

# Zeitschrift

der

Deutschen geologischen Gesellschaft.

4. Heft (October, November und December 1878).

---

---

## A. Aufsätze.

---

### I. Ueber geneigtflächige Hemiëdrie.

Von Herrn A. SADEBECK in Kiel.

Hierzu Tafel XXII.

Seit der Veröffentlichung meiner Abhandlungen über die Krystallformen des Kupferkieses<sup>1)</sup>, der Blende<sup>2)</sup>, des Fahlerzes<sup>3)</sup> habe ich die Erscheinungen der tetraëdrischen Hemiëdrie mit besonderem Interesse verfolgt. Ich ging daher auch mit Vergnügen daran, an der Hand der G. ROSE'schen Aufzeichnungen den bisher für hemiëdrisch gehaltenen Diamant krystallographisch zu bearbeiten.<sup>4)</sup> Bei dieser Arbeit eröffneten sich mir weitere, neue Gesichtspunkte, welche ich schon früher in allgemeinen Zügen in der angewandten Krystallographie<sup>5)</sup> zum Ausdruck gebracht habe. Es liegt auf der Hand, dass der Bau eines hemiëdrischen Krystalls ein anderer sein muss, als der eines holoëdrischen, dass sich der polare Gegensatz der beiden Stellungen auch im Bau, also in der Oberflächenbeschaffenheit abspiegeln muss.

In welcher Beziehung der Bau zu den übrigen Merkmalen der Hemiëdrie steht und welche Beziehungen die verschiedenen Merkmale untereinander haben, soll im 1. Theil entwickelt werden, an welchen sich als 2. Theil die specielle Betrachtung der Blende anschliesst.

---

1) Diese Zeitschrift Bd. 20.

2) *ibid.* Bd. 21.

3) *ibid.* Bd. 24.

4) Abh. d. Kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1876.

5) Angewandte Krystallographie. Berlin 1876.

Wegen der grossen Bedeutung der Zwillingsbildung bei den tetraëdrischen Mineralien wird diese im 3. Theil besprochen und schliesslich gedenke ich im 4. Theil alle Einwände zu widerlegen, welche gegen die hemiëdrische Natur des Diamanten erhoben werden können.

Herr P. GROTH hat in seinem Catalog der Strassburger Sammlung<sup>1)</sup> meine, auf die tetraëdrischen Hemiëdrien bezüglichen Arbeiten vielfach angegriffen. Ich werde mich bemühen, den von Herrn GROTH eingeschlagenen Ton in meinen Erwidrerungen zu vermeiden. Für die Zusendung einzelner Exemplare der Strassburger Sammlung spreche ich Herrn GROTH meinen Dank aus. Da mir nur durch die Benutzung der Berliner Sammlung vorliegende Arbeit ermöglicht wurde, fühle ich mich Herrn WEBSKY zu besonderem Dank verpflichtet.

## I. Tetraëdrische Hemiëdrie.

Die tetraëdrische Hemiëdrie beruht auf einer Verschiedenheit der molecularen Anordnung nach solchen in abwechselnden Oktanten gelegenen Richtungen, welche bei holoëdrischen Krystallen gleichwerthig sind. Diese Verschiedenheit thut sich kund in der tetraëdrischen Ausbildung der Krystalle, in dem Auftreten verschiedener Formen in den abwechselnden Oktanten, dem verschiedenen Bau in denselben, in Unterschieden des Glanzes der Flächen und im physikalischen, speciell electricischen Verhalten. Zur Bezeichnung des polaren Gegensatzes habe ich schon früher die Flächen in solche 1. und 2. Stellung eingetheilt. Die Bezeichnung + und — habe ich absichtlich vermieden, um sie lediglich für das rein physikalische Verhalten zu reserviren.

1. Die tetraëdrische Ausbildung ist es, welche uns zuerst auf die hemiëdrische Natur eines Minerals hinweist. Da aber die Krystalle in ihrer Ausbildung eine ausserordentlich grosse Mannigfaltigkeit zeigen können, so werden auch bei rein holoëdrischen Mineralien tetraëdrische Krystalle in dem Bereich der Möglichkeit der Ausbildung liegen und kommen auch in der That bei Gold, Diamant, Spinell vor. Die Form allein genügt nur dann, ein Mineral für hemiëdrisch zu erklären, wenn sämmtliche Krystalle desselben hemiëdrisch sind. Der tetraëdrische Charakter ist in der Ausbildung am

---

<sup>1)</sup> Die Mineralien - Sammlung der Kaiser-Wilhelms-Universität zu Strassburg, Strassburg 1878 (später citirt Cat.).

meisten beim Fahlerz ausgesprochen, bei welchem die Mehrzahl der Krystalle ein Tetraëder allein oder doch wenigstens sehr vorherrschend ausgebildet zeigt. Kommen, wie z. B. bei der Wismuthblende, sowohl tetraëdrische, wie holoëdrische Krystalle vor, so darf man darnach allein das Mineral nicht für hemiëdrisch erklären. Dasselbe gilt vom Würfelierz.

Auch genügt die Ausbildung nicht zur Bestimmung der Stellungen, das heisst, man darf nicht ohne weiteres allen vorherrschend ausgebildeten Tetraëdern eine gleiche Stellung geben, nicht einmal bei Krystallen ein und desselben Fundortes, wie später bei der Blende von Schemnitz gezeigt werden soll. Jedoch ist erfahrungsmässig bei anderen Mineralien, Wismuthblende, Borazit, Helvin das stärker ausgebildete Tetraëder 1. Stellung.

2. Eine Verschiedenheit der Formen in beiden Stellungen wurde zuerst von G. ROSE beim Borazit<sup>1)</sup> erkannt, bei welchem in der einen Stellung das Hexakistetraëder  $\frac{1}{2}$  ( $a: \frac{1}{3}a: \frac{1}{5}a$ ), in der anderen das Triakistetraëder  $\frac{1}{2}$  ( $a: a: \frac{1}{2}a$ ) erscheint.

Beim Fahlerz kommt in der 1. Stellung eine grössere Zahl von Triakistetraëdern, sowie Hexakistetraëdern vor, als in der zweiten.

Beim Kupferkies sind in 1. Stellung die Skalenoëder häufiger und in dieser allein vorherrschend ausgebildet. Am meisten ausgesprochen ist diese Verschiedenheit der Formen bei der Blende, während sie bei anderen Mineralien, Wismuthblende, Helvin nicht bekannt ist.

Wenn Herr GROTH (Cat. pag. 24) sagt, das Auftreten der Flächen hängt von den Bildungsverhältnissen ab, so hat er vollkommen recht. Es hängt in der That von den Bildungsverhältnissen ab, ob eine bestimmte Form überhaupt auftritt; in welcher Stellung sie aber auftritt, welche Formen in gleicher, welche in verschiedener Stellung erscheinen, liegt für gewisse Formen im Charakter der Hemiëdrie. Derartige Formen habe ich „Leitformen“ genannt. Der Umstand, dass einzelne Formen in beiden Stellungen auftreten, kann die Bedeutung der charakteristischen Leitformen nicht beeinträchtigen. Für die in beiden Stellungen auftretenden Formen muss man dann zur Unterscheidung der Stellungen den Bau und die physikalischen Eigenschaften in Betracht ziehen.

3. Die tektonischen Verschiedenheiten in beiden Stellungen kommen bei den Flächen in ihrer Ober-

<sup>1)</sup> RIESS und ROSE, Pyroelectricität der Mineralien.

flächenbeschaffenheit zum Ausdruck, in Reifen, Streifen und damit verbundenem schaligen Bau, in Drusigkeit und Subindividuen.

Beim Fahlerz zeigt das erste Tetraëder schaligen Bau und ist in Folge dessen häufig gestreift, während das zweite Tetraëder eben und glatt ist.

In ähnlicher Weise ist das erste Tetraëder des Kupferkieses meist schalig und zeigt mannigfaltige Zeichnungen, während beim zweiten Tetraëder Schaligkeit nicht wahrnehmbar ist und die Streifung zurücktritt.

Die Wismuthblende hat ein gewölbtes erstes und ebenes zweites Triakistetraëder.

Beim Borazit treten die Unterschiede im Bau der beiden Tetraëder nur äusserst wenig hervor.

Am deutlichsten sind die tektonischen Verschiedenheiten bei der Blende.

4. Die Verschiedenheit des Glanzes in beiden Stellungen will Herr GROTH nicht anerkennen und versucht seine Stichhaltigkeit mit folgenden Worten zu widerlegen, Cat. pag. 24: „die Oberflächenbeschaffenheit der Formen hängt von den Zuständen bei der Bildung des Krystalls ab, gerade so wie an einem Fundort die Combination von Oktaëder und Hexaëder des Flussspathes glänzende Oktaëder - und matte Würfelflächen, an einem anderen gerade umgekehrt zeigt...“ Hätte G. ROSE diese Anschauung gehabt, so hätte er nicht den Unterschied von Matt und Glanz auf den Rhomboëderflächen des Quarzes erkennen und für charakteristisch halten können, er hätte keine Erklärung für die sogenannten Dauphinéer Zwillinge geben können. Niemand wird die G. ROSE'sche Regel beim Quarz verwerfen, weil einzelne Quarzkrystalle vorkommen, welche nur matte Rhomboëderflächen zeigen, wie z. B. die bei Suntrup in Westfalen eingewachsen vorkommenden und andere. Es ist bekannt, dass beim Quarz die Trapezfläche  $x$  stets glänzend,  $u$  dagegen matt ist. Wodurch treten die Grenzen bei den Karlsbader Zwillingen, welche von den Flächen  $P$  und  $x$  begrenzt sind, scharf hervor, als durch den verschiedenen Glanz dieser Flächen? Und diese Erscheinung trifft man bei Krystallen von Elba, Hirschberg, Mursinsk etc., also an den verschiedensten Fundorten in derselben Weise.

Dass Bildungsverhältnisse und häufig auch spätere Einflüsse, wie Zersetzungen und Auflagerung fremder Substanzen die eigentliche Beschaffenheit einer Fläche verwischen können, ist eine bekannte Thatssche. Wollte man aber deswegen, wie es P. GROTH thut, der Oberflächenbeschaffenheit ihre Gesetz-

mässigkeit absprechen, so würden die Krystalle zu Modellen herabsinken.

Uebrigens folgt mir auch Herr P. GROTH beim Kupferkies, indem er dem glänzenden Tetraëder die 2. Stellung, dem weniger glänzenden die erste giebt.

Beim Borazit ist der Unterschied des Glanzes ein durchgreifender, ebenso bei Fahlerz, Wismuthblende, Helvin.

Es ist noch besonders hervorzuheben, dass die Unterscheidung des Glanzes eine lediglich relative ist, zuweilen nicht mehr erkennbar, was beim Quarz in derselben Weise der Fall ist.

5. Verschiedenheit im electricischen Verhalten der Formen beider Stellungen ist bisher nur beim Bronzit nachgewiesen.

Hat man nach einem oder mehreren dieser 5 Gesichtspunkte die Flächen ihrer Stellung nach unterschieden, so ist zunächst die Frage zu erörtern, ob man ermächtigt ist, bei verschiedenen Krystallen und besonders bei solchen verschiedener Fundorte, die sich als gleich beschaffend erweisenden Flächen in dieselbe Stellung zu bringen und inwieweit die verschiedenen Unterscheidungsmerkmale bei den einzelnen Mineralien zusammenfallen.

Der Borazit lässt physikalisch die beiden Enden der rhomboëdrischen Axen unterscheiden und an den physikalisch gleichen Enden liegen immer gleich entwickelte und gleich glänzende Tetraëderflächen, sowie dieselben Leitformen. Nach Analogie kann man also auch bei den übrigen tetraëdrischen Mineralien die gleichen Flächen in gleiche Stellungen bringen.

Beim Kupferkies habe ich dem Tetraëder die 1. Stellung gegeben, welches weniger glänzend ist, als das andere. Dieses erste Tetraëder ist wohl auch stets das stärker entwickelte, wenn überhaupt ein Unterschied in der Ausbildung vorhanden ist. Es zeigt in den meisten Fällen einen schaligen Bau, wie ich ihn schon in der angewandten Krystallographie (pag. 164 Fig. 167) geschildert habe. Als Begrenzung der Schalen spielen die Oktaëder 2. Ordnung und die in ihre Diagonalzone fallenden Skalenoëder die Hauptrolle. Die Skalenoëder sind häufig vicinale Formen, so dass die Schalen dann nicht mehr geradlinig, sondern krummlinig begrenzt erscheinen und die Flächen selbst vielfach gestreift und oft gewölbt sind. Einen ähnlichen schaligen Bau habe ich an dem ebenen zweiten Tetraëder nie beobachtet, höchstens einzelne Streifen nach den Diagonalen.

Die Skalenoëder kommen vorzugsweise in 1. Stellung vor und sind als herrschende Formen nur in dieser Stellung

bekannt, so bei den Krystallen aus Cornwall. Diese allgemeine Regel wird dadurch nicht beeinträchtigt, dass einmal ein Skalenoëder in beiden Stellungen beobachtet wird. Einen solchen Fall beschreibt Herr P. GROTH (Cat. pag. 55 Fig. 37) an Krystallen von Burgholdinghausen, er giebt an, dass die Tetraëder sich im Glanz nur wenig von einander unterscheiden, demnach fiel hier dieses Unterscheidungsmerkmal fort und es blieben nur die Skalenoëder als solches übrig. Da nun die meisten Skalenoëder in seiner 2. Stellung liegen und besonders eins<sup>1)</sup> darunter ist aus der für 1. Stellung so charakteristischen Zone der Diagonale des ersten spitzeren Oktaëders, so ist es nach der von mir angegebenen Regel geboten, die Stellungen umzukehren. Auf das Zeichen der Flächen kann ich hier nicht den geringsten Werth legen, da die Bestimmung derselben lediglich auf den oft arg täuschenden Schimmermessungen beruht.

Der ganze Bau des Kupferkieses weist auf eine stärkere Flächenentwicklung in 1. Stellung hin.

Wie beim Borazit fallen die erkennbaren Unterscheidungsmerkmale hier beim Kupferkies zusammen, Ausbildung, Formenentwicklung, Bau und Glanz.

Dasselbe ist bei der Wismuthblende und dem Helvin der Fall, bei der ersteren decken sich die Merkmale der Ausbildung, des Baues und des Glanzes, beim Helvin tritt das Merkmal des Baues mehr in den Hintergrund.

Das Fahlerz zeigt als am meisten hervortretendes Merkmal die starke Entwicklung desjenigen Tetraëders, welchem ich die 1. Stellung gegeben habe. Die mit demselben in gleicher Stellung auftretenden Formen finden sich bei den verschiedensten Fundorten.

Das Triakistetraëder  $\frac{1}{2}o$  tritt in beiden Stellungen auf, zeigt aber in 1. Stellung eine Intermittenz parallel den Combinationskanten mit dem Hexaëder, in zweiter eine solche parallel denen mit dem Dodekaëder. Der ersteren Intermittenz entspricht der bei dem ersten Tetraëder überhaupt häufig hervortretende schalige Bau, welcher dem zweiten fehlt. Eine isolirte Stellung nehmen nur die Krystalle von Schwaz ein, bei denen das Dodekaëder herrscht und zuweilen nur ein Tetraëder vorhanden ist. Wollte man hier der Ausbildung folgen, so müsste dieses Tetraëder die 1. Stellung erhalten, dann wäre es aber combinirt mit dem Triakistetraëder, wel-

<sup>1)</sup> Diese Form hat nach Schimmermessungen das Zeichen  $\frac{4}{3}P2 = (\frac{1}{4}a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}c)$ , er nennt sie die einfachste in dieser Zone mögliche Form, inwiefern diese Form einfacher ist, als die von mir angegebene ( $a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{3}c$ ), ist mir unverständlich.

ches die für die 2. Stellung charakteristische Streifung zeigt. Es fragt sich nun, welchem Merkmale die grössere Bedeutung zuzuschreiben ist, und ich entscheide mich für den Bau, besonders da das Tetraëder nichts von dem für das erste Tetraëder so charakteristischen schaligen Bau zeigt. Solche Fälle, wie der hier vorliegende, finden sich nun bei der Blende häufiger, bei welcher das herrschende Tetraëder nicht immer von den für die 1. Stellung charakteristischen Formen begleitet ist.

Was den Glanz anbetrifft, so ist das zweite Tetraëder stärker glänzend als das erste; es kommt aber z. B. bei Kapnik das zweite Tetraëder matt vor. Dies ist jedoch kein Widerspruch, sondern eine genauere Betrachtung der Fläche lehrt, dass man es gar nicht mit einer Tetraëderfläche zu thun hat, sondern dass durch lauter Ecken eine componirte Fläche zum Vorschein kommt.

Auch beim Würfelerz ist eine Stellung stets vorwiegend und meist sogar allein entwickelt. Diese Stellung ist hier durch vicinale Flächen ausgezeichnet; ein vicinales Hexakis-tetraëder ist deutlich ausgebildet bei den Krystallen von Schöllkrippen bei Aschaffenburg, ganz flache vicinale Triakistetraëder erscheinen auf dem Cornwaller Hexaëder und die Hexaëder überhaupt erweisen sich als Grenzformen der Formen 1. Stellung.

## II. Blende.

Als Hauptkriterium für die Unterscheidung der beiden Stellungen habe ich früher die Leiformalen angegeben, dies sind Pyramidentetraëder. Von diesen ausgehend machte ich die Beobachtung, dass das glänzendere Tetraëder meist mit  $\frac{1}{3}o$ , das mattere dagegen mit  $\frac{1}{2}o'$  und  $\frac{2}{5}o'$  combinirt ist, sowie dass im Allgemeinen das glänzendere Tetraëder vorherrscht. Ich habe aber stets darauf hingewiesen, dass eine Benutzung dieser Nebenkriterien nur statthaft ist, wenn die Hauptkriterien fehlen und dass sie schon ihres relativen Charakters wegen eine exacte Unterscheidung erschweren. Eine falsche Anwendung dieser Kriterien ruft eine Unsicherheit hervor, wie wir sie in P. GROTH'S Catalog der Strassburger Sammlung antreffen, welche Herr GROTH auch selbst fühlt, für deren Beseitigung er selbst aber kein irgend wie annehmbares Mittel weiss. Je nach Belieben fixirt er die Stellungen, indem er bald die Ausbildung (Krystalle von Ain Barbar), bald den Glanz (Krystalle von Alston Moor) als Hauptkriterien hinstellt, und dann eine meiner Regel widersprechende Vertheilung der Leitformen findet, statt da, wo sie vorhanden

sind, sie nach meiner Regel in erster Linie in Anwendung zu bringen. Zu dem, was er an verschiedenen Stellen „SADEBECK'sche Regel“ nennt, kann ich mich als Urheber nicht bekennen und muss ich gegen derartige mit meinem Namen verknüpfte unrichtige Bezeichnungen protestiren.

Meine neueren Untersuchungen haben nun, wie im Folgenden gezeigt werden soll, ergeben, dass die Leitformen als Hauptkriterium bestehen bleiben, dass sie sich nicht nur durch ihr Zeichen, sondern auch durch ihren Bau unterscheiden und dass die Tektonik der Krystalle, also die moleculare Anordnung mit ihnen im innigsten Zusammenhange steht.

## A. Die Krystallformen der Blende.

1. Triakistetraëder. Die Stellung der Triakistetraëder habe ich zunächst auf die Blende von Kapnik basirt, weil sie bei dieser am häufigsten in beiden Stellungen vorkommen und zwar in 1. Stellung ( $a:a:\frac{1}{3}a$ ) =  $\frac{1}{3}o$ , in zweiter dagegen ( $a:a:\frac{1}{2}a'$ ) =  $\frac{1}{2}o'$  und ( $a:a:\frac{2}{5}a'$ ) =  $\frac{2}{5}o'$ , welche als sichere Leitformen zu betrachten sind. Das in 1. Stellung auftretende Triakistetraëder  $\frac{1}{3}o$  ist seltener als  $\frac{1}{2}o'$  und  $\frac{2}{5}o'$  und unterscheidet sich von letzteren, abgesehen von dem krystallographischen Zeichen auch im Bau. Bei einzelnen Kapniker Krystallen zeigt es nur die charakteristische Streifung nach der Diagonale, bei anderen tritt noch die darauf senkrechte hinzu und man erkennt rechtwinklig kastenförmige Subindividuen, deren Begrenzungsflächen vicinalen Triakistetraëdern und Hexakistetraëdern aus der Diagonalzone angehören (Fig. 1). Abgesehen von der Streifung ist er eben und glattflächig, besonders bei Krystallen von Ratiboritz. Ein zweites Triakistetraëder, welches gleichfalls glattflächig ist und ziemlich eben, ohne erkennbare Subindividuen habe ich bei St. Agnes (Fig. 7) beobachtet. Der Winkel der längeren Kanten war gut messbar und ergab sich im Mittel =  $136^\circ$ . Dieser Winkel stimmt gut zu  $\frac{2}{7}o$  mit  $135^\circ 58'$ , einem bisher nicht beobachteten Triakistetraëder. Dieses Triakistetraëder, sowie das von Ratiboritz intermittirt mit dem ersten Tetraëder.

Die Triakistetraëder der 2. Stellung sind charakterisirt durch Subindividuen mit gewölbten vicinalen Flächen und sind vielfach auch selbst gewölbt, wodurch die Bestimmung ihres Zeichens oft erschwert, mitunter sogar unmöglich gemacht wird.

Das Triakistetraëder  $\frac{1}{2}o'$  tritt meist untergeordnet als gerade Abstumpfung der Dodekaëderkanten auf und ist nur

bei einzelnen Schemnitzer Krystallen stark ausgebildet (Fig. 5). Es zeigt deutliche Subindividuen, welche neben den Flächen  $\frac{1}{2}o'$  gewölbte Hexakistetraëderflächen erkennen lassen. Diese Flächen spitzen sich nach dem Tetraëder hin zu, so dass die Subindividuen eine keilförmige Gestalt erhalten. Bei Kapniker Krystallen treten auf  $\frac{1}{2}o'$  mitunter kastenförmige Vertiefungen auf, zeigen also einen gestörten Bau, wie ich ihn bei  $\frac{1}{3}o$  nie beobachtet habe. Ein Uebergang in gewölbte Flächen findet bei Krystallen von Bottino (Fig. 3) und Schemnitz (Fig. 6) in der Weise statt, dass sie sich nach dem Tetraëder hin erweitern und in Hexakistetraëder übergehen, welche wieder allmählich in das zweite Tetraëder verlaufen, ohne dass scharfe Combinationskanten vorhanden sind. Auf den Flächen selbst rufen grössere keilförmige Subindividuen Rillen hervor und lassen dieselben wenig homogen erscheinen.

Bei Kapniker Krystallen intermittiren die Flächen zuweilen mit dem Hexaëder, was ich auch an einem Binnenthaler beobachtet habe, derartige Flächen sind dann glänzend und zeigen nicht die sonst vorhandenen Subindividuen.

Das Triakistetraëder  $\frac{2}{5}o'$  (Fig. 11) tritt bei einzelnen Cornwaller und Freiburger Krystallen allein oder doch wenigstens vorherrschend auf, am häufigsten jedoch ist es untergeordnet, besonders am Dodekaëder. Es ist immer gewölbt, von gewölbten Hexakistetraëderflächen begleitet und zeigt mehr oder weniger deutliche Absätze. Die gewölbten Hexakistetraëderflächen gehen allmählich in  $\frac{2}{5}o'$  über und nur in besonderen Fällen hebt sich aus ihnen ein Theil hervor, welcher eine Messung gestattet. Ich habe mehrere derartige Messungen ausgeführt, welche nicht nur mittelst des Schimmers, sondern mit deutlich einstellbaren Bildern ausführbar waren. Es wurden die gewölbten Flächen von Alston Moor, von rother Blende aus den Rheinlanden, von Neudorf auf diese Weise als  $\frac{2}{5}o'$  angehörig gefunden, so dass ich glaube, dass man dieses Zeichen allen gleichbeschaffenen Flächen ohne Bedenken zu Grunde legen kann. Darnach sind meine früheren Angaben, dass  $\frac{1}{3}o$  bei Neudorf und Alston Moor vorkommt, zu berichtigen. Wichtig für die Stellung dieser gewölbten Triakistetraëder ist ein Kapniker Krystall, welcher diese Form in entgegengesetzter Stellung zu  $\frac{1}{3}o$  zeigt.

Der Bau dieser Flächen ist äusserst mannigfaltig, sie stossen an der Dodekaëderecke kegelartig zusammen, von dieser Ecke ausgehend erkennt man divergirende Streifen und Absätze, zuweilen auch deutliche Kanten, auf den Flächen selbst erscheinen wieder schuppenartig gewölbte Subindividuen, welche darauf hinweisen, dass man es vielfach mit verschiedenen vicinalen Triakistetraëdern und Hexakistetraëdern zu

thun hat. An den Hexaëderecken bilden sie zuweilen einfach gewölbte Kanten, sehr häufig sind dieselben aber auch vielfach geknickt und gebrochen, besonders bei Neudorfer Krystallen. Alle diese tektonischen Eigenthümlichkeiten kann man an Krystallen der verschiedensten Fundorte beobachten.

Von weiteren Triakistetraedern kommt  $\frac{1}{4}o$  bei Kapnik vor, welches ich früher als Leitform für die 1. Stellung aufgeführt habe. Herr GROTH hat sie in beiden Stellungen beobachtet. Der betreffende Krystall lässt keinen wesentlichen Unterschied in der Beschaffenheit der Flächen dieser Form in den beiden Stellungen erkennen. Die Flächen sind aber nur schmal, treten selbst in einer Stellung nicht vollzählig auf und sind sehr selten. Man kann sie aus der Zahl der Leitformen streichen, wird jedoch immer sagen können, dass sie häufiger in erster Stellung auftreten. Wie beim Kupferkies, so wird auch hier das vereinzelt Vorkommen kleiner Flächen einer Form in beiden Stellungen keine Schwierigkeiten bereiten, umsoweniger als es bei so schmalen Flächen nicht möglich ist festzustellen, wie sie sich im Bau verhalten. In 1. Stellung kommt  $\frac{1}{4}o$  noch bei Krystallen von Oberlahnstein, begleitet von  $\frac{1}{12}o$ , vor.

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass Herr P. GROTH bei Krystallen von Ain Barbar in Algier die Formen  $\frac{2}{5}o$  und  $\frac{1}{6}o$  in 1. Stellung beobachtet haben will. Die Bestimmung dieser Formen ist aber nur durch Schimmermessung ausgeführt und der Umstand, dass er den reellen Winkel von  $29^{\circ} 30'$  zu  $29^{\circ} 24'$  misst, kann nur auf einem Zufall beruhen. Wer einmal Schimmermessungen an componirten Flächen, wie sie hier vorliegen, ausgeführt hat, weiss auch, wie die auf subjectiver Taxirung des Maximums des Schimmers basirende Einstellung einen um vieles grösseren wahrscheinlichen Fehler als  $6'$  ergibt. Läge aber hier auch in der That die reelle Fläche  $\frac{2}{5}o$  vor, so unterscheidet sich dieselbe doch wesentlich von der gewölbten  $\frac{2}{5}o'$ , indem sie ebenflächig ist und eine Intermittenz nach den Tetraëderkanten zeigt.

Da ich das Auftreten von  $\frac{2}{5}o$  bei den Krystallen von Ain Barbar nicht für sicher halte, bleibt nur eine Ausnahme für die charakteristischen Leitformen, indem Herr KLEIN  $\frac{1}{2}o$  bei einem Kapniker Krystall<sup>1)</sup> in beiden Stellungen beobachtet hat. Beide Triakistetraëder haben aber eine verschiedene Ausbildung, indem das erste nur ganz schmal und glänzend ist, das zweite grössere auch die charakteristische Streifung hat, so dass ihr Zusammenvorkommen für die Stellung des Krystalls keinerlei Schwierigkeiten bereitet, obgleich  $\frac{1}{3}o$  fehlt. Dass auch Herr

<sup>1)</sup> N. Jahrb. f. Min. etc. 1871. pag. 492.

KLEIN darin keinen bedenklichen Widerspruch meiner Hauptregel gefunden hat, ergibt sich aus dem, was er später über einen Blendekrystall aus dem Binnenthal<sup>1)</sup> sagt: „nicht minder wichtig ist das Auftreten von  $\frac{1}{2}o'$  und  $\frac{1}{3}o$  nicht nur deswegen, weil durch diese Gestalten die bisher formenarme Blende aus dem Binnenthal gestaltenreich wird, sondern weil durch ihr Auftreten und die Beziehungen zu den beiden Tetraëdern auch für dies Vorkommen jene allgemeinen Gesichtspunkte gelten, die SADEBECK in seiner Arbeit über die Blende dargelegt hat.“

Vollkommen unverständlich bleibt es, wie nach dieser KLEIN'schen Beobachtung sich Herr GROTH die Priorität für das Auffinden von  $\frac{1}{2}o'$  bei der Binnenthaler Blende zuschreiben kann. (Cat. p. 27.)

An demselben Blendekrystall hat Herr KLEIN auch noch  $\frac{2}{7}o$  in 2. Stellung aufgefunden, welchem ich bei St. Agnes wegen der Intermittenz mit dem schaligen herrschenden und glänzenden Tetraëder die 1. Stellung gegeben habe. Während wir es nun bei der Binnenthaler Blende nur mit einer neben  $\frac{1}{2}o'$  untergeordnet auftretenden Form zu thun haben, ist bei St. Agnes diese Form in der 1. Stellung stark ausgebildet, also eine offenbare Verschiedenheit vorhanden.

Der Gegensatz in der Stellung gerade der beiden Formen  $\frac{1}{2}o$  und  $\frac{1}{3}o$  ist deshalb noch von ganz besonderem Interesse, da auch bei den holoëdrischen Krystallen beide Formen nur selten in einer und derselben Krystallreihe zusammen vorkommen und wenn dies der Fall ist, die eine gegen die andere ausserordentlich selten ist. Charakteristisch ist:

$\frac{1}{3}o$ für:	Silber,	$\frac{1}{2}o$ für:	Amalgam,
	Gold,		Analcim,
	Diamant,		Rothkupfererz,
	Bleiglanz,		Silberglanz,
	Spinell,		Granat.
	Magneteisen.		

Diese beiden Krystallreihen sind nicht nur durch die Verschiedenheit der Ikositetraëder unterschieden, sondern auch durch die damit im Zusammenhang stehenden Zonenverbände.

Bei der Blende treten nun die beiden Reihen direct in einen polaren Gegensatz und verleihen ihr auf diese Weise eines der Hauptmerkmale der Hemiëdrie.

Da nun auch als Seltenheit bei Mineralien der 1. Reihe  $\frac{1}{2}o$  z. B. beim Bleiglanz, bei solchen der 2. Reihe  $\frac{1}{3}o$  z. B. beim Granat vorkommt, kann es nichts Befremdendes haben,

1) N. Jahrb. f. Min. etc. 1872. pag. 897.

wenn etwas Aehnliches auch noch bei der Blende in vereinzeltten Fällen beobachtet werden sollte.

Die Deltoëder treten immer nur untergeordnet auf und zwar meist in 2. Stellung, so z. B. bei Kapniker Krystallen (Fig. 2), sie sind nur schmal, nicht vollkommen eben, sondern zeigen die in 2. Stellung überhaupt so häufigen Wölbungen, auch kommen sie in Intermitzenz mit dem zweiten Tetraëder vor. Figur 6 zeigt ein Deltoëder an einem Schemnitzer Krystall. Bei Krystallen von Oberlahnstein habe ich  $(a : a : 2a)'$  und  $(a : a : 3a)'$  bestimmt, auf den letzteren Flächen erscheinen Subindividuen mit gewölbten Flächen, welche keilförmig sind und ihre Spitzen nach dem zweiten Tetraëder hin kehren. An Rheinischen, Harzer und Englischen Krystallen treten zwischen den gewölbten Flächen der 2. Stellung einzelne dem Deltoëder angehörige auf; die Neigung einer derartigen Fläche eines Harzer Krystalls (Fig. 12) gegen die Dodekaëderfläche wurde  $= 174^{\circ} 40'$  gemessen, was auf  $(a : a : \frac{15}{2}a)$  passt, dessen Winkel gegen das Dodekaëder  $174^{\circ} 37'$  beträgt. Ausser von dem Dodekaëder ist die Fläche von gewölbten Hexakistetraëderflächen begrenzt und hat so eine dreiseitige Gestalt. Die Fläche tritt nur über einer Dodekaëderfläche auf, also unvollständig. Aehnlich verhält es sich mit anderen Deltoëderflächen, welche auch eine allgemein dreiseitige Gestalt, aber mit etwas gebogenen Kanten haben und dem Tetraëder nahe stehen, so dass zwischen ihr und der an dem Dodekaëder liegenden noch die Hexakistetraëderkante zum Vorschein kommt.

Die Hexakistetraëder sind auch nur untergeordnet und kommen in beiden Stellungen vor. In 1. Stellung hat G. VOM RATH  $(a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{4}a)$  bei der Blende aus dem Binnenthal beobachtet, dass dessen Flächen vollkommen glatt und eben sind. Mehr verbreitet sind diese Formen in 2. Stellung und dann wohl immer gewölbt, also vicinale Flächen, so dass sie keine sichere Bestimmung ihres Zeichens gestatten. Je nach ihrer Lage sind sie verschieden, zunächst solche aus der Zone der Dodekaëderkanten, also von dem allgemeinen Zeichen  $(a : \frac{1}{m-1}a : \frac{1}{m}a)$ , Zuschärfungen dieser Kanten selbst bildend. Ein solches Hexakistetraëder hat Herr GROTH an einem Kapniker Krystall  $= (a : \frac{1}{10}a : \frac{1}{11}a)$  vermittelst Schimmermessung bestimmt. Ueber den geringen Werth derartiger Messungen habe ich mich schon oben ausgesprochen. Das andere von ihm beobachtete Hexakistetraëder  $(a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a)$  ist sicher, da ich es auch durch seine Zonenverbände ableiten konnte, die betreffenden Zonen sind Dodekaëder und  $\frac{1}{2}o'$ , 2. Tetraëder und  $\frac{1}{3}o$  (Fig. 2).

Eine andere Art von Hexakistetraedern bildet schiefe Abstumpfungen der Kanten zwischen Dodekaeder und  $\frac{1}{2}o'$  (Fig. 6), das Triakistetraeder  $\frac{1}{2}o'$  stumpft seine Kanten gerade ab. Dieser Formen habe ich schon als vicinaler Begrenzungsflächen der Subindividuen auf  $\frac{1}{2}o'$  Erwähnung gethan.

Die häufigste Art der Hexakistetraeder steht in inniger Beziehung zu  $\frac{2}{3}o'$ , welche ich auch schon bei Besprechung dieser Formen behandelt habe. Ihre Vicinalität erstreckt sich nicht nur auf die Lage in bestimmten Zonen, sondern die Zonen selbst sind häufig vicinal und nicht selten kommt auch noch Hypoparallelismus der Subindividuen hinzu (Fig. 11 u. 12).

Im Allgemeinen ergibt sich für die Leitformen das Verhalten, dass dieselben in 1. Stellung ebener sind als in 2., wo sie fast immer starke Wölbungen, vielfach auch Knickungen zeigen; dass die Intermittenz in 1. Stellung eine parallele und regelmässige, vorherrschend nach den Tetraederkanten verlaufende ist, in 2. Stellung eine hypoparallele, unregelmässiger und nach den Diagonalen gerichtete. In 1. Stellung haben die Leitformen im Allgemeinen eine geringere Ausbildung, als in 2., bei einzelnen Kapniker Krystallen ist  $\frac{1}{3}o$  etwas stärker ausgebildet, bei St. Agnes fehlen sie in 2. Alle diese Unterschiede treten nun wieder im Bau der Tetraederflächen mehr oder weniger deutlich hervor.

Die Tetraeder kommen theils zusammen, theils einzeln in beiden Stellungen vor. Zur Beurtheilung ihres tektonischen Verhaltens, der Verschiedenheit des Glanzes und der Ausbildung je nach der Stellung muss man von denjenigen Krystallen ausgehen, bei denen die Stellungen durch die Leitformen unzweifelhaft fixirt sind.

a. Tektonisches Verhalten, bei der Blende von Kapnik, Schemnitz, Ratibořitz zeigt das neben  $\frac{1}{3}o$  liegende 1. Tetraeder deutlich schaligen Bau, die Schalen sind von Dodekaederflächen begrenzt, haben eine dreiseitige Gestalt und bedecken sich theilweise, wodurch Zeichnungen entstehen, wie sie Figur 4 zeigt. Bei Schemnitzer Krystallen kann das stark schalige Tetraeder sehr vorherrschen und das andere fast ganz verdrängen. Den scharfen schaligen Bau in 1. Stellung zeigen ferner sehr schön die Krystalle von St. Agnes (Fig. 7), bei welchen das 1. Tetraeder häufig stark vorherrscht und zuweilen von  $\frac{2}{7}o$  begleitet ist, zuweilen von dem Hexaeder. Mit diesen beiden Formen intermirt es und tritt noch die Intermittenz mit dem Dodekaeder hinzu, so erhalten die Schalen eine sechsseitige Gestalt. Ferner ist ein gleicher Bau bei denjenigen Tetraedern mehr oder weniger deutlich ausgesprochen, welche untergeordnet an dodekaedrischen Krystallen

in entgegengesetzter Stellung von den gewölbten Triakis-tetraëdern auftreten, z. B. bei Cornwaller und Rheinischen Krystallen. Obgleich der scharfflächig schalige Bau bei den meisten Tetraëdern 1. Stellung vorhanden ist, giebt es doch einige, bei denen er nicht zu erkennen ist. Zu diesen gehören die Tetraëder von Pottschappel, welche in anderer Stellung als  $\frac{1}{2}o'$  auftreten. Dieselben haben ein mattes, rauhes Aussehen, welches wesentlich von dem aller übrigen Flächen abweicht, so dass mir hier eine Störung in der gleichmässigen Bildung vorzuliegen scheint; vielleicht ist dieses eigenthümliche Verhalten gerade nur an dem mir vorliegenden Stück. Freiburger Krystalle von Alte Mordgrube zeigen in entgegengesetzter Stellung von  $\frac{2}{5}o'$  ein glänzendes, ebenes Tetraëder, welches gar keinen schaligen Bau erkennen lässt, oder nur grössere Schalen, durch welche die Oktaëderkanten gekerbt erscheinen. Der dreiseitig schalige Bau ist also im Allgemeinen charakteristisch für 1. Stellung, er tritt aber nicht bei allen 1. Tetraëdern hervor.

Schliesslich ist noch eines bei Krystallen von Schemnitz vorkommenden herrschenden 1. Tetraëders zu erwähnen, welches keinen dreieckigen, schaligen, sondern unregelmässig schaligen Bau zeigt, was sich aber hier leicht aus dem sogenannten Geflossensein der Krystalle erklärt.

Die tektonische Beschaffenheit der Flächen des 2. Tetraëders erweist sich besonders dann als eine verschiedene, wenn beide Tetraëder zusammen auftreten. Bei den Kapniker dodekaëdrischen Krystallen ist keine Schaligkeit wahrnehmbar, die Subindividuen sind mehr schuppig angeordnet, so dass die Flächen drusig erscheinen; ist etwas Schaligkeit vorhanden, so ist die Begrenzung der Schalen eine unregelmässige. Bei den oktaëdrischen Krystallen zeigt das 2. Tetraëder eine deutliche Schaligkeit (Fig. 2), die Schalen stellen aber keine scharf begrenzten Dreiecke dar, sondern haben gewölbte Flächen und zwar folgende,  $\frac{1}{2}o'$  übergehend in  $s = (a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a)$ , dieses in ein anderes Hexakistetraëder  $\zeta$ , welches wieder auf ein Deltoëder  $\gamma$  hinüberführt. Auf den einzelnen Schalen tritt der zusammengesetzte Bau von  $\frac{1}{2}o'$  auch hervor und durch ihre Uebereinanderlagerung entstehen gewölbte Scheinflächen  $\mu$ . Denselben Unterschied im Bau der Tetraëderflächen zeigen auch die Schemnitzer Krystalle. Als besondere Eigenthümlichkeit der 2. Stellung ist der drusige Bau des Tetraëders bei gewissen stark hemiëdrischen Krystallen hervorzuheben, ferner bei olivengrüner Blende das Auftreten von Subindividuen in Gestalt von gewölbten Dreiecken, oder das einfach raue Aussehen der Flächen.

Die gewölbten Dreiecke sind besonders charakteristisch

für das 2. Tetraëder, am schönsten ausgebildet bei Rodna (Fig. 10). Es sind vicinale Hexakistetraëder, welche sich schalenförmig überlagern, so dass mitunter grössere Subindividuen zur Erscheinung kommen. Durch das Zurücktreten der kleinsten Kanten nähern sich die Hexakistetraëder Deltoëdern.

Oktaëdrische Krystalle von der Alten Mordgrube bei Freiberg zeigen die Ecken zugespitzt durch das 2. Triakistetraëder  $\frac{2}{5}a'$ . Hier tritt auf dem 2. Tetraëder ein schaliger Bau hervor, die Schalen zeigen zwar im Allgemeinen einen ziemlich geradlinigen dreiseitigen Bau, an Stelle der Ecken treten aber Flächenelemente des gewölbten Triakistetraëders auf, wie es in 1. Stellung nie der Fall ist (Fig. 9). Je mehr diese Elemente vorherrschen, desto mehr erscheint die Fläche drusig. Bei den schwarzen Krystallen treten noch Deltoëder und Hexakistetraëder hinzu, die Combinationskante der letzteren mit dem Tetraëder stehen auf den Oktaëderkanten senkrecht, so dass die Flächen unter das allgemeine Zeichen  $(a : \frac{1}{m-1}a : \frac{1}{m}a)$  fallen. Diese verschiedenen Flächen kommen auf den Tetraëderflächen zur Erscheinung und zwar in Form von Streifen und Rillen, welche den Oktaëderkanten und ihren Normalen entsprechen, so dass die Flächen ein eigenthümliches gitterartiges Aussehen erhalten.

Die in Begleitung von gewölbten Triakistetraëdern auftretenden Tetraëder sind sonst selten, kommen aber noch bei Krystallen von Neudorf am Harz und Bottino vor. Sie zeigen auch einen schaligen Bau, die Begrenzung der Schalen ist aber keine geradkantige, indem die Combinationskanten mit dem Dodekaëder durch Hinzutreten gewölbter Flächen gebogen erscheinen. Einen derartigen schaligen Bau habe ich in 1. Stellung nie beobachtet. Das Resultat desselben sind matte Scheinflächen, welche Deltoëdern angehören, von denen aber bei Bottino gewöhnlich nur 2 der in einem Oktanten liegenden Flächen vorhanden sind.

Da die eben geschilderte tektonische Beschaffenheit der Tetraëderflächen sich auf eine grosse Anzahl von Beobachtungen bezieht, glaube ich ohne Bedenken folgende Regeln aufstellen zu können.

1. Treten beide Tetraëder zusammen auf, so zeigen sie einen verschiedenen Bau, welcher allerdings nicht an allen Krystallen eines Fundortes, nicht einmal an einer Druse in gleicher Weise deutlich hervortritt. Es wird nichts Befremdendes haben, dass nicht bei allen Krystallen die charakteristischen Unterschiede gleich vollkommen ausgeprägt sind. So zeigen die mir von Herrn P. GROTH zugeschickten Krystalle von Hunding in Niederbayern einen schaligen Bau beider Te-

träeder, bei welchem kein wesentlicher Unterschied zu erkennen ist. Auch bei dodekaëdrischen Krystallen von Kapnik ist es mitunter schwer einen Unterschied des Baues wahrzunehmen.

2. Schaliger Bau kann bei beiden Tetraëdern vorkommen, bei dem 1. Tetraëder sind die Schalen aber stets geradflächig begrenzt, bei dem 2. treten als Begrenzung der Schalen lediglich vicinale Flächen oder gewölbte neben der scharfkantigen Begrenzung auf. Schuppigkeit, Drusigkeit, Rauigkeit ist mit wenigen Ausnahmen für 2. Stellung charakteristisch.

Die eben angeführten Regeln lassen sich nun leicht auf Krystalle anwenden, bei denen keine Leitformen deutlich ausgebildet sind.

Es kommen z. B. bei Freiberg Tetraëder vor, deren Ecken nur schwach abgestumpft sind (Fig. 8). Das herrschende Tetraëder lässt Schalen erkennen, welche, von vicinalen Flächen begrenzt, eine sphärisch dreieckige Gestalt haben; das andere, untergeordnete Tetraëder zeigt den für 1. Stellung charakteristischen Bau so, dass es hier zweifellos ist, dass das herrschende Tetraëder der 2. Stellung angehört.

Aehnliche schalige Subindividuen, von vicinalen Flächen begrenzt, kann man auch auf Tetraëderflächen der Blende aus dem Binnenthal beobachten, auf den Tetraëderflächen der anderen Stellung sieht man dann meist den scharfen, dreiseitigen Bau.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie es möglich ist, mit Herbeiziehung der tektonischen Eigenschaften die Stellung der Formen zu bestimmen.

Was nun den Glanz anbetrifft, so habe ich schon früher den Satz aufgestellt, dass im Allgemeinen das 1. Tetraëder glänzender ist als das zweite. Der Glanz kann immer nur als ein relatives Merkmal betrachtet werden und fällt als solches natürlich ganz fort, wenn nur ein Tetraëder vorhanden ist. Bei den Kapniker Krystallen ist der Unterschied des Glanzes in den meisten Fällen deutlich wahrnehmbar, er tritt aber dann weniger hervor, wenn die Flächen auch keine deutlichen tektonischen Unterschiede erkennen lassen.

Secundäre Einwirkungen können häufig zu Täuschungen Veranlassung geben, so liegt mir ein Krystall von Schemnitz vor, welcher mich auch bei meiner 1. Abhandlung getäuscht hat, es ist der in Figur 17 abgebildete Zwillung. Ich gab damals dem glänzender erscheinenden Tetraëder die 1. Stellung, erkenne aber jetzt bei genauerem Studium, dass dasselbe von  $\frac{1}{2} o'$  begleitet ist und dass das andere Tetraëder den für 1. Stellung charakteristischen Bau hat. Der geringere Glanz ist hier nur durch eine dünne Kupferkieshaut hervorgerufen,

denn wo diese unterbrochen ist, glänzt die Fläche intensiv hervor. Bei den Freiburger Krystallen und denen von Bottino ist der Unterschied des Glanzes sehr deutlich und der stärkere Glanz kommt dem 1. Tetraëder zu. Bei anderen Krystallen, z. B. denen von Rodna und aus dem Binnenthal, ist es mitunter kaum möglich, einen Unterschied zu finden, unmöglich bei letzteren, wenn sämtliche Flächen rauh sind. Auch bei den mir von Herrn GROTH zugeschickten Krystallen von Hunding kann ich keinen Unterschied im Glanz der beiden Tetraëder finden. Herr GROTH sagt, dass nur ein Tetraëder erscheint, ich habe aber auch das andere deutlich gesehen; somit würde der GROTH'sche Einwand fallen, dass hier das glänzende Tetraëder in anderer Stellung als  $\frac{1}{3}o$  auftritt. Ferner findet Herr GROTH einen Widerspruch darin, dass bei den Cornwaller Krystallen ein glänzendes Tetraëder in anderer Stellung als ein  $\frac{1}{3}o$  (?) erscheint. Hier durfte nun Herr GROTH auf den Glanz keinen Werth legen, da nur ein Tetraëder vorhanden ist. Hätte er meine Regel richtig angewendet, so hätte er das Pyramidentetraëder bestimmt, und wäre dann nicht in grellen Widerspruch zu meinen Regeln gekommen, denn „wo Leitformen vorhanden sind, muss man sich nach diesen richten, nicht nach dem häufig trügerischen Glanz“, das ergibt sich aus meiner 1. Abhandlung über die Blende.

Ogleich nun die Unterschiede des Glanzes vielfach nicht wahrnehmbar und trügerisch sind, so ist mir doch kein Fall bekannt, wo das 1. Tetraëder entschieden matter wäre als das 2. und auch Herr GROTH hat keinen solchen Fall beschrieben.

Was nun die Ausbildung der Flächen der beiden Tetraëder anbetrifft, so ist sehr häufig das 1. Tetraëder stärker entwickelt, jedoch sind die Fälle, wo das Umgekehrte, sogar an Krystallen desselben Fundortes, stattfindet, nicht gerade selten. Bei den Kapniker Krystallen ist das 1. Tetraëder im Allgemeinen grösser, bei den Schemnitzer kommt sowohl das erste wie das zweite vorherrschend vor, dasselbe ist bei der Blende aus dem Binnenthal der Fall, bei den Freiburger Krystallen herrscht meist das zweite vor. Dass ich bei meiner 1. Abhandlung auf die Ausbildung keinen entscheidenden Werth legte, geht daraus hervor, dass ich kein Bedenken trug, bei Schemnitzer Krystallen dem herrschenden Tetraëder die 2. Stellung zu geben, weil es von  $\frac{1}{2}o$  begleitet ist.

Nun sagt Herr P. GROTH, nach meiner Regel müsste man dem herrschenden Tetraëder bei Krystallen von Ain Barbar die 1. Stellung geben und dann käme  $\frac{2}{5}o$  in 1. Stellung zu liegen. Meinen Bedenken in Bezug auf  $\frac{2}{5}o$  habe ich schon Ausdruck gegeben und das Studium der Tektonik hat auch

gelehrt, dass das herrschende Tetraëder als erstes zu betrachten ist und wenn  $\frac{2}{5}o$  in der That vorhanden ist, sich dies durch die Intermittenz nach den Tetraëderkanten wesentlich von dem in 2. Stellung auftretenden unterscheidet. Nach meinen in der 1. Abhandlung aufgestellten Regeln hat aber Herr GROTH nicht gehandelt, sonst hätte er  $\frac{2}{5}o$  als Leitform für die Stellung in erster Linie in Betracht ziehen müssen.

Nach alledem bleibt meine Hauptregel bestehen, dass man in erster Linie die Stellungen nach den Leitformen zu unterscheiden hat, und dass dann im Allgemeinen das relativ glänzendere Tetraëder die 1. Stellung erhält. Gerade deshalb, weil Herr GROTH keinen wirklichen Widerspruch in diesen Regeln nachweist, haben seine Beobachtungen einen interessanten wissenschaftlichen Werth, sie zeigen, dass sich die Strassburger Krystalle meinen Regeln, wenn dieselben richtig angewendet werden, vollkommen fügen. Wirkliche Widersprüche meiner Regeln würden vorhanden sein, wenn das glatte  $\frac{1}{3}o$ , sowie  $\frac{1}{2}o$  und  $\frac{2}{5}o$  mit den gewölbten Flächenelementen in gleicher Stellung auftreten würden, wenn die erstere Form von dem entschieden matteren, die letzteren Formen von dem entschieden glänzenderen der beiden Tetraëder begleitet wären. Die relative Ausbildung erweist sich bei der Blende als irrelevant.

Diese alten Regeln werden nun erweitert durch die tektonischen. Fasst man die Tektonik aller Formen in beiden Stellungen zusammen, so ergibt sich, dass, wo ein Unterschied in beiden Stellungen erkennbar ist, für die 1. Stellung der geradflächige, für die zweite dagegen der krummflächige Bau charakteristisch ist. Dieser Unterschied in der Tektonik erstreckt sich natürlich auch auf die scheinbar holoëdrischen Formen, wie nun gezeigt werden soll.

Beim Dodekaëder habe ich viererlei verschiedene Zeichnungen auf den Flächen beobachtet, geradlinige nach der langen und kurzen Diagonale, krummlinige nach der langen und nahezu senkrechte gegen die Kanten. Die krummlinigen verlieren sich häufig in unregelmässig wellenförmige. Nach dem, was den Bau in den beiden Stellungen charakterisirt, wird man annehmen müssen, dass die geradlinigen Streifen von Intermittenz mit Formen 1. Stellung, die krummlinigen mit solchen zweiter herrühren und diese Annahme bestätigen die Krystalle auch vollkommen.

Die geradlinige Streifung nach der langen Diagonale geht über in die gleichgerichtete Streifung auf dem 1. Tetraëder, es findet eine Intermittenz zwischen 1. Tetraëder und Dodekaëder statt, so bei Schemnitzer Krystallen (Fig. 4), solchen von St. Agnes (Fig. 7), Rodna (Fig. 10) etc. Einzelne Krystalle

zeigen sehr deutlich, dass nur der Theil der Dodekaëderflächen, welcher neben dem 1. Tetraëder liegt, gestreift ist.

Ein abweichendes Verhalten zeigen die Krystalle von Hunding, dies sind Dodekaëder, ähnlich denen des Magnetisens von Traversella, auf deren Flächen die Intermitenz mit Tetraëdern beider Stellungen stattfindet, wie ich es sonst bei der Blende nicht beobachtet habe. Dieses abweichende Verhalten glaube ich dadurch erklären zu können, dass die Krystalle auf natürlichem Wege geätzt sind (vgl. d. spec. Th.).

Die andere Art von geradlinigen Streifen, die nach der kurzen Diagonale, ist am schönsten bei der dodekaëdrischen Blende von Kapnik (Fig. 1), sie führt, wie ich schon früher hervorgehoben habe, auf ein Tetrakishehexaëder aus der Diagonalzone von  $\frac{1}{3}0$  hinüber. In diesem Falle führen also Dodekaëder und Tetrakishehexaëder zu einer Form 1. Stellung; zu einer Form 2. Stellung haben sie keine Beziehungen.

Die etwas krummlinige Streifung auch der langen Diagonale zeigen die Krystalle von Bottino (Fig. 3) sehr schön; sie beruht auf einer Intermitenz von Dodekaëder mit 2. Tetraëder, resp. vicinalem Deltoëder, die Kanten sind selten gerade und scharf, meist durch gekrümmte Flächen mehr oder weniger abgestumpft. Ein gleiches Verhalten habe ich bei einzelnen Krystallen von Neudorf beobachtet, welche das 2. Tetraëder zeigen (Fig. 11).

Krystalle von Freiberg (Fig. 9) mit herrschendem Dodekaëder haben eine Intermitenz von Dodekaëder und 2. Tetraëder, so dass das Dodekaëder nach der langen Diagonale gestreift erscheint; diese Streifen sind hier jedoch meist durch vicinale Schalenelemente bedeckt, welche schuppenartig auf den Dodekaëderflächen aufgelagert sind. Die vicinalen Begrenzungsflächen der Schalen spiegeln mit den gewölbten Triakistetraëderflächen; es findet also hier eine deutliche Fortsetzung des Baues der 2. Stellung auf das Dodekaëder statt, und der Bau in 1. Stellung ist ganz zurückgedrängt.

Die 2. Art krummliniger Streifung ist bei den Krystallen vorhanden, welche die Combination des Dodekaëders mit  $\frac{2}{5}0'$  darstellen (Fig. 11). Die Flächen  $\frac{2}{5}0'$  und die sie begleitenden gewölbten Hexakistetraëderflächen treten häufig noch auf den Dodekaëderflächen hervor, zuweilen in Intermitenz mit denselben, so dass ein Schalenbau auf dem Dodekaëder erkennbar ist. In den meisten Fällen treten jedoch die tektonischen Details ganz zurück oder man erkennt nur einzelne, gekrümmte und gebogene Absätze.

Vollkommen glatte Dodekaëderflächen lassen mit Sicherheit nicht feststellen, welcher Stellung sie angehören.

Das Hexaëder ist in vielen Fällen vollkommen glattflächig, lässt aber auch in einigen Fällen Zeichnungen erkennen. Diese bestehen in Streifen parallel den Combinationskanten mit den Tetraëdern oder in Subindividuen.

Streifung nach dem 1. Tetraëder zeigen die Krystalle von St. Agnes, Ain Barbar etc., das Hexaëder erscheint also hier als die Grenzform des 1. Tetraëders. Nach dem 2. Tetraëder, resp. nach  $\frac{1}{2}o'$  habe ich Streifung an Kapniker und Binnenthaler Krystallen beobachtet, von letzterem Fundort habe ich sie nach beiden Tetraëdern schon früher beschrieben. Die Streifen der Schlaggenwalder Krystalle sollen später besprochen werden.

Sehr deutliche Subindividuen, welche von gewölbten Hexakistetraëderflächen begrenzt sind, zeigt die Blende von Rodna (Fig. 10), diese Flächen deuten unzweifelhaft auf 2. Stellung, indem ihre Längsrichtung der Combinationskante mit dem 2. Tetraëder parallel ist.

Kapniker Krystalle haben zuweilen flache vierseitige Erhöhungen, begrenzt von vicinalen Hexakistetraëderflächen, wobei der Unterschied in beiden Stellungen mehr oder weniger deutlich hervortritt.

Aus allem Vorhergehenden ergibt sich, dass sich bei der Blende der polare Gegensatz in den abweichenden Oktanten an den beiden Enden der rhomboëdrischen Axen im Bau zeigt. An dem einen Ende treten ebenflächige, an dem anderen dagegen vorwiegend gewölbte Flächenelemente auf, es ist also der Bau in 1. Stellung ein vollkommenerer, als in zweiter und daraus erklärt sich, dass auch den Tetraëderflächen 1. Stellung im Allgemeinen der stärkere Glanz eigen ist.

Der Grad, wie dieser polare Gegensatz zum Ausdruck gelangt ist, hängt jedenfalls mit den Bildungsverhältnissen zusammen, und welche Verschiedenheiten in dieser Hinsicht bei Krystallen desselben und solchen verschiedener Typen vorkommen, soll im folgenden Theil gezeigt werden.

## B. Typische Ausbildung der Blendekrystalle.

Da wir gesehen haben, dass die Ausbildung der Formen allein nicht zu den charakteristischen Eigenschaften gehört, indem bald das 1., bald das 2. Tetraëder herrschen kann, das Dodekaëder bald der 1., bald der 2. Stellung angehört, kann die Ausbildung auch kein Mittel zur naturgemässen Abgrenzung der Typen abgeben. Ein solches liefern nur die Leitformen und die mit diesen in innigster Beziehung stehenden tektonischen Erscheinungen. Darnach ergeben sich zunächst drei

grosse Haupttypen, solche, bei denen die Leitformen in beiden Stellungen auftreten, solche, bei denen sie nur in 1. und solche, bei denen sie nur in 2. Stellung vorhanden sind. Eine 4. Abtheilung umfasst dann diejenigen Krystalle, bei denen keine Leitformen vorkommen und die Beurtheilung der Stellungen lediglich auf dem Bau beruht. Die relative Ausbildung der einzelnen Formen kann nun zur Unterscheidung von Subtypen dienen.

Aus der folgenden Darstellung der einzelnen Typen wird sich ergeben, dass meine Hauptregeln durchgreifend sind und dass auch die von P. GROTH verlangte Molekularverschiedenheit im Bau zum Ausdruck gelangt. Obgleich also meine ersten Untersuchungen nur auf Eine Sammlung, die Berliner, das ist eine der reichhaltigsten, gestützt waren, so hat doch die spätere Untersuchung einer grossen Anzahl von Krystallen gelehrt, dass die daraus gezogene Hauptregel bestehen bleibt.

### I. Leitformen in beiden Stellungen.

Hier sollen alle die Fundorte behandelt werden, an denen Leitformen in beiden Stellungen bekannt sind. Damit ist nicht gesagt, dass dieselben auch an jedem einzelnen Krystall vorhanden sind. Darnach sind es folgende Fundorte: Kapnik, Schemnitz, Ratiboritz, Oberlahnstein, Lüderich bei Bensberg, Overrath im Apperthal im Bergischen, Binnenthal, Rodna. Nach ihrer Ausbildung sind es theils dodekaëdrische, theils oktaëdrische, theils tetraëdrische Krystalle.

#### 1. Kapnik in Ungarn. (1869. Fig. 4. 5. 8.).

Die dodekaëdrischen Krystalle zeigen in 1. Stellung  $\frac{1}{3}o$ , in 2. Stellung  $\frac{1}{2}o'$  oder  $\frac{2}{5}o'$  (Fig. 1). Tetraëder treten in beiden Stellungen auf und zeigen den Unterschied in Glanz und Tektonik mehr oder weniger deutlich. Im Allgemeinen herrscht der Bau in 1. Stellung vor, da diese dem Dodekaëder zukommt, wie ich oben schon entwickelt habe und da  $o$  und  $\frac{1}{3}o$  auch meist mehr ausgebildet sind, als die Formen 2. Stellung. Olivengrüne Krystalle lassen den Unterschied der beiden Stellungen am wenigsten hervortreten.

Die oktaëdrischen Krystalle unterscheiden sich von den dodekaëdrischen nur durch das Vorherrschen der Tetraëderflächen und dadurch, dass auf diesen der Bau deutlicher zur Erscheinung kommt, besonders bei einzelnen Krystallen am 2. Tetraëder (Fig. 2). [s. vorn pag. 576.]

Fast alle Krystalle zeigen Zwillingbildung.

## 2. Schemnitz in Ungarn.

a. Olivengrüne Krystalle mit herrschendem Dodekaëder haben grosse Aehnlichkeit mit den gleichgefärbten Kapniker Krystallen. Auf dem 1. Tetraëder treten einfach dreiseitige, auf dem 2. zuweilen sphärisch dreieckige Subindividuen auf.

b. Die oktaëdrischen Krystalle unterscheiden sich dadurch von den Kapniker, dass bei ihnen  $\frac{1}{3}o$  meist klein ist,  $\frac{1}{2}o'$  dagegen vielfach sehr stark ausgebildet, diese Krystalle bilden also den Uebergang zu denjenigen, welche das Triakistetraëder  $\frac{1}{3}o$  gar nicht zeigen und welche deshalb streng genommen nicht mehr unter diesen Typus gehören. Die Flächen des 1. Tetraëders zeigen den charakteristischen Schalenbau und sind glänzender als die des 2., welche mitunter gar nichts vom Bau erkennen lassen, sondern nur rau sind,  $\frac{1}{2}o'$  besteht aus den keilförmigen Subindividuen und die Dodekaëderflächen haben neben dem 1. Tetraëder Streifen nach der längeren Diagonale.

Zwillinge, welche senkrecht gegen die Zwillingssebene verwachsen sind, habe ich schon früher beschrieben.

c. Tetraëdrische Krystalle kommen sowohl mit herrschendem 1. als 2. Tetraëder vor. Zu den ersteren gehören die schon oben erwähnten geflossenen Krystalle. Das 1. Tetraëder lässt keinen Bau erkennen, das 2. ist matt und von  $\frac{1}{2}o'$ , sowie vicinalem Deltoëder und Hexakistetraëder begleitet (Fig. 6). Das herrschende 2. Tetraëder (1869. Fig. 2) ist combinirt mit stark entwickeltem Triakistetraëder  $\frac{1}{2}o'$ , beide Formen sind componirt, das 1. Tetraëder bildet nur kleine, stark glänzende Abstumpfungen der Ecken.

Die Zwillingbildung ist sehr häufig, besonders in Form von eingeschalteten Lamellen, welche von dem glänzenden O und dem componirten  $\frac{1}{2}o'$  begrenzt sind, so dass Theile dieser Flächen aus den Tetraëderflächen herausragen (Fig. 6).

## 3. Ratibořitz und Altvoschitz in Böhmen.

Es sind dodekaëdrische Krystalle, welche sich dadurch von den vorhergehenden unterscheiden, dass das Tetraëder nur in 1. Stellung auftritt, überhaupt die 1. Stellung zuweilen so vorherrscht, dass  $\frac{1}{2}o'$  ganz fehlt. Das stark glänzende  $\frac{1}{3}o$  intermittirt mit dem 1. Tetraëder. Das Dodekaëder zeigt nur unregelmässige gebogene Streifen, welche auf die 2. Stellung hinweisen. Wie bei den Schemnitzer Krystallen, so kommen auch hier schon Krystalle vor, welche den Uebergang zu dem III. Haupttypus bilden, indem ihnen  $\frac{1}{3}o$  fehlt.

In Folge der lamellaren Zwillingbildung erscheinen die

Flächen des 1. Tetraëders oft etwas in die Länge gezogen, so dass man sich vor einer Verwechslung mit  $\frac{1}{3}o$  hüten muss.

#### 4. Oberlahnstein am Rhein. (1869. Fig. 3. 6.).

Auch hier kommt nur das 1. Tetraëder mit der dreiseitigen Streifung vor, es ist zuweilen von  $\frac{1}{4}o$  und  $\frac{1}{12}o$  begleitet, häufiger jedoch von  $\frac{1}{3}o$ . Die 2. Stellung ist leicht kenntlich an den gewölbten Triakistetraëderflächen, neben denen zuweilen Deltoëderflächen und zwar öfter unvollzählig erscheinen.

Ganz denselben Habitus haben schöne rubinrothe Krystalle von Ems, die von Overrath, sowie die gelblichbraunen von Lüderich und andere.

#### 5. Binnenthal in der Schweiz. (1869. Fig. 7.).

Die Leitformen treten hier nur untergeordnet auf, es sind in 1. Stellung ( $a : a : \frac{1}{3}a$ ) und ( $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{4}a$ ) beobachtet, in 2. ( $a : a : \frac{1}{2}a$ ). Diese letztere Form zeigt ein Krystall aus der SELIGMANN'schen Sammlung, sie ist nur schmal und lässt nicht die für die 2. Stellung so charakteristischen Wölbungen erkennen. Dass jedoch auch hier in 2. Stellung gewölbte Flächen auftreten, beweisen andere Krystalle, deren 2. Tetraëderflächen von unbestimmbaren gewölbten Hexakistetraëder- und Dodekaëderflächen umgeben sind. Vermittelst der Schimmermessungen wäre es vielleicht möglich gewesen, krystallographische Zeichen annähernd zu ermitteln, aber ich halte es für besser, die Literatur nicht mit so unsicheren Angaben zu belasten. Je mehr diese gewölbten Flächen sich ausdehnen, desto mehr erhalten die Krystalle ein geflossenes Aussehen.

Ferner kommen auf dem 2. Tetraëder Subindividuen vor, welche von den nämlichen Flächen begrenzt sind und denen von Rodna (Fig. 10) sehr ähneln. Durch die Subindividuen wird das 2. Tetraëder zuweilen stark drusig. Auch das Hexaëder erweist sich durch Streifung zuweilen als Grenzform der 2. Stellung.

Das 1. Tetraëder ist dann leicht zu erkennen, wenn es die nach den Hexaëderkanten verlaufende 3seitige Streifung zeigt. An einem Krystall der Berliner Sammlung kann man auf beiden Tetraëdern die verschiedenen Zeichnungen deutlich unterscheiden. Es kommen aber auch Krystalle vor, welche nach Zeichnungen die Flächen nicht verschieden erscheinen lassen und auch keinen Unterschied im Glanz mit Sicherheit aufweisen. Dies ist gerade bei den Krystallen der Fall,

welche die glänzendsten Flächen haben und umgekehrt bei solchen mit matten Flächen.

Ein Krystall aus der SELIGMANN'schen Sammlung zeigt eine deutliche Intermittenz des 1. Tetraëders mit Hexaëder, wodurch gewölbte componirte Flächen entstehen und das 1. Tetraëder selbst ein matteres Aussehen, als das 2. erhält. Dieser Krystall zeigt zugleich, dass man einen tetraëdrisch ausgebildeten derselben Sammlung mit gestreiften, aber nicht bestimm- baren Triakistetraëdern so stellen muss, dass er die 1. Stellung erhält. Von diesem tetraëdrischen Extrem der Ausbildung bis zu solchen Krystallen, bei welchen sich kaum ein Unterschied der beiden Stellungen bestimmen lässt, kommen alle möglichen Uebergänge vor, bei denen bald das 1., bald das 2. Tetraëder die mehr herrsche Form ist.

Bei den Zwillingen ist es sehr häufig, dass das eine Individuum tafelförmig ist und sich daran noch andere tafelförmige legen, mit geneigter und paralleler Wiederholung. (s. vorn pag. 576.)

#### 6. Rodna in Siebenbürgen. (1869. Fig. 9).

Trotz der geringen Verschiedenheit des Glanzes auf 1. und 2. Tetraëder ist doch eine Unterscheidung der beiden Tetraëder in ganz ähnlicher Weise, wie bei der Binnenthaler Blende ermöglicht. Die Subindividuen in 2. Stellung treten bei einzelnen Krystallen (Fig. 10) scharf hervor, bei anderen wieder erscheinen nur ganz flache sphärische Dreiecke und zuweilen fehlen sie ganz. Die die Subindividuen begrenzenden Flächen kommen auch als Krystallflächen zur Erscheinung und bilden einen Kranz um  $\frac{1}{2}o'$ , in ähnlicher Weise wie bei Kapnik (Fig. 2).

In 1. Stellung gehen bei dem Tetraëder die Streifen nach dem Hexaëder und 2. Tetraëder, sie setzen sich auf das Dodekaëder fort, welches nur untergeordnet auftritt. Begleitet ist das 1. Tetraëder zuweilen von schmalen Flächen  $\frac{1}{3}o$ .

Die auf dem Hexaëder erscheinenden Subindividuen sind schon oben beschrieben.

Wohl alle Krystalle zeigen Zwillingbildung, deren Man- nigfaltigkeit ich schon in meiner 1. Abhandlung geschildert habe.

#### 7. Bottino bei Serravezza, Toscana. (Fig. 3.).

Diese schönen, eisenhaltigen, schwarzen Krystalle sind neuerdings durch Herrn PECH in den Handel gekommen. Bei ihnen herrscht das Dodekaëder, welches mit Hexaëder, beiden Tetraëdern und den Triakistetraëdern  $\frac{1}{3}o$ ,  $\frac{2}{5}o$  und  $\frac{1}{2}o$  com-

binirt ist, von denen das erste jedoch nur untergeordnet auftritt als gerade Abstumpfung der schmalen Flächen des Tetraakis-hexaäders  $\frac{2}{3}d = (a : \infty a : \frac{2}{3}a)$ . Obgleich das 1. Triakis-tetraöder seltener ist, nähern sich die Krystalle durch das Auftreten des Hexaäders den vorigen. Das 1. Tetraöder ist nur klein, stark glänzend, homogen gebaut und lässt schwache Dreiecke erkennen. Das 2. Tetraöder ist matt, es zeigt zuweilen einen Treppenbau, indem es mit einem Deltoöder intermittirt, so dass an einer Stelle eine flache dreiseitige Pyramide erscheint, welche matt und gestreift ist und von welcher nicht alle drei Seiten gleich ausgebildet sind, sondern nur zwei vorherrschen. Dieser schalige Bau setzt sich auch auf das Dodekaöder fort, welches dann nach der längeren Diagonale etwas krummlinig gestreift ist. Es kommt auch der Fall vor, dass auf dem 2. Tetraöder dreieckige Subindividuen sich überlagern, durch eingeschaltete Zwillinglamellen erscheint dann die Fläche etwas in die Länge gezogen. Ueber die Triakistetraöder und die dasselbe begleitenden Hexakistetraöder habe ich schon oben gesprochen.

## II. Leitformen nur in I. Stellung.

Die hierher gehörigen Krystalle zeigen nicht immer die Leitformen; ausser den tetraëdrischen Krystallen von St. Agnes und Ain Barbar stelle ich die dodekaëdrischen von Hunding hierher.

### 8. St. Agnes in Cornwall. (Fig. 7.).

Das Triakistetraöder 1. Stellung hat hier das Zeichen  $(a : a : \frac{2}{7}a)$ , ist aber nicht bei allen Krystallen vorhanden. Diejenigen, welche es zeigen, lassen auf dem Tetraöder gleicher Stellung einen deutlichen Schalenbau erkennen, die Schalen haben sechsseitige Gestalt, welche zuweilen in eine mehr dreiseitige nach den Hexaöderkanten übergeht. Das Dodekaöder ist nur schmal und parallel dem 1. Tetraöder gestreift, das 2. Tetraöder ist matt. Andere Krystalle haben an Stelle des Triakistetraäders das Hexaöder, welches sich durch die Streifung als Grenzform des 1. Tetraäders erweist. Das 1. Tetraöder kann fast bis zum Verschwinden des 2. ausgebildet sein, so dass die Krystalle fast reine Tetraöder sind mit dem für 1. Stellung charakteristischen Schalenbau. Zwillingstreifung ist nur untergeordnet.

## 9. Ain Barbar bei Bona in Algier.

Bei diesen Krystallen ist nur die eine Stellung ausgebildet, in der anderen Stellung tritt keine Form auf. Der Bau des Tetraëders ist ein schaliger nach dem Hexaëder intermittirender, die einzelnen Schalen sind geradkantig begrenzt, weshalb ich dem Tetraëder die 1. Stellung gebe. Durch die Intermittenz entstehen Scheinflächen. Meine Ansicht über die von P. GROTH angegebenen Triakistetraëder habe ich schon oben entwickelt, sie wird durch die auffallende Aehnlichkeit mit den Krystallen von St. Agnes noch bestärkt. Neben der Aehnlichkeit in der Ausbildung ist auch eine auffallende Aehnlichkeit in der Art des Vorkommens vorhanden, so dass die Stufen beider Fundorte kaum zu unterscheiden sind.

## 10. Hunding in Niederbayern.

Den eigentlichen Bau des Dodekaëders habe ich schon beschrieben, es ist ein Bau, wie er sonst nur holoëdrischen Krystallen eigen ist, da sich ein Unterschied im Glanze der beiden Tetraëder ebensowenig wie in ihrer Schalenbildung erkennen lässt. Das Triakistetraëder ist es allein, welches auf Hemiedrie hinweist. Dasselbe ist wie das Dodekaëder componirt und gestattet keine Bestimmung des Zeichens. P. GROTH nennt es  $\frac{1}{3}o$ , eine Annahme, welche ich deshalb für wahrscheinlich halte, weil es keine für die 2. Triakistetraëder charakteristischen gewölbten Flächenelemente aufweist; jedoch ist nicht ausgeschlossen, dass ein anderes Triakistetraëder vorliegt.

Das ganze Aussehen der Krystalle ist wesentlich verschieden von dem anderer Blende Krystalle, mir ist es wahrscheinlich, dass dies die Folge späterer, ätzender Einwirkungen ist. Dem Aussehen nach ähnliche Krystalle sind im Berliner Museum, leider ohne Angabe des Fundortes, vorhanden, sie sind zum Theil von Eisenkies bedeckt, so dass ich es für sehr möglich halte, dass die Flüssigkeit, aus welcher sich der Eisenkies abgesetzt hat, die Blende ätzte. Das Spiegeln der einzelnen Flächenelemente ist eine Eigenschaft, die sich bei Aetzungen stets findet.

## III. Leitformen nur in 2. Stellung.

Die hierher gehörigen Krystalle sind sehr verbreitet und man kann sie als die für die Blende am meisten charakteristischen Formen bezeichnen, indem sie sich auch an den verschiedensten Fundorten finden. Ihrer Ausbildung nach sind

sie am häufigsten dodekaëdrisch, demnächst oktaëdrisch und tetraëdrisch. Von den beiden Leitformen  $\frac{1}{2}o'$  und  $\frac{2}{5}o'$  ist die letztere verbreiteter und vorzugsweise mit dem Dodekaëder combinirt,  $\frac{1}{2}o$  kommt an oktaëdrischen und dodekaëdrischen vor.

### 11. Dodekaëdrische Krystalle aus dem Harz, den Rheinlanden, Sachsen, Böhmen, England, Nordamerika.

Die Krystalle zerfallen wieder in 2 Abtheilungen, in solche, welche ein 1. Tetraëder zeigen und solche, bei denen in 1. Stellung keine hemiëdrischen Formen vorhanden sind.

1. Krystalle mit 1. Tetraëder, welches theils glatt und glänzend ist, theils die charakteristische dreiseitige Zeichnung zeigt, in 2. Stellung treten die Triakistetraëder bis an die Endpunkte der rhomboëdrischen Axen. Von Harzer Krystallen gehören hierher diejenigen von Silberner Nagel bei Stolberg, von Wolfsberg, Lautenthal, Altenau, überhaupt solche aus dem Oberharz: Andreasberg, Oderstollen, Clausthal, Grube Zilla; von rheinischen: Holzappel, Horhausen, Ems, Bleiberg bei Aachen, Altenberg bei Müsen, Siegen etc.; von Sächsischen solche von Tharand, rothe von Freiberg, Hohendorf bei Zwickau, schwarze von Putschappel im Plauen'schen Grunde mit matten Flächen des 1. Tetraëders; von Englischen: Alston Moor, Liskeard etc. Die Amerikanischen von Chester Co., welche ich schon früher beschrieben habe, sind gegen meine 1. Darstellung umzukehren, da ich durch Messung festgestellt habe, dass das Triakistetraëder mit dem für 2. Stellung charakteristischen Bau in der That ( $a:a:\frac{2}{5}a$ ) ist.

2. Zu den Krystallen ohne 1. Tetraëder gehören hauptsächlich diejenigen von Pfaffenberg und Meiseberg bei Neudorf am Harz (1869. Fig. 10—12, 18—20).

Der Unterschied, welchen ich in meiner 1. Abhandlung gemacht habe zwischen Krystallen mit  $\frac{1}{3}o$  und  $\frac{1}{2}o'$  muss fallen, nachdem ich mich durch Messungen überzeugt habe, dass die gewölbten Flächen  $\frac{2}{5}o'$  angehören und dass diese mit  $\frac{1}{2}o'$  combinirt sind. Es herrscht dann bald die eine, bald die andere Form vor (Fig. 11). Das 2. Tetraëder zeigt den schon oben geschilderten schaligen Bau, bei welchem die Schalen von gewölbten Flächen begrenzt sind. Die Krystalle sind schön rubinroth, ziemlich gross und meist Durchwachsungszwillinge mit mehr oder minder unregelmässigem Verlauf der Zwillingsgrenze. Sie kommen zusammen mit Bleiglanz, Quarz, Kalkspath vor. Kleine rothe Krystalle von Przibram in Böhmen zeigen eine ganz ähnliche Ausbildung.

## 12. Triakistetraëdrische Krystalle von Alston Moor.

Das Triakistetraëder  $\frac{2}{5}o'$  ist mit einem vicinalen Hexakistetraëder combinirt, das Dodekaëder ist ganz verdrängt. Das Triakistetraëder war messbar.

## 13. Freiburger Krystalle.

Dieselben zeigen je nach ihrer Ausbildung verschiedene Subtypen, oktaëdrische, dodekaëdrische und tetraëdrische, auch im Bau zeigen sie im Detail Verschiedenheiten.

a. Oktaëdrische Krystalle von der Alten Mordgrube lassen ihre Stellungen zunächst nach dem Auftreten von  $\frac{2}{5}o'$  erkennen. Wie sich diese Form im Bau des 2. Tetraëders kund thut, wurde schon geschildert. Das 2. Tetraëder schneidet nicht scharf vom Dodekaëder ab, während dies beim 1. der Fall ist, sonst ähnelt es im Bau etwas dem des 1. Tetraëders anderer Fundorte. Dass aber der Bau doch ein anderer ist als beim 1. Tetraëder, lehren neuerdings vorgekommene Krystalle, bei denen beide Tetraëder schaligen Bau erkennen lassen. Das 2. Tetraëder hat denselben Bau, wie bei den Krystallen an der Alten Mordgrube, die Schalen sind nicht ganz geradlinig begrenzt, die Begrenzungslinien sind unterbrochen, die Intermittenz findet rasch statt und der Glanz ist ein moiréartiger, während in 1. Stellung ausserordentlich glänzende, scharf begrenzte Dreiecke die Flächen des Tetraëders zusammensetzen. Dies ist ein schönes Beispiel, wie auch ohne Leitformen Glanz und Tektonik zusammen eine genaue Bestimmung der Stellungen zulassen.

Die Krystalle sind von ausserordentlich grossen Arsenikkieskrystallen begleitet, welche noch dadurch interessant sind, dass auf ihnen Eisenkies regelmässig aufgewachsen ist.

b. Dodekaëdrische Krystalle (Fig. 9) sind auch neuerdings mit grossen Arsenikkieskrystallen vorgekommen. Es ist die Combination des 2. Dodekaëders mit 2. Tetraëder, der Bau des Dodekaëders ist schon beschrieben, der des Tetraëders entspricht vollkommen dem bei Alter Mordgrube.

c. Tetraëdrische Krystalle, deren Fundort nicht genauer bekannt ist, von Eisenkies begleitet, zeigen das 2. Tetraëder herrschend. Dieses Tetraëder ist durch seine Subindividuen mit vicinalen Flächen (Fig. 8) als 2. charakterisirt, damit stimmt auch die Beschaffenheit des ersten, welches stark glänzend ist und treppenartig aufgebaut mit scharfer Begrenzung der Schalen. Es ist dies ein Beispiel, wie man auf einen

Widerspruch stossen würde, wenn man nur die Nebenregeln herbeizieht, man könnte dann sagen, nimmt man das herrschende Tetraëder als 1., so ist das untergeordnete das glänzende.

Tetraëder von Himmelsfürst mit stark unterbrochenem, zerfasertem Bau lassen im Gegensatz zu den vorigen die für 1. Stellung charakteristischen Schalen erkennen, ganz in derselben Weise, wie die kleinen Tetraëderflächen der vorigen Krystalle, es herrscht also hier das 1. Tetraëder.

d. Andere Krystalle von Himmelsfürst sind stark componirte Triakistetraëder mit hypoparallel gestellten Subindividuen, an den Ecken erscheint das glänzende 1. Tetraëder.

#### 14. Essen a. d. Ruhr.

Oktaëdrische Krystalle, zum Theil auch dodekaëdrische auf Kohlensandstein.

#### 15. Grube Berghäuschen bei Laasphe.

Den vorigen sehr ähnliche gelbliche Krystalle mit dem charakteristischen Bau des 1. Tetraëders und dem Erscheinen von  $\frac{2}{5}0'$  in 2.; aus der SELIGMANN'schen Sammlung. Andere Krystalle zeigen einen Ueberzug von Kupferkies, lassen aber trotzdem in vielen Fällen noch den Unterschied der beiden Stellungen erkennen, so stellte sich bei einem Krystall das herrschende Tetraëder als 2. heraus.

### IV. Krystalle ohne Leitformen.

#### 16. Christianstollen bei Kongsberg.

Das 1. Tetraëder herrscht und zeigt die auf das Dodekaëder führende Zeichnung, das 2. dagegen ist kleiner und lässt durch den schaligen Bau, welcher sich ungefähr nach der Mitte der Fläche hin gleichmässig concentrirt als Scheinform ein sehr flaches Triakistetraëder hervortreten. Das Hexaëder hat keine deutliche Zeichnung. Die Krystalle haben die grösste Aehnlichkeit mit einzelnen von St. Agnes.

Vorkommen auf Gängen mit Quarz und Kalkspath.

#### 17. Marmato, Prov. Popayan, Neu-Granada (Marmatit).

Das 1. Tetraëder, welches nach dem Dodekaëder gestreift ist, ist nicht viel grösser als das 2. etwas gewölbte und mit flachen vicinalen Triakistetraëdern bedeckte.

Die Krystalle treten, Drusen bildend, in einem Gemenge von Blende, Eisenkies und Quarz auf.

### 18. Schurf bei Deutschbrod in Böhmen.

Das 1. nach dem Dodekaëder gestreifte Tetraëder tritt zuweilen allein auf, die Streifung ist scharf, die Flächen stark glänzend. Das 2. Tetraëder ist kleiner, zeigt eine ähnliche, aber weniger scharfe Zeichnung, dieselbe ist gewissermaassen etwas verwischt, womit auch die Mattigkeit der Flächen zusammenhängt. Besonders deutlich tritt der Gegensatz an den Zwillingsgrenzen hervor.

Vorkommen, gangbildend mit Arsenikkies und Quarz in einem Glimmerschiefer, die Krystalle sind schwarz, wie die vorhergehenden.

### 19. Schlaggenwald in Böhmen.

Für diese Krystalle ist das Vorherrschen des Hexaëders charakteristisch. Meiner früheren Deutung legte ich einen Krystall der Berliner Sammlung zu Grunde. Da keine Leitformen vorhanden waren, richtete ich mich nach dem Glanz und hielt das kleinere Tetraëder für das 1., welches keine Tektonik erkennen lässt, es kam auf diese Weise das grössere in 2. Stellung. Da nun aber dasselbe einen deutlich schaligen Bau zeigt, wie es für 1. Tetraëder charakteristisch ist, muss ich ihm jetzt die 1. Stellung geben. Der Glanz ist hierbei nicht störend, da die Krystalle überhaupt nicht mehr ganz frisch sind. Ganz ähnliche Krystalle, bei denen aber beide Tetraëder fast gleich gross sind, hat mir Herr GROTH zur Ansicht geschickt. Die Intermittenz des 1. Tetraëders setzt sich in Streifen auf das Hexaëder fort und bewirkt auch gewölbte Triakistetraëder als Scheinflächen. Ein anderer Krystall aus Strassburg lässt Schalenbildung auf beiden Tetraëdern erkennen und dem entsprechend auch Streifung auf dem Hexaëder, jedoch ist sie auf dem einen Tetraëder, dem 2., weniger scharf und nicht von Vertiefungen begleitet, wie bei dem 1. Einen eigenthümlichen Wechsel im Bau zeigt ein anderer Krystall, dessen Tetraëder im Bau mehr an das 2. erinnert, das Hexaëder ist nach dem andern, also dem 1., gestreift, es wäre mithin eine Combination vom 1. Hexaëder und 2. Tetraëder. Widersprüche, wie sie Herr GROTH gefunden haben will, sind also nicht vorhanden, wenn man die Tektonik gehörig berücksichtigt, auf welche man hier lediglich angewiesen ist.

### III. Zwillinge der tetraëdrischen Krystalle.

In meiner angewandten Krystallographie habe ich die Zwillinge so definirt, dass die beiden Individuen gegen einander eine gesetzmässige, aber entgegengesetzte Lage haben und dass man die entgegengesetzte Lage auf eine beiden Individuen gemeinsame Linie beziehen kann. Diese Linie ist die Zwillingensaxe und man erhält den Zwilling auf mechanischem Wege, wenn man in dieser Axe das eine Individuum gegen das andere um  $180^\circ$  dreht. Die Vorstellung der Drehung ist eine vollkommen klare und unzweideutige. Ganz in derselben Weise wie ich mir die Stellung der Individuen im Zwilling durch Drehung klar mache, drücke ich die Veränderung der Kanten und Ecken verschiedener in Combination tretender Formen als Abstumpfungen, Zuschärfungen etc. aus. Ebenso wenig wie Jemand den Ausdruck „Würfel mit abgestumpften Ecken“ so verstehen wird, dass er das Wort Abstumpfung auf die Bildungsweise bezieht und sich denkt, die Natur habe zuerst einen Würfel geschaffen und dann durch irgend ein Mittel die Ecken abgestumpft, ebensowenig wird Jemand durch den Begriff der Zwillingensaxe im Ernst auf die Idee gebracht werden, dass die Natur zuerst zwei parallele Krystalle geschaffen und dann den einen gegen den anderen um  $180^\circ$  gedreht habe. Und diese Idee hat Herr GROTH Cat. pag. 5 unverhohlen ausgesprochen! Er hat dabei ganz vergessen, dass die Anhänger der Zwillingensaxe mit derselben nur einen mathematischen Begriff verbinden und die Drehung stets als eine rein mechanische Vorstellung bezeichnet worden ist.

Ausser der Zwillingensaxe habe ich auch stets ihrer Normalfläche, der Zwillingsebene, eine gewisse Bedeutung zugesprochen und habe das Verhältniss zwischen beiden so ausgedrückt, dass wenigstens Eine krystallonomisch sein müsse. Dies passt allerdings auf die überwiegende Mehrzahl der Zwillinge, jedoch sind z. B. 2 Verwachsungen beim triklinen Feldspath bekannt geworden, bei denen es nicht zutrifft, „Zwillingensaxe die Normale auf  $a$  in der Basis und Zwillingensaxe die in der Längsfläche liegende Normale der Verticalaxe  $c$ .“ Nach G. VOM RATH würde das erste Gesetz fallen müssen, so dass nur das zweite bestehen bliebe.

Was nun die gegenseitige Stellung der beiden Individuen anbetrifft, so sagt Herr GROTH Cat. pag. 5: „es leuchtet ein, dass die Bildung der Zwillinge nur dadurch möglich ist, dass es ausser der parallelen Aneinanderlagerung der Moleküle noch eine andere, die symmetrisch umgekehrte in Bezug auf eine

Molekularschicht, das heisst eine mögliche Krystallfläche giebt.“ Wie kann aber dieser Satz einleuchten, welcher in directem Widerspruch zu in der Natur vorkommenden Zwillingen steht? Welches ist denn die mögliche Krystallfläche, gegen welche die Individuen symmetrisch stehen bei den triklinen Feldspathzwillingen, deren Zwillingsaxe eine der krystallographischen Grundaxen ist?

Herr M. BAUER hat pag. 283 dieses Bandes der Zeitschrift eine gründliche Untersuchung der Zwillinge des Cyanits geliefert. Wir lernen daraus, dass auch bei diesem Mineral 3 Gesetze keine Symmetrie der Individuen gegen eine mögliche Krystallfläche zeigen und zugleich, dass die hier vorliegende klare Darstellung der Zwillingsverwachsungen nur vermittelt der Drehungsaxe möglich ist.

Mit einem Wort, die GROTH'sche Definition ist nicht erschöpfend, sie bezeichnet nur eine Eigenschaft, welche einer allerdings grossen Anzahl von Zwillingen zukommt.

Dass alle holoëdrischen Zwillinge sich mit Hülfe der Zwillingsaxe erklären lassen, ist mathematisch bewiesen und beruht darauf, dass jede Fläche ihre Parallele hat. Durch die tetraëdrische Hemiëdrie bleibt nun von je zwei parallelen Flächen nur eine bestehen, die Krystalle verlieren die durch das ihnen zu Grunde gelegte Axenkreuz supponirte Symmetrie, ganz in ähnlicher Weise wie es bei den hemimorphen Krystallen der Fall ist. Wir verlieren mit der Tetraëdrie den Boden der Symmetrie, auf welchem die holoëdrischen Krystalle stehen und haben Formen vor uns, welche den Symmetriegesetzen der holoëdrischen Krystalle nicht unterliegen. Dass dieses Verhalten auch bei den Zwillingen sich geltend machen muss und gewisse Modificationen hervorruft, liegt auf der Hand.

Die Frage, welches diese Modificationen sind, muss sich auf theoretischem Wege beantworten lassen, hier will ich mich lediglich auf Beobachtungen beschränken, welche dann der theoretischen Behandlung zur Grundlage dienen können.

Im regulären System sind Zwillinge der tetraëdrischen Krystalle nur nach 2 Gesetzen bekannt.

Dem 1. Gesetz gebe ich den Ausdruck: „Zwillingsaxe eine rhomboëdrische Axe“; es ist dies dann dasselbe Gesetz, welches bei den holoëdrischen Krystallen am häufigsten ist. Auch hier erhalte ich die Erscheinungsweise, welche den in der Natur vorkommenden Zwillingen vollkommen entspricht, wenn ich von zwei parallel gestellten Individuen das eine gegen das andere in der Zwillingsaxe um  $180^\circ$  drehe. Zwillingsene ist dann natürlich eine Fläche ( $a : a : a$ ). Der Einfluss der hemiëdrischen Ausbildung macht sich nun sogleich darin geltend, dass die Individuen gegen diese Ebene

nicht symmetrisch stehen, sondern gegen die auf ihr senkrechten Ikositetraëderflächen ( $a : a : \frac{1}{2}a$ ).

Diesen Umstand hat zuerst Herr v. GUTZEIT in der Schrift „Die Zwillingbildung am Stein“ hervorgehoben, er bezeichnet eine Ikositetraëderfläche als Sehebene.

Dass man jedoch nach der Ausbildung der Zwillinge nur eine Oktaëderfläche als Zwillingsebene nehmen kann, soll nachher gezeigt werden.

Verfolgen wir nun weiter, zu welchen Konsequenzen Herr GROTH durch seine Theorie gedrängt wird, und welche er nicht ansteht zu ziehen, obgleich sie im vollkommensten Widerspruch zu den bisher beobachteten Zwillingen tetraëdrischer Krystalle stehen. Das Spinellgesetz zerfällt bei ihm in 2 Gesetze, von denen das eine ( $a : a : a$ ), das andere ( $a : a : \frac{1}{2}a$ ) als die Ebene hat, gegen welche die Individuen symmetrisch stehen. Dem 2. Gesetz würden alle bekannten Zwillinge unterliegen, nach dem 1. würden 2 Tetraëder gleicher Stellung eine doppelt dreiseitige Pyramide bilden, eine Art der Verwachsung, welche noch nie beobachtet ist. Herr GROTH begnügt sich hier als Beispiel einen Fünflingskrystall des Diamanten anzuführen, welchen ich Figur 18 nach einem Modell von SARTORIUS von Waltershausen abgebildet habe. Ist dies in der That ein Beispiel, wenn die hemiëdrische Natur des Diamanten nicht nur in Frage gestellt ist, sondern wie wir im nächsten Kapitel sehen werden, sich widerlegen lässt?

Durch Drehung um  $180^\circ$  in einer Zwillingssaxe lassen sich derartige Zwillinge nicht erhalten und es liegt nahe, aus diesem Umstande das Fehlen derartiger Zwillinge in der Natur zu erklären. „Die durch die leidige Drehungsaxe hervorgerufene Begriffsverwirrung“, wie Herr GROTH sich ausdrückt, beruht also darin, dass die Drehungsaxe Zwillingbildungen ausschliesst, welche in der Natur nicht vorkommen, während umgekehrt die von Herrn GROTH verlangte Symmetrie Zwillinge, welche vorkommen, nicht berücksichtigt.

Es ist wohl zu beachten, dass gerade Zwillinge nach demselben Gesetz, welches auch bei holoëdrischen Krystallen vorhanden ist, so ausserordentlich häufig sind, dass die übrigen tetraëdrischen Zwillinge fast dagegen verschwinden.

Die 2. Art der Zwillinge kommt als Seltenheit nur bei Fahlerz und Wismuthblende vor, sie beruht lediglich in der Hemiëdrie, indem die Axenkreuze beider Individuen zusammenfallen, so dass es Parallelverwachsungen der holoëdrischen Krystalle sein würden. Hier wird durch die Zwillingbildung die holoëdrische Natur gewissermassen wiederhergestellt, ganz in ähnlicher Weise, wie es z. B. bei dem hemimorphen Struvit und Kieselzinkerz der Fall ist.

Herr v. GUTZEIT und nach ihm GROTH bezeichnen das Gesetz in der Weise, dass die Individuen gegen eine Würfelfläche symmetrisch stehen: das heisst die Würfelfläche ist eine Ebene, in welcher das eine Individuum das Spiegelbild des anderen ist. Auf mechanischem Wege kann man mit Hülfe der Würfelfläche als Zwillingsebene den Zwilling nur durch Drehung von  $90^\circ$  erhalten.

Nehme ich aber eine prismatische Axe als Zwillingaxe an, so erhalte ich den Zwilling durch Drehung um  $180^\circ$  und dasselbe Gesetz passt dann auch auf die Zwillinge der parallelflächig hemiëdrischen Formen.

Die Betrachtung der tetraëdrischen Zwillinge des regulären Systems hat also ergeben, dass dieselben theils solche sind, welche unabhängig von der Hemiëdrie demselben Gesetz, wie holoëdrische unterliegen, theils solche, welche ihre Existenz nur der tetraëdrischen Ausbildung verdanken.

Bei beiden Gesetzen haben die Individuen wenigstens eine der rhomboëdrischen Axen gemeinsam, jedoch in verschiedener Stellung, bei dem ersten in gleicher, bei dem zweiten in entgegengesetzter.

Untersuchen wir nun, wie sich diese Zwillingbildungen im quadratischen System gestalten.

Das 1. Gesetz erhält hier den Ausdruck „Zwillingaxe die Normale einer Fläche ( $a:a:c$ ), Zwillingsebene eine Fläche ( $a:a:c$ )“. Die Stellung der Tetraëderflächen gegen die Zwillingsebene ist genau dieselbe, wie im regulären System, jedoch tritt der wesentliche Unterschied hervor, dass die Individuen nicht gegen eine krystallonomische Ebene symmetrisch stehen, sondern gegen eine Fläche, welcher nahezu das Zeichen ( $a:a:17/33c$ ) zukommt; deshalb nimmt auch Herr GROTH diese Fläche nicht als Zwillingsebene, sondern sagt: „die Krystalle liegen umgekehrt in Bezug auf eine Sphenoëderfläche, diese ist aber  $+$  für den einen,  $-$  für den anderen Krystall, folglich ist die Verwachsung keine symmetrische, etc. Der Widerspruch zu der Cat. pag. 5 verlangten Symmetrie in Bezug auf eine mögliche Krystallfläche liegt hier auf der Hand.

Das 2. Gesetz des regulären Systems zerfällt, wenn man die Dodekaëderflächen als Zwillingsebenen betrachtet, in folgende 2 Gesetze: 1. Zwillingsebene eine Fläche des verticalen Hauptprismas, 2. eine Fläche des 1. stumpferen Oktaëders. Das 2. Zwillingsgesetz kommt auch bei den holoëdrischen Krystallen vor. Bei diesen kann man die Zwillinge durch Drehung erhalten, was bei den tetraëdrischen nicht der Fall ist. Schneidet man ein aus 2 Tetraëdern bestehendes Oktaëder parallel einer Fläche des 1. stumpferen Oktaëders in der Mitte durch und dreht die eine Hälfte gegen die andere

um  $180^\circ$ , so kommen an der Schnittfläche verschiedene Tetraëderflächen nebeneinander zu liegen und die Individuen stehen gegen keine Ebene symmetrisch. Die symmetrische Lage ist aber bei den natürlichen Zwillingen vorhanden, indem an der Zwillingsgrenze gleiche Tetraëderflächen nebeneinander liegen. Ist eine Fläche des ersten stumpferen Oktaëders zugleich Zusammensetzungsfläche, so bilden die nebeneinander liegenden Tetraëderflächen sehr stumpfe ein- und ausspringende Winkel; steht dagegen die Zusammensetzungsfläche senkrecht auf einer der bei beiden Individuen parallelen Tetraëderflächen, so fallen natürlich diese Tetraëderflächen des einen Individuums mit denen des anderen zusammen. In beiden Fällen entstehen bei vollkommen symmetrischer Wiederholung der Zwillingbildung Tetraëder, deren jede Kante eine Grundkante ist, die erzeugte Pseudosymmetrie ist aber eine holoëdrische und dieses Verhalten giebt auch einen guten Erklärungsgrund für diese Art der Verwachsung.

Dreht man das eine Tetraëder gegen das andere in der Zwillingsebene um  $180^\circ$ , so kommen die Grundkanten des einen an Seitenkanten des anderen zu liegen und es würden Durchwachsungen entstehen, welche keine pseudoholoëdrische Formen darstellen. Dies ist nur möglich, wenn die Prismenflächen Zwillingsebenen sind, wobei dann zugleich auch die Tetraëder gegen die gerade Endfläche symmetrisch stehen. Eine ausführliche Behandlung dieser interessanten Kupferkiese muss ich mir für eine besondere Abhandlung aufsparen.

Fasst man nun sämtliche, sowohl holoëdrische wie hemiëdrische Zwillinge zusammen, so ergibt sich, dass bei den Zwillingen die Individuen stets gegen eine Ebene symmetrisch stehen. Die entgegengesetzte Stellung kann man bei allen holoëdrischen Zwillingen sowie bei hemiëdrischen mit Ausnahme gewisser Kupferkieszwillinge durch Drehung um eine Zwillingssaxe um  $180^\circ$  auf mechanischem Wege erhalten. Die Symmetrie findet theils in Bezug auf eine Krystallfläche, theils in Bezug auf eine mathematische Ebene statt, welche kein krystallonomisches Zeichen hat.

Weitere wichtige Eigenschaften der Zwillinge hängen von ihrer Ausbildung und ihrem Bau ab. Da die Zwillingkrystalle Naturkörper sind, dürfen wir zu ihrer Erklärung und Bezeichnung uns nicht lediglich auf die Theorie beschränken, sondern müssen auch ihrer natürlichen Erscheinungsweise Rechnung tragen.

Die Art der Verwachsung der beiden Individuen zeigt zunächst zwei wesentliche Verschiedenheiten, entweder begrenzen sich die Individuen ebenflächig oder die äussere Begrenzung ist eine unregelmässige. Wenn bei den holoëdrischen

Krystallen die Begrenzung eine ebenflächige ist, so fällt die Zusammensetzungsfläche meist mit der Zwillingsebene zusammen und die Zwillingsebene tritt uns als solche häufig in Form von eingeschalteten Zwillingslamellen gewissermaassen direct vor Augen. Nach Herrn GROTH findet dann die Anordnung der Moleküle symmetrisch gegen eine Molekularschicht statt. Die Molekularschicht als solche kann nur eine materielle sein und muss einem der beiden Individuen angehören, nach der Ausdrucksweise Herrn GROTH's jedoch wären gewissermaassen 3 Elemente vorhanden, eine Molekularschicht und zweierlei Molekülsysteme, welche gegen dieselbe symmetrisch angeordnet sind. Dass man sich aber in dieser Weise keinen Zwilling gebaut denken kann, bedarf keiner weiteren Erörterung.

Für den Fall, dass äusserlich keine geradflächige Begrenzung zur Erscheinung kommt, wie es bei den Aneinanderwachsungen senkrecht gegen die Zwillingsebene und den Durchwachsungen der Fall ist, hat die specielle Untersuchung der inneren Structur einzelner Zwillinge ergeben, dass der Verlauf der Zwillingsgrenze nur im Allgemeinen ein krummflächiger, im Speciellen aber ein geradflächiger parallel der Zwillingsebene ist. Dies ist besonders deutlich bei den Aragonitzwillingen von Herrgrund der Fall.

Weitere Untersuchungen auf diesem Gebit sind noch eine wichtige Aufgabe der Krystallographen. Dieselben fehlen besonders für diejenigen Zwillinge, bei denen die Zwillingsebene keine krystallonomische Fläche ist. Jedoch liegt es auf der Hand, dass sich auch hier die Subindividuen oder wenn man will, die Moleküle mit Krystallflächen berühren müssen. Dann können aber die Moleküle gegen dieselben nicht symmetrisch angeordnet sein, wie es Herr GROTH verlangt. Dasselbe ist bei den Zwillingen des Kupferkieses nach dem Spinellgesetz der Fall. Die Individuen zeigen hier immer als Zusammensetzungsfläche eine Oktaëderfläche und auch häufig nach derselben eingeschaltete Zwillingslamellen, so dass nur diese Flächen als solche bezeichnet werden können, in Bezug auf welche sich die Moleküle umgekehrt gelagert haben, aber nicht symmetrisch.

Wäre hier für die Zwillingsbildung die Symmetrie in Bezug auf eine mögliche Krystallfläche maassgebend gewesen, so müssten an der Zwillingsgrenze Tetraëderflächen gleicher Stellung nebeneinander liegen. Es ist auch bekannt, dass bei der Blende eine Oktaëderfläche Zusammensetzungsfläche ist und dass nur in diesem Fall, die äusserlich zur Erscheinung kommende Begrenzung der Individuen eine vollkommen ebene ist. Nach Analogie mit den ganz ähnlichen holoëdrischen Krystallen muss man vom materiellen Standpunkt die Oktaëder-

fläche, also 2 Tetraëderflächen als Zwillingsebenen betrachten. Die GROTH'sche Forderung, dass die Individuen gegen diese Flächen (Molekularschicht) symmetrisch stehen, trifft dann nicht zu. Wollte man umgekehrt für Kupferkies eine Fläche, die senkrecht auf der Oberfläche steht und bei der Blende eine Ikositetraëderfläche als Molekularschicht nehmen, so stände dies in directem Widerspruch zu den natürlichen Zwillingen.

Auch in der Ausbildung der beiden, einen Zwilling zusammensetzenden Individuen vermisst man meist die Symmetrie in Bezug auf eine Krystallfläche. Wohl nie sind zwei gleiche Individuen zu einem Zwilling vereinigt, sehr häufig ist das eine Individuum kleiner als das andere und schwindet oft zu einer Lamelle zusammen. Dann ist auch die Ausbildung der Form der beiden Individuen sehr oft eine verschiedene, z. B. bei der Binnenthaler Blende das eine Individuum tetraëdrisch, das andere tafelförmig. Schliesslich kann sich die Entwicklung der beiden Individuen auch auf die Form selbst erstrecken, was z. B. beim Kupferkies häufig der Fall ist.

Bei den Durchwachsungszwillingen besonders tritt die Symmetrie der beiden Individuen meist zurück, häufig herrscht ein Individuum vor und an dem anderen ragen nur Ecken aus den Flächen heraus, so dass dieses kein zusammenhängendes einheitliches Individuum darstellt, indem die durch das grössere Individuen getrennten Kanten in ihrer Fortsetzung keine geraden Linien bilden. Ich habe nie Durchkreuzungszwillinge nach dem II. Gesetz beobachtet, bei denen die Grundkanten der Tetraëder oder Pentagondodekaëder sich genau in einem Punkte schnitten, in den meisten Fällen liegen sie nicht einmal in einer Ebene. Auch bei anderen Durchwachsungszwillingen, z. B. des Flusspaths, Fahlerzes, Chabasits, lässt die Regelmässigkeit der Durchwachsung viel zu wünschen übrig. Häufig ragen aus einer Fläche mehrere parallele Zwillingstheile und diese Zwillinggruppen weisen darauf hin, dass die gegenseitige Stellung der beiden Individuen das charakteristische ist. Wenn auch zuweilen bei den Durchwachsungszwillingen einzelne Theile eine grössere Selbstständigkeit erlangen, so bleibt das Ganze doch ein Zwilling, die Bezeichnung „Drilling, Vierling etc.“ ist nur dann anwendbar, wenn drei, vier verschiedene Stellungen der Individuen vorkommen. Diese Bezeichnungen beziehen sich also nur auf die Zahl der Stellungen, nicht die der Individuen, so zeigen die Neudorfer Fünflinge häufig 6 Individuen. Nach diesem Gesichtspunkt kann ich auch die von Herrn K. MARTIN in diesem Bande der Zeitschrift pag. 521 beschriebene Zwillinggruppe des Diamanten nicht als einen Vierling betrachten, denn die Individuen haben nur zwei verschiedene Stellungen.

Auch durch den Bau wird die Symmetrie der beiden Individuen vielfach gestört. Ein vorzügliches Beispiel liefern die mit Kupferkies überzogenen Fablerzwillinge von der Zilla bei Clausthal; aus einem Tetraëder ragt nur eine Kante des Zwillingstetraëders heraus und neben dieser Kante haben sich die Tetrakistetraëderflächen stark ausgedehnt, welche an den anderen Tetraëderflächen nur schmal sind.

Es ist ein, auch öfters schon von G. VOM RATH ausgesprochener Satz, dass bei den Zwillingen die Individuen eine gewisse Neigung haben, die einspringenden Winkel zu verdecken. Die Beispiele hierfür sind so zahlreich und allgemein bekannt, dass ich von einer Aufzählung derselben absehen kann. Herr GROTH scheint aber mit diesem Gesetz nicht ganz einverstanden, da er in einer, nach dem Ausdruck zu schliessen, ironischen Wendung, „das Bestreben“<sup>1)</sup>, den einspringenden Winkel zu verdecken, „löblich“ nennt.

Wir werden nun im nächsten Abschnitt sehen, dass er gerade von diesem Gesetz zur Erklärung aller Diamantkrystalle als Durchwachsungszwillinge den umfangreichsten Gebrauch machen muss.

Fasst man nun das über die Zwillinge aus der Theorie und durch Beobachtungen Bekannte zusammen, so ergeben sich verschiedene Arten der Zwillingungsverwachsung, welche durch die Symmetrie der einzelnen Individuen bestimmt sind.

### 1. Zwillinge mit einer Zwillingsebene.

- a. Die Individuen stehen symmetrisch gegen die Zwillingsebene, welche eine mögliche Krystallfläche ist; hierher gehört die grosse Mehrzahl.
- b. Die Individuen stehen gegen die krystallonomische Zwillingsebene nicht symmetrisch; tetraëdrische Zwillinge nach dem Spinell-gesetz.
- c. Die Individuen stehen gegen eine nicht krystallonomische Zwillingsebene symmetrisch; triklone Zwillinge.

2. Zwillinge mit nur einer Zwillingsebene, gegen welche die Individuen symmetrisch stehen; beim Kupferkies eine Fläche des 1. stumpferen Oktaëders.

---

<sup>1)</sup> Obgleich Herr GROTH hier den Ausdruck „Bestreben“ verspottet, braucht er ihn pag. 40 seines Catalogs selbst, indem er „ein neues Beispiel des Bestrebens rhombischer Krystalle zur Drillingsbildung etc.“ anführt.

IV. Diamant. <sup>1)</sup>

Meiner Auffassung des Diamanten als holoëdrischer Mineralspecies ist Herr GROTH in dem schon oben citirten Cataloge entgegengetreten. Obgleich alle seine Einwürfe derart sind, dass sie entweder auf unrichtigen, von mir nicht gemachten Angaben beruhen, wie ich im Folgenden direct beweisen werde und wovon sich Jeder durch Vergleich der GROTH'schen Angaben mit dem von mir Gesagten überzeugen kann, oder derart, dass sich ihre Widerlegung schon in meiner Abhandlung finden lässt, will ich doch noch einmal auf den Gegenstand eingehen. Dass es übrigens Herrn GROTH mit seinen Einwendungen nicht recht Ernst sein kann, ergibt sich daraus, dass er mit Vorliebe von 48-Flächern spricht, welche doch bei einer hemiëdrischen Mineralspecies nicht auftreten können.

Wir haben in den vorigen Abschnitten die für die tetraëdrischen Mineralien charakteristischen Eigenschaften kennen gelernt und werden sehen, dass durch Aufnahme des Diamanten unter ihre Zahl der Begriff der Hemiëdrie so erweitert werden müsste, dass auch andere Mineralien, z. B. Magnet-eisen, Bleiglanz, Spinell mit demselben Recht als tetraëdrisch aufzufassen wären.

Seit der Veröffentlichung meiner Abhandlung habe ich noch vielfach Gelegenheit gehabt, bedeutende Mengen von Diamantkrystallen zu sehen, jedenfalls mehr, als sich in sämtlichen Museen finden und von einer Grösse und Schönheit, wie sie wohl kaum in einem continentalen Museum vorhanden sein dürften. Speciell aus der Strassburger Sammlung führt Herr GROTH keinen einzigen Krystall an, welcher nicht einem schon

---

<sup>1)</sup> Abhandl. d. Kgl. Akad. d. Wissensch. in Berlin 1876; auf diese Abhandlung beziehen sich auch die Citate der Figuren. Dem Referat, welches Herr GROTH im II. Bande seiner Zeitschrift für Krystallographie gebracht hat, sind Copieen meiner Figuren beigegeben und von Figur 28 sagt er, dass sich einige kleine Irrthümer eingeschlichen hätten, welche er corrigirt habe. Ich muss dagegen constatiren, dass die Figur vollkommen richtig construirt ist und durch eine sogen. Correctur nur hätte unrichtig werden können, lediglich in der Bezeichnung ist ein Druckfehler, indem an „einer Stelle“ ein  $\S$  statt a steht. Der Vergleich mit der beistehenden schiefen Projection und die ganze Symmetrie der Figur zeigt sogleich, dass es sich hier nur um einen Druckfehler handeln kann.

Ich musste diese Erklärung hier bringen, da Herr GROTH geglaubt hat, meiner Bitte um Aufnahme derselben in seiner Zeitschrift, nicht nachkommen zu brauchen. Die übrigen Berichtigungen des Referates brauche ich nun nicht mehr besonders zu geben, da sie im Obigen zu finden sein werden.

von mir dargestellten Typus <sup>1)</sup> angehörte, und es scheinen sich auch in dieser Sammlung keine eigentümlichen Krystalle zu befinden, die gegen meine Auffassung sprechen, da sich Herr GROTH in der Polemik fast lediglich auf von mir beschriebene Krystalle stützt.

Ehe ich auf das Detail eingehe, muss ich noch vorausschicken, dass wir zur Beurtheilung der Diamantnatur lediglich auf Analogieen angewiesen sind. Alle Erklärungen, welche nicht auf Analogieen beruhen, haben keine bindende Beweiskraft und können nur zu Cirkelschlüssen führen.

Da das G. ROSE'sche Zwillingsgesetz die Hauptstütze für die Annahme der Tetraëdrie bisher gewesen ist, sollen die hierher gehörigen Krystalle zuerst besprochen werden: das heisst die Oktaëder mit gefurchten Kanten und überhaupt alle Krystalle, welche Einschnürungen an den Kanten zeigen. Geometrisch macht die G. ROSE'sche Auffassung natürlich keinerlei Schwierigkeiten, vom krystallographischen Standpunkt jedoch tritt uns die Frage entgegen, ob die übrigen bekannten Durchwachsungszwillinge eine ähnliche Ausbildung der Individuen haben. Zunächst sind die Durchwachsungstetraëder des Fahlerzes von Biber vollkommen abweichend, indem bei ihnen weder die Individuen sich gleich, noch vollkommen symmetrisch durchdringen, sondern die Erscheinungsweise die ist, wie ich sie im vorigen Abschnitt für Durchwachsungszwillinge geschildert habe. Ob bei der Wismuthblende die Durchwachsung eine regelmässige ist, kann ich nicht wissen, da ich die Zwillinge, welche G. VOM RATH beschrieben hat, nie gesehen habe. Derartige Zwillinge sind aber auch beim Diamanten nicht bekannt, obgleich doch vereinzelt tetraëdrische Formen vorkommen. Im Gegensatz zu den übrigen Durchwachsungszwillingen zeigen die Oktaëder mit gefurchten Kanten meist eine auffallende Regelmässigkeit.

Da also die Durchwachsungszwillinge in der Ausbildung keine Analogieen bieten, muss man zusehen, ob solche sich anderweitig finden lassen. Und in der That sind sie bei unzweifelhaft holoëdrischen Mineralspecies vorhanden, denn Oktaëder mit gefurchten Kanten kommen vor beim Magneteisen aus dem Binnenthal, bei solchem aus dem Talk von der Venediger Hütte, Nordfuss des Venedigers, beim Steinmannit von Walkenried, beim Rothkupfererz, bei oktaëdrischer Blende

---

<sup>1)</sup> Von einem hexaëdrischen Krystall sagt Herr GROTH, dass er seine Beschreibung schon 1 Jahr vor Publication meiner Abhandlung niedergeschrieben habe; G. ROSE hat seine Beschreibung wenigstens 6 Jahre früher abgefasst, da die Beschreibung eines derartigen Krystalls gerade zu den älteren Aufzeichnungen des Meisters gehört.

von Freiberg, welche trotz der Furchungen die Verschiedenheit der Flächen in den abwechselnden Oktanten zeigt. Aber nicht nur bei Oktaëdern, auch bei anderen Formen, Hexaëdern, Rhomboëdern etc. kann man diese Erscheinung beobachten, welche durchaus nicht zu den Seltenheiten gehört; es würde zu weit führen, wenn ich alle die Fälle aufzählen wollte, welche ich beobachtet habe. Es tritt uns nun die Frage entgegen, wie erklären sich allgemein derartige Furchungen und passt die Erklärung auch auf den Diamant.

Die gefurchten Kanten sind stets eine Folge der Schalenbildung und eine solche ist auch beim Diamanten ausgezeichnet entwickelt.

Ich habe in meiner Abhandlung auseinandergesetzt, dass man in Bezug auf die seitliche Begrenzung der Schalen drei Fälle unterscheiden kann, solche Schalen, bei denen die Begrenzungsflächen demselben Oktanten angehören, in welchen sie selbst liegen, die Begrenzung also eine holoëdrische ist, solche, bei denen die Begrenzung eine tetraëdrische ist und solche, bei denen beide Arten der Begrenzung zusammen vorkommen. Es ist also nicht richtig, wenn Herr GROTH (Cat. pag. 6) sagt, ich hätte die holoëdrischen Krystalle nur aus hemiëdrischen Schalen aufgebaut dargestellt.

Sind die Schalen nur von Oktaëderflächen begrenzt, so muss die Begrenzung eine tetraëdrische sein und gerade diese Art der Begrenzung findet sich bei den holoëdrischen Krystallen. Es ist bei diesen, ganz in ähnlicher Weise wie beim Diamanten, nur selten eine einfache Furchenbildung vorhanden, sondern an den Furchen ist eine Treppenbildung mehr oder weniger deutlich ausgesprochen.

Das Resultat einer derartigen, gleichmässig fortgesetzten Intermittenz sind dodekaëdrische Scheinflächen, wie sie das Magneteisen von Traversella zeigt und ganz ähnliche Formen kommen beim Diamant (Fig. 38) neben gleichgebauten Triakistetraëdern vor. Es liesse sich durch nichts rechtfertigen, wenn man hier eine Zwillingsbildung annehmen wollte. Treten an den Kerben, wie es meist der Fall ist, Hexakisoktaëderflächen auf, welche stets gewölbt sind, so kann man gleichfalls häufig parallele Furchungen wahrnehmen und die Furchen treten auch auf grösseren, mehr selbstständig hervortretenden Subindividuen auf. Vielfach sieht man, besonders bei Capdiamanten, nur unregelmässige Knickungen, wie sie bei gewölbten Flächen überhaupt vorkommen, z. B. beim Kalkspath, beim Quarz, bei den Flächen der 2. Triakistetraëder der Blende etc. Wollte man hier Durchwachsungszwillinge annehmen, so könnte man die Zwillingsgrenze nicht verfolgen, welche bei Durchwachsungszwillingen immer scharf ist.

Nehmen wir nun aber an, dass Oktaëder mit gefurchten Kanten aus zwei Tetraëdern bestehen, welche nach Analogie der Durchwachsungszwillinge in je 4 Theil-Individuen zerfallen, so muss man auch erwarten, dass jedes dieser Individuen einen in sich abgeschlossenen Bau hat, wie es bei den Durchwachsungszwillingen der Fall ist. Der schalige Bau dürfte also nicht nur auf den nach aussen gekehrten Flächen stattfinden, sondern müsste auch auf den die Furche bildenden Flächen wenigstens doch bei einzelnen Krystallen vorhanden sein, was ich jedoch nie beobachtet haben. Hiermit stimmt auch der von HIRSCHWALD<sup>1)</sup> geltend gemachte Punkt vollkommen überein, dass die an den Oktaëderecken auftretenden Kanten nicht geradlinig, sondern gekrümmt sind.

Eine weitere Analogie mit holoëdrischen Krystallen ist die, dass zuweilen die Kerben nicht an allen Oktaëderkanten vorhanden sind; so habe ich kürzlich ein Hexakistetraëder aus Brasilien gesehen, welches, pseudoquadratisch ausgebildet, nur Einschnürungen senkrecht gegen die Pseudohauptaxe hat. Dies führt uns zu den Fällen, bei denen die Furchungen lediglich die Folge von Parallelverwachsung verschiedener Individuen sind. Hierher sind die Hexaëder mit eingeschnürten Kanten zu rechnen, bei denen die Einschnürungen zuweilen so tief gehen, dass an jeder Ecke ein besonderes Individuum hervortritt, welches eine vollkommen abgesonderte Ausbildung hat. Einen ganz schlagenden Beweis liefern dann solche Gruppen, bei denen einzelne Individuen sogar nur hypoparallel stehen; fügen sich dann mehr Individuen an, so entstehen Kugeln, welche man häufig unter dem Diamantbord beobachten kann. Dass man es bei hexaëdrischen Krystallen überhaupt mit stark componirten Krystallen zu thun hat, beweist die drusige Beschaffenheit ihrer Flächen, nie habe ich glatte Hexaëderflächen gesehen. Auch der von HIRSCHWALD (l. c. Fig. 1) dargestellte Krystall ist eine Parallelverwachsung mit zwillingsartig angefügten Individuen und erklärt sehr schön das Verhalten, dass auf den Hexaëderflächen häufig vierseitige Vertiefungen vorkommen.

Ich besitze eine Anzahl Hexaëderchen, welche stark drusig und verschoben sind, aber keine Spur von Einschnürungen erkennen lassen.

Es ist nun der Punkt zu erörtern, welcher allerdings nicht bei allen hemiëdrischen Mineralien nachweisbar ist, nämlich das Auftreten verschiedener Formen in den beiden Stellungen. Ich habe schon in meiner Abhandlung nachgewiesen, dass sich beim Diamanten ein derartiges Verhalten nicht

<sup>1)</sup> Zeitschr. für Kryst. u. Min. Bd. I.

nachweisen lässt und will hier nur noch den Beweis liefern, dass die von Herrn GROTH gemachten, diesen Punkt betreffenden Einwendungen keine Bedeutung haben.

Geht man von der idealen Form der Pseudo-Durchwachsungszwillige aus, wie ich sie Figur 34 dargestellt habe, und erkennt man in einer Stellung das Tetraëder, in der anderen das Hexakistetraëder, so könnte man allerdings das Tetraëder für die eine, das Hexakistetraëder für die andere Stellung charakteristisch halten. In dieser Weise hat sich auch Herr GROTH ausgedrückt, ist aber dabei in ganz auffallende Widersprüche zu anderen Einwendungen gerathen. So betrachtet er doch den Fünflingskrystall von SARTORIUS VON WALTERSHAUSEN für tetraëdrisch und dann sind doch Tetraëderflächen in beiden Stellungen vorhanden; ebenso zeigt der von Herrn MARTIN (d. Band d. Zeitschr. pag. 521) beschriebene Krystall und alle diesem ähnliche das Oktaëder vollflächig. Ebenso wenig aber wie man dem Tetraëder nur eine Stellung zuweisen darf, ist dies mit dem Hexakistetraëder der Fall, spricht doch Herr GROTH selbst von 48-Flächnern, was doch nur auf der in der That richtigen Beobachtung beruhen kann, dass diese Form vollflächig auftritt und selbst bei den einzelnen Oktanten der Pseudozwillinge. Nehmen wir nun aber noch die gewölbten Hexakistetraëder vor, so zeigen diese auch nicht den geringsten Unterschied der Flächen in den abwechselnden Oktanten, die Wölbungen sind vollkommen die gleichen in allen Oktanten. Auch bei den hexaëdrischen Krystallen treten die Hexakisoktaëderflächen vollzählig auf und Herr GROTH hat gerade den Krystall aus der SELIGMANN'schen Sammlung abgebildet, welcher dies bei den einzelnen Individuen der Zwillinggruppe zeigt, er ist also auf diese Weise in einen unverkennbaren Widerspruch gerathen. An diesen fügt sich als ein weiteres Glied in der Kette der Widersprüche der bei dem von mir als hemimorph bezeichneten SELIGMANN'schen Krystall Figur 17 gemachte Einwand. Zunächst lässt die in den Krystall eingeschaltete Zwillinglamelle durchaus kein abweichendes Verhalten der den abwechselnden Oktanten angehörigen Flächen erkennen. Der Krystall stellt in 7 Oktanten genau die Ausbildung dar, wie sie der einen Hälfte eines spinellartigen Zwilling zukommt, der 8. Oktant (die hintere Seite) wird, wie ich ausdrücklich an drei verschiedenen Stellen gesagt habe, von Tetrakishexaëderflächen gebildet, während sie Herr GROTH einem „Hexakistetraëder“ zuweist. Selbst wenn es Hexakis-tetraëderflächen wären, was nach ihrer Beschaffenheit entschieden nicht der Fall ist, ist sein Einwand, dass ich nicht verrathen habe, wodurch sich die Hemimorphie von der Hemimétrie unterscheidet, hinfällig. Ich konnte gar nicht daran

denken, dass Jemand auf die Idee kommen könnte, einen Krystall für hemiëdrisch zu halten, welcher eine Verschiedenheit in der Form nur an den beiden Endpunkten „einer“ rhombödrischen Axe zeigt. Wie kann das Hemiëdrie sein, wenn sich dieser Unterschied noch dazu darin äusserst, dass an dem einen Ende eine holoëdrische Form, Tetrakishexaëder, an dem anderen dagegen eine Oktaëderfläche liegt. Mit demselben Recht könnte Herr GROTH Struvit, Kieselzinkerz für hemiëdrisch erklären. Herr GROTH tritt also in directen Widerspruch zu den allgemein anerkannten Begriffen von Hemiëdrie und Hemimorphie.

Auch in Bezug auf den Glanz habe ich nie einen Unterschied wahrgenommen und Herr K. MARTIN stellt einen solchen für seinen Krystall (l. c. Fig. 1) in einem Briefe an mich entschieden in Abrede.

Es bleibt also nur ein einziger Umstand übrig, welcher für die Hemiëdrie angeführt werden kann, nämlich die Ausbildung einzelner seltener Krystalle. Für tetraëdrische Ausbildung des Oktaëders sind nur 2 Fälle bekannt, der von Herrn K. MARTIN beschriebene Krystall und der Fünfling von SARTORIUS VON WALTERSHAUSEN. Der erstere zeigt genau dieselbe Schalenbildung, wie das Magneteisen von Traversella und im Berliner Museum befindet sich ein Krystall des letzteren, welcher auch eine ganz ähnliche Ausbildung zeigt.

Der Fünfling (Fig. 21) veranlasst Herrn GROTH zu einem eigenthümlichen Cirkel: um die hemiëdrische Ausbildung zu erklären, muss er eine Zwillingsverwachsung annehmen, welche, wie oben gezeigt, nicht vorkommt; um aber dieser Verwachsung als einer auf der Symmetrie beruhenden Zwillingsverwachsung Realität zu geben, muss er die hemiëdrische Natur des Diamanten als feststehend betrachten. Dass eine derartige Beweisführung ohne jegliche überzeugende Kraft ist, liegt auf der Hand. Wie misslich es ist, mit einem Krystall zu operiren, welchen man nie gesehen hat, ergiebt sich schon daraus, dass wir hier über mögliche Furchungen der Kanten nichts wissen, ferner nichts darüber, ob die grösseren Flächen von den kleineren physikalisch verschieden sind; und nur dann, wenn das erstere nicht, aber das letztere der Fall wäre, wäre man berechtigt, nach der Ausbildung von Hemiëdrie zu sprechen.

Der MARTIN'sche Krystall zeigt neben dem Oktaëder noch Triakistetraëder mit holoëdrischer Ausbildung, die Flächen sind componirte Flächen und der Bau ist derselbe, wie bei den gestreiften Dodekaëdern, welche bei einem Berliner Krystall sogar in ein wirkliches Deltoëder übergehen. Diese componirte Form erklärt sich also leicht daraus, dass der Bau

in den abwechselnden Oktanten stärker zum Ausdruck gelangte.

Dieselbe Erscheinung zeigen nun auch holoëdrische Krystalle; ein schaliges Tetraëder des Magneteisens von der Venediger Hütte, auf welches mich Herr WEBSKY gütigst aufmerksam machte, zeigt eine auffallende Aehnlichkeit mit den schaligen Blendetetraëdern von Freiberg. Beim Spinell ist die tetraëdrische Ausbildung gar keine Seltenheit, beim Gold hat HELMHACKER<sup>1)</sup> darauf hingewiesen.

Es bleiben nun nur noch die vereinzelt Hexakistetraëder zu erwähnen, welche von stark gewölbten Flächen begrenzt sind. Ich habe den Krystall (Figur 10) benutzt, um zu zeigen, wie holoëdrische und hemiëdrische Ausbildung zusammen vorkommen und das ist Thatsache.

Wenn Herr GROTH nun sagt, man könnte den Krystall so deuten, dass an der holoëdrischen Seite 2 Zwillingstücke angefügt sind, so ist dies eine Hypothese, welche er auf einen Krystall stützt, den er gar nicht gesehen hat. Gerade bei diesem Krystall habe ich keine Kantenkerbung wahrgenommen und nichts an seiner Ausbildung berechtigt, einen Zwilling anzunehmen. Für eine derartige Ausbildung fehlen auch bei den holoëdrischen Krystallen die Analogien nicht, ich habe im Kieler Museum einen Almandin-Krystall, welcher an der einen Oktaëderecke 2 Oktanten des Ikositetraëders stark ausgebildet zeigt, während die beiden vorderen fast ganz zurücktreten.

Die seltenen hemiëdrisch ausgebildeten Krystalle finden also in der Analogie mit holoëdrischen Krystallen ihre Erklärung, es ist mithin nicht richtig, wenn Herr GROTH sagt, sie blieben unerklärt.

Unter Tausenden von Diamantkrystallen habe ich meist kein einziges Hexakistetraëder gefunden; wie ganz anders verhalten sich dagegen die wirklich hemiëdrischen Mineralspecies, bei denen die überaus grosse Mehrzahl der Krystalle sich als hemiëdrisch erweist, und, wenn die Ausbildung keine hemiëdrische ist, so lässt der Bau die Hemiëdrie hervortreten, z. B. beim Würfelerz und der Wismuthblende.

Es fragt sich nun, ob bei den Krystallen mit gefurchten Kanten ein tetraëdrischer Bau, wie bei der Blende, nachweisbar ist, das heisst, ob der Bau der einzelnen Oktanten ein tetraëdrischer ist. Diese Frage muss man mit einem entschiedenen Nein beantworten. Alle Krystalle mit gefurchten Kanten lassen Schalen nur parallel den Begrenzungsflächen des Krystalls erkennen, aber, wie schon oben erwähnt, nie Schalen an den Furchen. So ist auch jede der tetraëdrischen

<sup>1)</sup> TSCHERNAK'S mineral. Mitth. 1877. pag. 1.

Ecken bei Figur 35 nur aus Schalen gebildet, welche einer Oktaëderfläche parallel gehen, was auch vollkommen dem holoëdrischen Kern entspricht. Auch der von Herrn MARTIN pag. 521 dieses Bandes der Zeitschrift beschriebene Krystall (Taf. XXI. Fig. 1) lässt nach einer brieflichen Mittheilung nicht den geringsten Unterschied in der Bauweise an den einzelnen Oktanten wahrnehmen.

Nun sind Krystalle mit gefurchten Kanten entschieden seltener als solche ohne Furchungen. Da man bei den Cap-Diamanten die unregelmässigen Knickungen der gewölbten Tetrakishexaëder- und Hexakisoktaëderflächen unmöglich auf Zwillingbildung zurückführen kann, so muss man annehmen, dass bei diesen, sowie bei den gewölbten Hexakistetraëdern aus Brasilien etc. die Zwillingfurchen durch spätere Auflagerung von Subindividuen verdeckt sind. Durch eine solche Annahme giebt man aber direct einen holoëdrischen Bau zu, da dies nur möglich ist durch einen gleichen Bau in allen Oktanten.

Ganz mit demselben Recht könnte man auch sämtliche Bleiglanz- und Magneteisenkrystalle für verkappte Zwillinge halten, da einzelne derselben Kantenfurchungen haben.

Die ganze Erscheinungsweise der grossen Mehrzahl der Diamantkrystalle ist eine entschieden holoëdrische, mit allen den eigenthümlichen Ausbildungsformen, wie sie nur einheitlichen Individuen eigen sind, öfter mit verschobenen Flächen, plattgedrückt, mit quadratischer, rhomboëdrischer Pseudosymmetrie, in letzterem Falle keulenförmige Gestalten etc.

Dass man auch sämtliche spinellartige Zwillinge für Doppelzwillinge halten müsste, ergibt sich daraus, dass bei ihnen alle Oktanten ein gleiches Aussehen haben, nur modificirt durch die Zwillingbildung.

Leiten wir nun nach dem Diamanten ein Gesetz für die Tetraëdrie ab, so kann dies nur lauten: „tetraëdrisch sind solche Mineralien, bei denen einzelne Krystalle eine tetraëdrische Ausbildung haben.“

Das Gesetz passt dann auf eine grosse Anzahl holoëdrischer Krystalle und ist auch von HELMHACKER (l. c.) beim Golde angewendet worden.

Wie ganz anders lautet dagegen das aus den unzweifelhaft hemiëdrischen Mineralien im 1. Abschnitt abgeleitete Gesetz. Während das erstere schon deshalb auf den Namen Gesetz keinen Anspruch machen kann, weil es sich nicht allgemein auf alle Krystalle erstreckt, so verdient das letztere im vollsten Sinne des Wortes diesen Namen, da es sich auf alle Krystalle einer Mineralspecies bezieht. Wir haben oben gesehen, dass ein wesentliches Kriterium für die Hemiëdrie bei allen Kry-

stallen eines tetraëdrischen Minerals vorhanden ist, sei es in der Formenentwicklung oder im Glanz und dem physikalischen Verhalten überhaupt, oder im Bau und dass auch die tetraëdrische Ausbildung nur in ganz seltenen Fällen fehlt.

Gerade dieses letzte Kriterium, welches z. B. beim Würfel erz zuweilen nicht vorhanden ist, ist das einzige, welches der Diamant bei einer verhältnissmässig geringen Anzahl von Krystallen aufweist und gerade dieses Kriterium zeigen auch andere unzweifelhaft holoëdrische Mineralspecies.

Will man nun an der hemiëdrischen Natur des Diamanten festhalten, so ist dies nur möglich, wenn man den auf physikalischer Grundlage beruhenden und allgemein anerkannten Satz verwirft:

„Die Tetraëdrie beruht auf einem polaren Gegensatz der Molekularaggregation in den abwechselnden Oktanten, ein Gegensatz, welcher eine verschiedene Formenentwicklung und Ausbildung, einen verschiedenen Bau und damit verbundene verschiedene physikalische Beschaffenheit der Flächen in beiden Stellungen zur Folge hat.“

---

Wenn ich schliesslich noch ausspreche, dass ich hiermit Herrn GROTH gegenüber die Polemik aufgebe, so veranlasst mich dazu das Verfahren des Herrn GROTH, für welches ich nur folgende bezeichnende Beispiele aus dem Voranstehenden anführe:

1. Das hintere Individuum des in Figur 17 meiner Abhandlung über den Diamant abgebildeten Diamantkrystalles zeigt eine Pyramide, welche ich als einem Tetrakishexaëder angehörig beschrieben habe (a. a. O. pag. 104, 107, 144). — Bei der Reproduction dieser Beschreibung des von Herrn GROTH in Figur 4 copirten Krystalles bezeichnet Herr GROTH (Cat. pag. 6. Z. 4 v. u.) jene Pyramide als einem Hexakistetraëder angehörig.

2. Auf pag. 125 und 126 meiner Abhandlung über den Diamant beschreibe ich den Schalenbau desselben und sage: dass zwei Fälle der seitlichen Begrenzung der Schalen möglich sind, „die man als holoëdrische und hemiëdrische Begrenzung unterscheiden kann.“ — Herr GROTH bemerkt (Cat. pag. 6) in einem durch gesperrten Druck ausgezeichneten Satze: „SADEBECK vermag also den Diamant nur dadurch zu einer holoëdrisch krystallisirenden

Substanz zu machen, dass er ihn aus hemiëdrisch krystallisirenden Schalen aufgebaut denkt!“

3. In meiner Abhandlung über die Blende (pag. 5 des Separ. - Abz.) habe ich ausdrücklich die Leitformen, d. s. gewisse Pyramiden-Tetraëder, als Hauptkriterien für die Erkennung der Stellung angegeben: „die besten und untrüglichsten Leiter sind die secundären Formen, die Pyramiden-Tetraëder.“ — Dagegen nimmt Herr GROTH bei der Besprechung der Blende von Alston Moor (Catalog pag. 23 und 29) den von mir a. a. O. als „trägerischen Führer“ bezeichneten Glanz, sowie die als schwankend hingestellte Ausbildung als Hauptkriterien, leitet daraus die Stellung des Pyramiden-Tetraëders

$$\frac{1}{2}(a : a : \frac{1}{3}a) = \frac{303}{2} \text{ ab und nennt dies ein Verfahren nach der „SADEBECK'schen Regel“.}$$

### Erklärung der Tafel XXII.

Figur 1. Blende von Kapnik mit Ikositetraëder  $(a : a : \frac{1}{3}a) = \frac{1}{3}o$  in 1. Stellung. S. 574. 585. 587.

Figur 2. Desgl. 2. Stellung herrschend mit  $(a : a : \frac{1}{2}a)' = \frac{1}{2}o'$ ,  $(a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a)' = s'$ , vicinalen Triakistetraëdern  $\mu'$ , Deltoëdern  $\nu'$  und Hexakistetraëdern  $\sigma'$ . S. 578. 580. 587.

Figur 3. Blende von Bottino bei Serravezza, 2. Stellung  $\frac{1}{2}o'$  mit vicinalem Hexakistetraëder und charakteristischem 2. Tetraëder; mit eingeschalteten Zwillinglamellen. S. 575. 585. 590.

Figur 4. Blende von Schemnitz, 1. Stellung, mit charakteristischem 1. Tetraëder. S. 579. 584.

Figur 5. Desgl. 2. Stellung mit herrschendem  $\frac{1}{2}o'$ . S. 575.

Figur 6. Desgl. 2. Stellung mit vicinalem Deltoëder  $mo'$  und eingeschalteten Zwillinglamellen. S. 575. 578. 579. 588.

Figur 7. Blende von St. Agnes, 1. Stellung  $(a : a : \frac{2}{7}a) = \frac{2}{7}o$  in Intermittenz mit 1. Tetraëder, letzteres wieder mit Dodekaëder. S. 574. 579. 584. 591.

Figur 8. Blende von Freiberg, 2. Tetraëder mit Subindividuen, welche von vicinalen Flächen begrenzt sind. S. 582. 594.

Figur 9. Desgl. 2. Stellung mit dem für diese Stellung charakteristischen Bau auf  $o'$  und  $d'$ , sowie  $\frac{2}{5}o' = (a : a : \frac{2}{5}a)'$ . S. 581. 585. 594.

Figur 10. Blende von Rodna mit von vicinalen Flächen begrenzten Subindividuen auf dem Hexaëder und 2. Tetraëder. S. 581. 584. 586. 590.

Figur 11. Blende von Harzgerode, 2. Stellung mit  $\frac{1}{2}o'$ ,  $\frac{2}{5}o$ , vicinalen, gewölbten Hexakistetraëdern. S. 575. 579. 585. 593.

Figur 12. Blende von Oberlahnstein, ähnlich der vorigen, aber mit  $mo'$ , das ist einer Fläche eines vicinalen Deltoëders; mit eingeschalteter Zwillinglamelle. S. 578. 579.

## Druckfehlerverzeichnis

für Band XXX.

- S. 29 Z. 12 v. o. ist ein „dem“ zu streichen.  
 - 31 - 9 v. o. lies: „unberücksichtigt“ statt unbedrücksichtigt.  
 - 32 - 20 v. u. - „Centro-“ statt Centra-.  
 - 36 - 20 v. o. - „war“ statt zwar.  
 - 37 - 23 v. u. ist „die“ zu streichen.  
 - 38 - 14 v. o. lies: „anzutreten“ statt anzutreteu.  
 - 38 - 15 v. o. - „Bezeichnungen“ statt Bezeichnung.  
 - 39 - 12 v. o. - „*Glenotremites*“ statt *Gelnotremites*.  
 - 39 - 15 v. u. - „mir“ statt mit.  
 - 44 - 15 v. u. ist „Mm.“ hinter die Zahlen einzufügen.  
 - 45 - 21 v. u. lies: „Nähten“ statt Näthen.  
 - 45 - 15 v. u. - „dem“ statt den.  
 - 51 - 3 v. o. - „punktförmiges“ statt punktförmiges.  
 - 51 - 8 v. o. - „Centralkanal“ statt Centalkanal.  
 - 52 - 2 v. o. - „kleinen“ statt feinen.  
 - 55 - 11 v. o. - „Centralkanäle“ statt Centralpole.  
 - 55 - 19 v. u. - „Niveau“ statt Nivean.  
 - 55 - 13 v. u. - „*crinus*“ statt *cvinus*.  
 - 57 - 18 v. u. - „Centralkanäle“ statt Centrakanäle.  
 - 59 - 17 v. o. - „zoo-“ statt geo-.  
 - 60 - 9 v. o. - „bietet“ statt bieten.  
 - 61 - 13 v. o. - „1876“ statt 1867.  
 - 65 - 2 v. u. - „Marsupiten-“ statt Masurpiten-.  
 - 568 - 4 v. o. - „holoëdrisch“ statt hemiëdrisch.  
 - 571 - 13 v. o. - „Borazit“ statt Bronzit.  
 - 572 - 20 v. o. - „Unterscheidungsmerkmale“ statt Unterscheidungsmaale.  
 - 574 - 28 v. o. - „es“ statt er.  
 - 574 - 9 v. u. - „beobachteten ersten Triakistetraëder“ statt beobachteten Triakistetraëder.  
 - 576 - 15 v. o. - „Stellung“ statt Strellung.  
 - 578 - 15 v. u. ist „dass“ zu streichen.  
 - 580 - 12 v. u. lies: „σ“ statt ζ.  
 - 580 - 11 v. u. - „ν“ statt γ.  
 - 582 - 18 v. u. ist „b.“ vor Was . . . zu setzen.  
 - 583 - 18 v. u. ist „c.“ vor Was . . . zu setzen.  
 - 586 - 23 v. o. lies: „abwechselnden“ statt abweichenden.  
 - 586 - 30 v. o. - „Ausdruck“ statt Ausdruck.  
 - 587 - 2 v. u. - „580“ statt 576.  
 - 590 - 14 v. o. - „herrschende Form“ statt herrsche Fndeorm.  
 - 590 - 17 v. o. ist „(s. vorn pag. 576)“ zu streichen.  
 - 594 - 24 v. o. lies: „begrenzte“ statt begrenzie.  
 - 602 - 23 v. o. - „Gebiet“ statt Gebit.  
 - 606 - 1 v. u. - „Welkenraedt“ statt Walkenried.

Fig. 1.

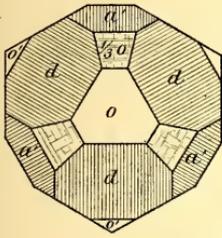


Fig. 2.

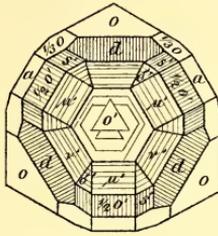


Fig. 3.

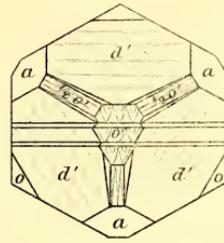


Fig. 4.

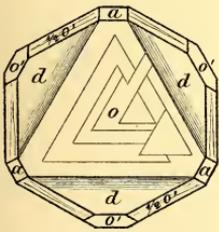


Fig. 5.

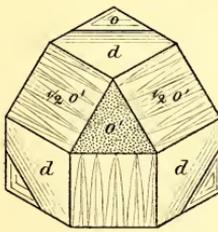


Fig. 6.

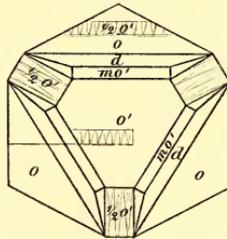


Fig. 7.

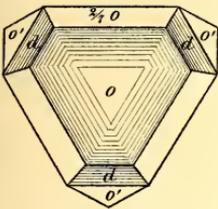


Fig. 8.

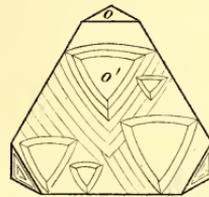


Fig. 9.

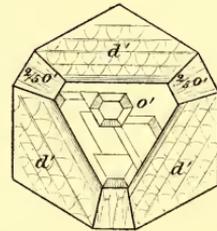


Fig. 10.

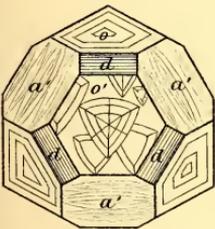


Fig. 11.

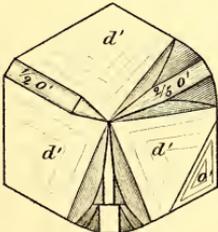
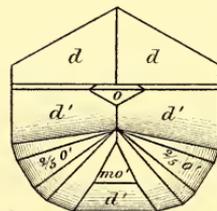


Fig. 12.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: [30](#)

Autor(en)/Author(s): Sadebeck Alexander

Artikel/Article: [Ueber geneigtflächige Hemiëdrie. 567-614](#)