer Hälbling des Würflings, des Knöchlings oder eines Kipplings ganz selbstständig ausgebildet und mit keiner anderen Form kombinirt wäre, so würde derselbe unbedingt der Form nach einen vollständigen Würfling, Knöchling, Kippling darstellen, der aber gleichwohl *potentia* nur ein positiver oder negativer Hälbling wäre. Kombinationen bringen es dagegen, wie ich oben in Betreff der Kombinationen des Knöchlings mit dem rechten oder linken Timplinge bereits erwähnt habe, mit sich, dass die Flächen jener neutralen Gestalten handgreiflich eine hälblingische Vertheilung zeigen. Ausserdem ist es nun aber möglich, wie die entschieden hälblingisch auftretenden Gestalten dieses so evident beweisen, dass mit einem Hälblinge auch der Gegenhälbling kombinirt auftrete, mit dem rechten Timplinge der linke u. s. w. Es ist nicht abzusehen, wesshalb also nicht mit dem positiven Würflinge auch der negative, mit dem positiven Knöchling der negative Knöchling u. s. w. kombinirt seyn könnte. Es ist in diesem Falle möglich, dass aus beiden polarisch kontrastirenden Hälblingen ein neutraler Gänzling entstehe; allein dieser Fall scheint doch mit der Hälbligkeit selber eben so unverträglich, als eine formell gänzlingische Gestalt. Aber es können die beiden Hälblinge auch in irgend einer Weise gegen einander abgegrenzt

seyn, z. B. auf den scheinbar einfach gänzlingischen Würflings-Flächen nach den Diagonalen, wenn die beiden Hälblinge als Kugeltimplinge oder Buckeltimplinge aufzufassen sind, oder auf den scheinbar einfach gänzlingischen Knöchlings-Flächen nach den längeren Diagonalen, wenn die beiden Hälblinge als Buckeltimplinge aufzufassen sind.

Wir haben uns nun hier zu erinnern, dass die merkwürdigen Erscheinungen der Thermo- oder Pyro-Elektrizität der Krystalle mit hälblingischen Krystallisationen verbunden sind. Ein sehr ausgezeichnetes Beispiel bietet der Borazit.

Hauy entdeckte in diesem, durch die Theorie geleitet, bevor er die Hälbligkeit der Form bemerkt hatte, das Vorhandenseyn von vier elektrischen Achsen. Diese Achsen entsprechen den Würflings-Achsen; jede Achse berührt mit einem Pole eine Fläche des rechten Timplings, mit dem anderen Pole eine Fläche des linken Timplings oder deren Ort. Hauy fand, dass die dem vorherrschenden rechten Timpling entsprechenden Pole nach der Erwärmung (beim Erkalten) positiv elektrisch wirken. Später fand Gross das Gesetz, dass die Elektrizitäten in der steigenden und abnehmenden Temperatur-Veränderung entgegengesetzt sind. Köhler's Untersuchungen bestätigten dieses Gesetz; eben so die mit den genauesten Instrumenten und mit grosser Umsicht angestellten Beobachtungen von Peter Riess und Gurtav Rose, welche die bei steigender Temperatur negativ elektrische Wirkung äussernden Pole der vier Achsen als antiloge, die entgegengesetzten als analoge Pole bezeichneten. Die ersten entsprechen dem vorherrschenden Timplinge, welchen ich desshalb den antilogen Timpling nenne, wie seinen Gegenkörper den analogen. Hankel fand, dass auch die Mittelpunkte der parallelen Würflings-Flächen, also die Endpunkte der Ecklings-Achsen, sich polarisch entgegengesetzt verhalten, dass ferner bei Überschreitung gewisser Temperatur-Grenzen ebenfalls Umkehrungen der Polaritäten erfolgen und viele Unregelmässigkeiten stattfinden. Es entspann sich zwischen ihm und den genannten Akademikern von *Berlin* eine Diskussion, in welcher die letzten sich bemühten, die Ursachen der Unregelmässigkeiten theils in dem bei der Untersuchung eingeschlagenen Verfahren,

und theils in der abnormen Beschaffenheit der untersuchten Exemplare nachzuweisen, während sie die den Endpunkten der Ecklings-Achsen entsprechenden Pole gänzlich in Abrede stellten und nicht zu bestätigen vermochten. Hankel dagegen wiederholte seine Nachweisungen auch unter Beobachtung aller wünschenswerthen Kautelen und es gelang demselben auch, seiner Mittheilung zufolge, Riess persönlich von der Richtigkeit seiner Resultate zu überzeugen.

Ich habe die verschiedenen Angaben der genannten Forscher in meiner Monographie des Borazites zusammengestellt und eigene Untersuchungen hinzugefügt. Die Ergebnisse der letzten will ich hier nicht ausführlicher angeben; sie haben mich überzeugt, dass der Gegenstand noch keineswegs erschöpft ist, sondern noch ganz neue Versuchs-Reihen erfordert, zu deren genügender Anstellung mir die Instrumente mangeln, deren mir kein anderes, als das schon von Köhler benutzte Katzenhaar auf einer Siegellack-Stange befestigt zu Gebote stand, dem ich durch Übung im Gebrauche selbst einige Zuverlässigkeit abzugewinnen suchte.

Die meisten Borazit-Krystalle vom Kalkberge bei *Lüneburg*, in welchen die in ihrer Wirkung auf gewisse optische Verhältnisse des Borazites bereits * von mir gewürdigte Parasit-Bildung fast immer schon sehr weit vorgeschritten ist, schienen mir zur Gewinnung brauchbarer Resultate gar keine Aussicht zu gewähren, obgleich das hervorstechendste Hauptgesetz in dem Gegensatze der beiden Timplinge sich unverkennbar kundgab. Bei durchgetheilten Krystallen beobachtete ich einen Gegensatz des Mittelpunktes gegen die äusseren Flächen, welche vorherrschend Knöchlings-Flächen waren, mit Ausnahme der Flächen des antilogen Timplings, welche selber sich den Knöchlings-Flächen entgegengesetzt verhielten. Die Parasit-Nadeln selber zeigten ganz entschieden eine Achse in der Richtung ihrer Haupt-Ausdehnung, welche sich in sehr niedlichen Experimenten erproben liess, von welcher es aber gleichwohl ungewiss blieb, ob dieselbe der Parasit-Substanz oder aber etwa noch anhangender unveränderter Borazit-Substanz zugeschrieben werden müsse. Möglichst klare und

* Poggendorff Annalen d. Phys. und Chemie *1854*, Bd. 92, S. 77.

anscheinend von Parasit-Fasern noch völlig freie Krystalle von sehr vorherrschend würfliger Form (besonders Hauy's *var. défective*) liessen sowohl das Hauy'sche Hauptgesetz, als auch das Hankel'sche Gesetz mit grosser Deutlichkeit nachweisen. Je mehr aber die Knöchlings-Flächen hervortraten (wie z. B. schon bei Hauy's *var. surabondante*), um so schwieriger war es, einigermassen bestimmte und zuverlässige Resultate zu erhalten, weil stets mehre Flächen gemeinsam auf das sich nähernde Instrument einwirkten; so musste ich für die nicht sehr vorherrschend würfligen Varietäten der Hoffnung auf reine Resultate leider entsagen, obgleich die Versuchs-Reihen selber mir beim Gelingen eines solchen Erfolges noch mancherlei interessante Eigenthümlichkeiten zu versprechen schienen. — Es waren noch nie Versuche mit den Krystallen vom *Schildsteine* bei *Lüneburg* angestellt worden, welche grösstentheils den antilogen Timpling so vorherrschend zeigen, dass dieser gleichsam als Träger der Kombinationen auftritt. Hier liessen, da jede Würflings-Achse mit einem Pole im Mittelpunkte einer grossen Fläche des antilogen Timplings, mit dem anderen Pole dagegen im Mittelpunkte einer meistens äusserst kleinen Fläche des, von den ebenfalls kleinen Knöchlings-Flächen umgebenen, analogen Timplings endigt, die entschiedensten Resultate für das Hauptgesetz erwarten. Es zeigte sich denn auch sehr deutlich, dass die Flächen des gering ausgebildeten analogen Timplings und die Knöchlings-Flächen sich diesem Hauptgesetze gemäss verhielten; dagegen war eine befriedigende Prüfung des Mittelpunktes der stark ausgebildeten Flächen des antilogen Timplings mit meinem Instrumente nicht möglich, weil die nie fehlenden Würflings-Flächen, welche stets als Abstumpfungs-Flächen der Kanten dieses vorherrschenden Timplings auftreten und also zu je dreien den Rand der Flächen desselben bilden, in so starkem Grade die antiloge Elektrizität zeigten, dass jede Wirkung bei aller Vorsicht der Annäherung des Katzen-Haares nur von diesen schmalen Würflings-Flächen auszugehen schien. Bei der Anziehung fuhr das Haar unausweichlich allemal zu einer der Randflächen statt zum Flächen-Mittelpunkte; bei der Abstossung fand ebenfalls ein wahres Zurseitewerfen des Haa-

res statt. Das Detail meiner Versuche wolle man in meiner Monographie des Borazites * selbst nachsehen.

Hier handelt es sich nur darum, hervorzuheben, dass ganz entschieden die Knöchlings-Flächen und die Würflings-Flächen an den Elektrizitäten selbst mit theilnahmen, und dass bei den vorherrschend timplig ausgebildeten Krystallen die Knöchlings-Flächen sich analog, die Würflings-Flächen sich antilog verhielten. Es nehmen dadurch offenbar die Flächen des Knöchlings den Charakter eines analogen Hälblings, die Flächen des Würflings den eines antilogen Hälblings an. Dieses Verhältniss findet aber nur bei den Borazit-Krystallen von *Schildsteine* statt.

Ich unterscheide drei Borazit-Spezien **, den krypto-krystallinischen von *Stassfurth*, den vorherrschend timpligen vom *Schildsteine* bei *Lüneburg*, in dessen Kombinationen die *quoad phaenomenon* hälblingischen Gestalten die Oberhand haben, und den vorherrschend würfligen (und knöchligen) vom *Kalkberge* bei *Lüneburg* und vom *Kalkberge* bei *Segeberg*, in dessen Kombinationen die *quoad noumenon* hälblingischen Gestalten den Typus bedingen. Bei beiden Spezien wiederholen sich übrigens alle sämmtlich die gleichen einfachen Gestalten in den Kombinationen. Sehr untergeordnet (wenigstens soweit es sich um die äussere Form handelt) treten die Flächen des antilogen Kugeltimplings und des analogen Höckertimplings auf, die ich desshalb hier ganz bei Seite lassen werde.

Jede Spezies findet sich in mehren Varietäten, welche sich aber bei beiden in zwei Haupt-Gruppen zusammenstellen.

---

* Mittheilungen des naturwissenschaftl. Vereins zu Lüneburg. Heft 1. Hannover. Rümpler, *1854*, S. 142 ff.

** Weiss hat wohl zuerst darauf hingewiesen, dass dasjenige, was man in der Mineralogie Spezies zu nennen gewohnt ist, nicht der Spezies der Zoologie und Botanik, sondern vielmehr dem Genus dieser Wissenschaften entspreche, und dass die verschiedenen Krystallisationen, welche Hauy mit besonderen Namen belegte, die eigentlichen Spezies des Mineralreiches seyen. Ich nenne, ungefähr denselben Betrachtungen mich anschliessend, die in der Art ihres Vorkommens entschieden von einander abweichenden Kombinationen, welche unverkennbar die Produkte ganz eigenthümlicher und von einander verschiedener Bildungs-Prozesse sind, Spezies.

Bei dem Timpel-Borazite des *Schildsteins* herrscht entweder der antiloge Timpling vor; eben dadurch sind dann die Flächen des Knöchlings ganz auf die analogen Pole zurückgedrängt: man könnte sagen, es seyen nur die analogen Extremitäten der Knöchlings-Flächen ausgebildet. Die Würflings-Flächen erscheinen als schmale Leisten, je drei den Rand einer Fläche des antilogen Timplings bildend; sie sind ihrer Erscheinung nach nicht eigentlich hälblingisch, wenn nicht etwa in sofern, als ihr Mittelpunkt von den benachbarten analogen Flächen, den Knöchlings-Flächen, etwa zehnmal so weit entfernt ist, als von den benachbarten antilogen Flächen. Aber während die Knöchlings-Flächen sich in der That nach meinen Beobachtungen analog verhalten, sind die Würflings-Flächen entschieden antilog; offenbar ist also wirklich *potentia* der analoge Hälbling des Knöchlings und der antiloge Hälbling des Würflings ausgebildet. Je vollständiger der Typus des antilogen Timplings in der Kombination vorherrscht, um so geringer sind auch die Knöchlings-Flächen ausgebildet, während eben so deutlich die Würflings-Flächen stärker hervortreten. Die ganze Kombination hat also vollständig antilogen Typus, wenn ich mich so ausdrücken darf. So ist es bei der einen Gruppe von Varietäten des Timpel-Borazites im *Schildsteine.*

Bei der anderen Gruppe sind beide Timplinge fast im Gleichgewichte ausgebildet, der analoge aber hat meistens merklich das Übergewicht. Die Kombinationen sehen fast wie Gänzlings-Kombinationen aus, man könnte beide Timplinge gemeinsam als wahren Eckling auffassen, wenn nicht die ungleiche Beschaffenheit ihrer Flächen Dem entgegenträte und die kleinen Flächen des analogen Höckertimplings und des antilogen Kugeltimplings eben so bestimmt den hälblingischen Charakter ausdrückten. Hier finden sich nun in sehr merklicher Weise die Knöchlings-Flächen nicht etwa durch die stärkere Ausbildung des analogen Timplings vollends vertilgt, sondern vielmehr weit beträchtlicher ausgebildet, so dass die Varietäten bisweilen eher den Typus des Knöchlings tragen, als den des Ecklings oder des analogen Timplings; die Würflings-Flächen dagegen sind hier

sehr gering, mitunter fast vertilgt. Die ganze Kombination hat also vollständig analogen Typus.

Zwischen diesen Varietäten finden sich übrigens alle Übergänge, während sich Diess nicht sagen lässt in Bezng auf die beiden deutlich gestalteten Spezies, die vielmehr so streng von einander geschieden sind, dass ich einen Zweifel über die Herkunft eines *Lüneburgischen* Borazit-Krystalles aus dem *Schildsteine* oder aus dem *Kalkberge* gar nicht für möglich halte, wenn man auf den Charakter der Form achtet.

Die nämlichen beiden Extreme der Varietät, wie bei der Spezies des *Schildsteins*, wiederholen sich nun auch bei der Spezies des *Kalkberges* bei *Lüneburg* und des *Kalkberges* bei *Segeberg*, dem Würfel-Borazite. Aber hier gibt sich der analoge oder antiloge Charakter nicht sowohl in der stärkeren Ausbildung des einen oder des anderen Timplings kund, welche hier beide meistens gering und für den Charakter der Form weniger wichtig sind, als vielmehr in der stärkeren Ausbildung des Knöchlings im ersten Extreme und des Würflings im anderen Extreme. Herrscht der Knöchling stark vor, so finden sich die Würflings-Flächen vollständig geschieden von den antilogen Timplings-Flächen; es war nun sehr interessant zu untersuchen, ob an solchen Krystallen diejenigen Theile der Knöchlings-Flächen, welche zunächst an die oft ganz allein bemerkbaren antilogen Timplings-Flächen grenzen, demnach analog, oder ob sie nicht vielleicht hier antilog seyn mögen; ferner zu untersuchen, wie sich die Würflings-Flächen hier verhalten, ob dieselben rein antilog seyn können, wie wenn sie die antilogen Timplings-Flächen berühren, oder ob sie hier analog seyn möchten, da sie ganz von den Knöchlings-Flächen umgeben sind, oder ob sich nun in den parallelen Paaren derselben eigene polarische Gegensätze entwickeln. Die erstere Frage nach dem Verhalten der Knöchlings-Flächen in ihren verschiedenen Theilen vermochte ich nicht zu erledigen. In Betreff der Würflings-Flächen aber herrscht hier das Hankel'sche Gesetz des polarischen Kontrastes zwischen jedem Paare paralleler Flächen. Dasselbe verräth sich selbst äusserlich. Merkwürdiger Weise sind nämlich die Würflings-Flächen der Borazit-Krystalle, und zwar beider Spezien stets (mikro-

skopisch fein) diagonal gereift* und zwar nicht etwa parallel den Kanten, welche diese Flächen mit dem antilogen Timplinge bilden (oder bilden würden), sondern parallel denjenigen Kanten, welche aus der Kombination mit den Flächen des analogen Timplings entstehen würden, der doch am allerseltensten mit den Würflings-Flächen in wirkliche Berührung tritt. Die Ursache dieser Reifung ist eine oszillatorische Kombination der Würflings-Flächen mit den Flächen des linken Höckertimplings. Diese Reifungs Systeme je zweier paralleler Würflings-Flächen sind nicht parallel, sondern kreutzen sich rechtwinklig. Lässt sich wohl von vorn herein eine gleichnamige Polarität oder eine gemeinsame Indifferenz bei zweien Flächen voraussetzen, welche sich so kontrastirend verhalten, wenn nicht durch ihre unmittelbare Angrenzung an die antilogen Timplings-Flächen einerseits und an die analogen Knöchlings-Flächen andererseits der übermächtige Kontrast der Pole der Würflings-Achsen jenen untergeordneten Gegensatz aufhebt? Aber auch wenn die Würflings-Flächen vorherrschen, lässt es sich erwarten, dass in Kombinationen, in welchen die Flächen des antilogen Timplings nur untergeordnet, oft selber sehr klein sind, die Polarität dieser untergeordneten Flächen sich über die ganzen Würflings-Flächen bis in die nächste Nähe der hier stets sehr kleinen und oft gänzlich fehlenden analogen Timplings-Flächen verbreite? Es gibt derartige Varietäten, zu *Lüneburg* sowohl als auch zu *Segeberg*, welche kaum unter der Loupe Spuren der Knöchlings-Flächen zeigen; bei solchen müsste dann der ganze Krystall antilog seyn, mit Ausnahme der vier Eckpunkte, in welchen die Spuren von Knöchlings Flächen zusammentreffen, und der durch diese Flächen ersetzten Kanten-Theile selbst. Vollends bei den Kryställchen von *Segeberg*, bei welchen es mir selber noch nicht ganz zweifellos ist, ob nicht bisweilen die Timplings-Flächen sämmtlich vollständig fehlen, und bei welchen diese Flächen kaum jemals mit blossem Auge wahrnehmbar, eben so auch die Knöchlings-Flächen äusserst schmal sind, aber

* Diese Reifung ist bei solchen Exemplaren nicht wahrnehmbar, deren Würflings-Flächen gleichsam eine Mosaik von zahllosen kleinen Würflingen darstellen.

an den antilogen Polen ebenso zusammenzutreffen scheinen, als an den analogen. Auch hier war gewiss die Polarität der Ecklings-Achsen von vorn herein viel wahrscheinlicher, als so zu sagen das Aufgehen des ganzen Krystalls in eine einzige Polarität. Ich bezweifle nicht das Vorherrschen des polarischen Gegensatzes der beiden Pole der Würflings-Achsen nach dem alten Hauptgesetze; aber ich glaube, dass man hier von vorn herein die von Hankel nachgewiesene Polarität der Ecklings-Achsen, den Kontrast der parallelen Würflings-Flächen, hätte erwarten müssen, und dass man berechtigt ist, denselben auch allgemein gelten zu lassen, selbst wo der Zustand der untersuchten Krystalle der Ermittlung des elektrischen Verhaltens nicht mehr günstig ist.

Der Würfling ist nun, wenn drei seiner Flächen analog und drei andere antilog werden, in einer anderen Weise, als in den oben besprochenen Verhältnissen, *potentia* hälblingisch. Er zerfällt in zwei Hälblinge, deren jeder nur aus dreien Flächen besteht, und, wie man die analogen und antilogen Flächen auch vertheilen möge, immer entsteht eine solche Vertheilung, dass in einer Würflings-Ecke drei analoge, in der axial entgegengesetzten aber drei antiloge Flächen zusammentreffen. Die Reifungs-Systeme der Würflings-Flächen entsprechen in Bezug auf die Würflings-Ecken ganz den Kontrasten, welche das Hauptgesetz für diese Ecken fordert; ja, um eine analoge Ecke laufen die Reifen in einer zu der entsprechenden Würflings-Achse normalen Ebene herum, während sie in den entgegengesetzten antilogen Ecken zusammentreffen. Durch den Kontrast zwischen den parallelen Würflings-Flächen selber dagegen werden zwei entgegengesetzte Würflings-Ecken noch ganz besonders ausgezeichnet und wird die Würflings-Achse, welche sie verbindet, gleichsam zu einer elektrischen Haupt-Achse, in deren einem Pole drei analoge und in deren anderem Pole drei antiloge Würflings-Flächen zusammentreffen.

So verräth uns also das von Hankel aufgefundene Gesetz die Existenz einer Verchiedenheit der Würflings-Achsen im Borazite, welche zwar nicht *quoad phaenomenon*, wohl aber *quoad noumenon*, vorhanden ist. Es fragt

sich nun aber, ob diese Achsen-Verschiedenheit, dieses Vorhandenseyn einer Haupt-Achse nicht auch in anderen Beziehungen sich äussern könne, als einzig durch die Elektrizitäts-Wirkungen, ob nicht etwa z. B. auch durch optische Erscheinungen? — Die Elektrizität ist doch wohl nicht als ein für sich bestehendes Ding zu betrachten, welches den Borazit-Krystallen die Achsen der Krystallisation gleichsam vorbildet, eine gestaltete Krystall-Seele, welcher der Krystall-Körper gleichsam nur als Bekleidung dient, — sondern vielmehr als eine Wirkung der eigenthümlichen Anordnung der Massen-Theilchen. Verträgt sich nun eine solche Anordnung der Massen-Theilchen, welche derartige ungleiche Wirkungen hervorruft, mit der kugelmässigen Krystallisation — warum sollte sich mit einer solchen Krystallisation nicht auch das Vorhandenseyn einer optischen Achse vertragen, wie Brewster sie im Borazit angegeben hat? — Bedürfen die optischen Wirkungen stärkerer Abweichungen der Krystallisation, als die elektrischen? Müssen die Abweichungen, welche die um eine Achse vertheilte Wirkung der Doppelbrechung des Lichts bedingen, stets in der Krystallisation geometrisch nachweisbar seyn, während diejenigen Abweichungen, welche die elektrischen Gegensätze hervorrufen, sich auf solche Weise nicht, sondern einzig durch das Experiment nachweisen lassen? — Niemand wird Diess behaupten wollen. Allein es sind von mir auch Verhältnisse beobachtet worden, welche ich nicht als blosse Zufälligkeiten abfertigen kann, und welche auch in der äusseren Gestalt der Borazit-Krystalle bisher unbeachtet gebliebene Besonderheiten andeuten.

Der naturhistorische Verein zu *Lüneburg* besitzt einen kleinen Timpelborazit-Krystall (vom *Schildsteine*), welcher aus einem Bausteine des, aus dem anhydritischen Gypse des *Schildsteines* gebauten, Domes zu *Bardewik* bei *Lüneburg* herrührt. An diesem Krystalle ist eine Fläche des antilogen Timplings ausserordentlich vorherrschend und in demselben Grade die polarisch gegenüber liegende aus dreien Knöchlings-Flächen und einer äusserst kleinen Timplings-Fläche bestehende analoge Ecke, während dagegen drei Flächen des antilogen Timplings und drei Gruppen der die analogen

Ecken bildenden Flächen sehr gering ausgebildet sind, theilweise fast mangeln. Dieser übrigens sehr regelmässig gebildete Krystall hat also offenbar eine ganz ausgezeichnete Haupt-Achse; welche hier als die kürzere erscheint.

Nach allen diesen Umständen wäre eine erneuerte genaue optische Untersuchung des Borazites gewiss sehr wünschenswerth. Da die von Biot untersuchten Borazit-Plättchen sämmtlich Spuren der duch die Parasit-Bildung bewirkten Aggregat-Polarisation (*Polarisation lamellaire*, Biot) verriethen, so schliessen die von diesem Physiker beobachteten Erscheinungen die Möglichkeit des wirklichen Vorhandenseyns einer wahren Doppelbrechung und einer optischen Achse keineswegs aus. Brewster kann, wie Biot andeutet, durch die damals noch unbeachtete Aggregat-Polarisation zu der Angabe verleitet seyn, welche Biot durch seine Untersuchung beseitigt glaubte. Allein es kann auch seyn, dass Brewster keineswegs getäuscht wurde, und die Bestimmtheit, mit welcher letzter die optische Achse als mit einer Würflings-Achse zusammenfallend bezeichnete, macht die Annahme einer Täuschung immerhin etwas gewagt. Bei Untersuchungen über diesen Gegenstand würde man vermuthlich mit Krystallen vom *Schildstein*, vielleicht allenfalls auch mit solchen von *Segeberg*, Hoffnung haben zu bestimmten Resultaten zu gelangen, während unter den Krystallen vom *Lüneburger* Kalkberge schwerlich ein tauglicher gefunden werden möchte. Jedenfalls dürfte man von vorn herein nur von den fast wasserklaren licht-grünbläulichen Exemplaren einige Erwartung hegen. Um an solchen die Haupt-Achse aufzufinden, kann man sich der Bestimmung der Elektrizitäten der Würflings-Flächen selber bedienen*.

Da nach dem Hankel'schen Gesetze drei Würflings-Flächen analog und drei antilog sind, so geht daraus offenbar hervor, dass die Isometrie in den Borazit-Krystallen keine absolute seyn kann, sondern dass eine Würflings-Achse, trotz dem Anscheine der gewöhnlich herrschenden Symmetrie — welche frei-

* In einem andern Aufsatze werde ich das höchst interessante magnetische Verhalten des Borazites beleuchten, aus welchem das Vorhandenseyn einer Haupt-Achse gleichfalls hervorgeht!

lich wohl bei keinem Krystall auch quantitativ eine vollkommene ist —, einen anderen Werth haben muss, als die drei anderen.

Weit entfernt an der Wirklichkeit einer solchen Abweichung von der absoluten Isometrie zu zweifeln, glaube ich vielmehr, dass sie nicht einmal die einzige wirklich vorhandene ist. So findet sich z. B. eine Ungleichheit in der Ausbildung der Kugeltimplings-Flächen, welche sich selten verkennen lässt. Von den Paaren dieser Flächen, welche in den Kombinationen sich als zunächst zusammengehörig erweisen, pflegt in regelmässiger Weise die eine stärker ausgebildet zu seyn, als die andere; ja, mitunter vermisst man die eine ganz. Aber ich habe eine Reihe von Exemplaren des Würfel-Borazites vom *Kalkberge* bei *Lüneburg* beobachtet von der Varietät, bei welcher die Knöchlings-Flächen so sehr vorherrschen, dass sie den Typus der Kombination bedingen, bei welcher von allen 24 Flächen des Kugeltimplings nur 2 vorhanden waren, diese aber sehr deutlich und nett; und diese 2 Flächen lagen stets an den beiden Polen einer Ecklings-Achse und die eine genau ebenso oben links, wie die andere unten rechts; auch war die eine ganz genau eben so stark ausgebildet, als die andere. Nachdem ich an dieser Varietät auf diese gesetzmässige Erscheinung aufmerksam geworden war, beobachtete ich dieselbe auch bei Krystallen des Timpel Borazites vom *Schildsteine* an Varietäten, welche den Typus des antilogen Timplings besitzen. An diesen sind die Kugeltimplings-Flächen ausserordentlich klein, gleichwohl aber wegen ihrer höchst ausgezeichneten Spiegelung mit Hülfe einer guten Loupe leicht wahrnehmbar. An vielen Kryställchen dieser Varietäten fand ich in vollkommen kontrastirender Lage zwei jener Flächen ganz vereinzelt, während alle anderen mangelten. — So scheint also auch unter den ganz untergeordneten Achsen noch eine Abweichung von der idealen Isometrie stattzufinden und ein polarischer Gegensatz sich geltend zu machen.

Ich denke, die in diesem Aufsatze berührten Verhältnisse sind merkwürdig genug, um zu neuer Aufmerksamkeit aufzufordern und uns in der Aufstellung apodiktischer Sätze noch immer vorsichtiger zu machen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1854

Band/Volume: 1854

Autor(en)/Author(s): Volger Georg Heinrich Otto

Artikel/Article: Die Hälbligkeit des Würflings und des Knöchlings beim Borazit 769-786