

Über *Anomopteris Mougeoti*

von

Herrn Dr. Ch. E. Weiss

in Bonn.

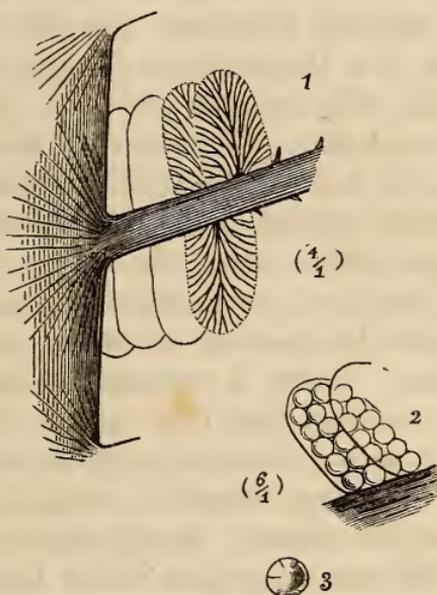
Über die Organisation von *Anomopteris Mougeoti* BRONGN., dieses merkwürdigen, dem oberen Buntsandstein, wie es scheint, eigenthümlichen Farn, haben besonders BRONGNIART (*histoire des végét. foss.* S. 258, Taf. 79 und 81), sowie SCHIMPER (*monographie des plantes foss. du grès bigarré de la chaîne des Vosges*, S. 70, Taf. 34) Untersuchungen anzustellen Gelegenheit gehabt. Die Resultate beider Forscher weichen indessen nicht unbedeutend von einander ab, was in dem meist unvollkommenen Erhaltungszustande im Sandstein bei grosser Feinheit der Organisation im Detail begründet ist, und da man weder über die Art der Fructification (trotzdem fast alle Exemplare, welche gefunden werden, fertile sind), noch über die Nervation etwas Bestimmtes auszumachen im Stande war, so ist in Folge dessen die Stellung des Farn noch sehr zweifelhaft geblieben. — Seit einigen Jahren bin ich im Besitz eines Exemplares, welches in beiden Beziehungen die bestehende Unsicherheit einzuschränken geeignet ist und wovon ich in Fig. 1—3 einige Theile vergrössert gezeichnet habe.

Das Fiederstück gehört wohl dem mittleren Theile eines Wedels an, es ist als Abdruck in einem feinen, grünlichweissen Schieferletten erhalten, welcher in einzelnen Lagen den sogenannten Voltziensandstein, d. i. einen schönen Bausandstein des oberen linksrheinischen Buntsandsteins, in welchem sich zuerst organische Reste merklich machen, in einem Steinbruche bei Felsberg unweit Saarlouis, durchzieht. *Estheria minuta* kommt in denselben

Schichten vor. Die Erhaltung des vorliegenden Stückes ist der Art, dass man den Abdruck der Unterseite vor sich hat und sich aus den einzelnen Stellen das ganze Bild ziemlich vollständig reconstruiren kann. Auf diese Weise sind auch die beigegebenen Zeichnungen entworfen, jedoch der Deutlichkeit halber die Nervation nur an 3 Blättchen wiedergegeben.

Die Hauptspindel des Wedels ist an dem Stücke 7—8 Millimeter breit, die Nebenspindeln 1,3—1,5 Mill. und stehen 4—5 Mill. von einander ab. Die Länge derselben oder der Fiedern ist nicht bestimmbar, da sie unvollständig, nur bis zu 8 Centim. erhalten sind. Die daran sitzenden Fiederchen sind 3 Mill. lang und 2 Mill. breit. Die Hauptspindel zeigt die sonst vorhandene, tiefe, mittlere Furche kaum, dagegen am Anfang der Nebenspindeln jene fächerförmig ausstrahlenden runzligen Linien sehr schön, welche SCHIMPER von Schuppen oder von Haaren herrührend annimmt. Die Nebenspindeln sind deutlich längsgestreift. An ihnen sitzen die kleinen, ovalen, sehr stumpfen Fiederblättchen sehr gedrängt und dachziegelig sich deckend, so dass der Rand des einen Blättchens noch ein wenig über die Mitte des vorhergehenden reicht und man so meist nur die nach der Hauptspindel zugewendete (innere) Hälfte zu sehen bekommt (Fig. 1), die durch aufliegende thonige Gesteinsmasse noch mehr sich verbergen kann. Um Form und Nervation der Fiederchen kennen zu lernen, muss man daher einzelne Blättchen mit der Nadel blosszulegen suchen. Die Fiedern decken sich ebenfalls zum Theil, indem diejenigen der unteren Fiedern etwas über jene der oberen herübergreifen. Es lässt sich nicht direct feststellen, ob die Fiederchen mit ganzer oder nur mit einem geringen Theile der Basis an ihrer Spindel angewachsen waren, doch geht aus dem Übrigen als sehr wahrscheinlich hervor, dass das Letztere der Fall gewesen sein wird. Hiefür spricht nämlich einmal der Umstand, dass sie etwas breiter waren als der doppelte Abstand der kurzen Mittelnerven, sowie dass sie sich später beim Fructificiren zurückschlügen, wovon unten. Die der Hauptspindel näher gelegenen Fiederchen zeigen, weil sie steril sind, die Nervation am besten; die entfernter liegenden fertilen lassen davon nichts erkennen, nur hie und da sieht man noch zwischen ihnen eine Spur von Nerven.

Die sterilen, der Hauptspindel genäherten Fiederchen stehen auf der vorderen Seite fast senkrecht von der Nebenspindel ab, auf der hinteren Seite biegen sie sich etwas zurück. — Die Nervation steht am nächsten der von Neuropteriden mit Annäherung an die von Odontopteriden. Nur am Grunde nämlich ist ein äusserst kurzer Mittelnerv zu bemerken, welcher sich sehr bald auflöst oder auch kaum zu erkennen ist. Wenn die Fiederchen abfallen, bleibt oft die Spindel von dem kurzen Mittelnerven besetzt und erscheint dadurch wie gezähnt (s. Fig. 1). Die



Nerven entspringen und theilen sich sehr spitzwinklig, wie bei den meisten älteren Neuropteriden; sie gabeln sich 1—2mal, verlaufen bogig nach aussen ausstrahlend bis zum Rande und sind verhältnissmässig zahlreich. Nicht alle entspringen aus einem Punkte, sondern einzelne neben den kurzen Mittelnerven aus der Spindel, wodurch eben die Verwandtschaft mit Odontopteriden hervorgerufen wird.

BRONGNIART, indem er noch die Fiedern als ungetheilt betrachtete und daher als Fiederchen bezeichnete, sagte über die Nerven Folgendes: „elles (les pinnules) sont traversées par une nervure moyenne très-marquée d'où naissent des nervures laté-

rales simples, perpendiculaires à la nervure moyenne, assez marquées, courbées de manière à présenter leur concavité vers la base des pinnules etc.“ Es lagen ihm also weniger deutliche Exemplare vor, als über welche SCHIMPER und MOUGEOT verfügten, welche die doppelte Fiederung bereits erkannten, obschon sie über die Nervation noch nichts feststellen konnten.

Die von der Rhachis entfernter stehenden Fiederchen sind fruchttragend und kündigung sich, wie immer, schon dadurch äusserlich an, dass sie merklich zurückgeschlagen sind; ihre Form ist aber dieselbe wie die der übrigen. Der Modus der Fructification ist an unserem Exemplare ebenfalls deutlich und in Fig. 2 dargestellt. Die Unterseite ist nämlich von runden kleinen Fruchthäufchen völlig bedeckt, welche im Abdruck natürlich als Vertiefungen erscheinen. Es scheinen 4 Reihen solcher Sori gewesen zu sein, da man auf der Hälfte des Blattes, welche man gewöhnlich nur sieht, deutlich 2 Reihen beobachtet. Beim Blosslegen der anderen Hälfte waren die übrigen Reihen weniger deutlich, so dass man auch wohl mehrere vor sich haben könnte. Sechs Fruchthäufchen kommen auf eine Reihe, wenigstens in der Mitte des Blättchens. In Fig. 2 verdeckt das eine Blättchen die Fruchthäufchen des andern zum Theil, welche jedoch angedeutet wurden, dabei ist auch gewöhnlich noch etwas Gestein an der Spitze des oberen Blättchens befindlich, wodurch die Form leicht missverstanden werden könnte. Die Oberfläche der Fruchthäufchen erscheint glatt, nur an wenigen Stellen bemerke ich Fruchthäufchen wie Fig. 3 mit Andeutungen radialer Falten, welche an *Asterocarpus* erinnern; doch ist die Erscheinung zu undeutlich, um Gewicht darauf zu legen.

Manchmal ist das unterste Fruchthäufchen, welches an der der Hauptspindel zugekehrten Seite steht, tiefer und stärker ausgeprägt als die übrigen, wie auch Fig. 3 zeigt. Es scheint, dass dieses sich zuerst bildete und eine Zeit lang allein deutlich blieb, während die Blättchen noch nicht zurückgeschlagen waren. Dadurch würde sich die Beobachtung von SCHIMPER erklären, welcher bei den unfruchtbaren Fiederchen an dieser Stelle ein rundes Knötchen angibt und zeichnet und dasselbe für den Abdruck einer Schuppe, vielleicht auch eines Büschels von Haaren hält. BRONGNIART sah dieselben runden Körper, nur nach seinen Fi-

guren etwas höher stehend und deutete sie schon als Fruchthäufchen, indem er glaubte, dass dieselben sich im späteren reiferen Entwicklungszustande linear ausdehnten und so an der Spitze der Fiedern ein gänzlich verschiedenes Aussehen bewirkten. — Kleine braune Körnchen auf diesen Fiederchen machen den Eindruck von Sporenkapseln, indessen scheinen sie Brauneisenstein zu sein, die mikroskopische Untersuchung gab keinen Aufschluss.

Nach dem Vorstehenden wirft sich nun die Frage auf, welche Stellung in der Reihe der fossilen Farne man der Gattung *Anomopteris* anzuweisen habe. Die Nervation ist wenig von der einer Neuropteride abweichend, die Fructification dagegen eine solche, welche einige als *Stichopteris* bezeichnete Farne der Steinkohlenformation und des Rothliegenden besitzen. Diese Gattung umfasst bereits Farne vom Nerventypus der Pecopteriden wie der Neuropteriden, obschon nicht zu läugnen ist, dass letztere etwas zweifelhaft sind. Namentlich ist hier *Stichopteris longifolia* (= *Pecopt. longifolia* BRONGN. incl. *Diplacites emarginatus* GÖPP., s. meine fossile Flora der jüngst. Steinkohlenform. etc. S. 97, Taf. 9) wegen der Stellung der Sori zum Vergleich heranzuziehen, so sehr auch beide Formen im Übrigen von einander abweichen. — Unter den jüngeren fossilen Farnen können z. B. *Acrostichites Göppertianus* und *princeps* (SCHENK, fossile Pflanzen der Grenzsichten des Keupers und Lias Frankens, Taf. 7) oder auch *Dichopteris obtusiloba* SCHENK (l. c. Taf. 28) verglichen werden. Eine Vereinigung einzelner oder aller genannten Farne unter derselben Gattung ist bei ihrem sonst total verschiedenen Habitus nicht ausführbar; es kann also die allein bekannte Fruchtstellung für ihre Systematik nicht entscheiden, sondern man wird selbst für die in dieser Beziehung am nächsten stehende *Stich. longifolia* der übrigen Organisation so weit Rechnung zu tragen haben, um danach besondere Gattungen festzuhalten. Interessant dürfte es aber immerhin sein, die Gattung *Anomopteris* jetzt in weniger isolirter Stellung zu erblicken, als dieselbe bisher erschien.

Die zu entwerfende Gattungs- und Art-Diagnose würde demnach folgendermaassen lauten:

Anomopteris Mougeoti. Frons maxima tripedali et major, bipinnata. Rhachis primaria valida profunde sulcata.

Pinnae confertae elongatae lineales pinnatae patentés, rhachi secundaria striata, basi pilorum fasciculo ornata. Pinnulae perbreves imbricatae ovatae tota fere basi insertae; steriles inferiores sub angulo recto distantes vel paullo deflexae, fertiles superiores magis reflexae. Nervus medius vix notatus, nervi secundarii contigui, sublabellati atque arcuati, sub angulo obliquo exorientes, semel vel bis furcati, singuli e rhachi egredientes. Fructificatio punctiformis quadriserialis, sori rotundi contigui.

Zuletzt will ich noch hinzufügen, dass ebenso, wie BRONGNIART aus einem Steinbruche von Heiligenberg, Elsass, einen Farnstamm mit ansitzenden Wedelstielen auf *Anomopteris Mougeoti* bezieht, weil dort ein anderer Farn nicht gefunden worden ist, man dasselbe auf einen ähnlichen Fund anwenden kann, welchen ich nördlich von Saarlouis in einem Steinbruche bei Siersdorf machte, wo ich ebenfalls die Spitze eines Farnstammes mit noch ansitzenden, bis 24 Centimeter langen, unten doch nur 17 Millim. breiten, vollkommen nackten Stielen auffand. Eine andere Farnspecies ist auch in dieser Gegend bisher nicht entdeckt worden.

Beobachtungen und Bemerkungen über das Wachsthum der Krystalle

von

Herrn Dr. Friedrich Klocke.

(Mit Taf. VI.)

I.

Wenn von Beobachtungen über das Wachsthum der Krystalle überhaupt die Rede sein kann, so ist diess nur möglich in Bezug auf die Vergrösserung bereits vorhandener, in allen ihren Eigenschaften fertig gebildeter Krystalle, durch Anlagerung von neuer Menge der Substanz. Denn die Art der Entstehung der Krystalle wird wohl für immer unserer directen Beobachtung entzogen bleiben, da diess ein momentaner Act zu sein scheint, über welchen auch die feinsten mikroskopischen Untersuchungen krystallisirender Lösungen nichts Anderes festzustellen vermögen, als dass die eben noch vollkommen klare Lösung plötzlich dem Auge fertige Krystalle darbietet, die sich in nichts von den Krystallen gewöhnlicher Grösse unterscheiden, als in ihren Dimensionen. Die so entstandenen Krystalle vergrössern sich nun, aber wie sie sich vergrössern, darüber geben uns auch die mikroskopischen Untersuchungen keinen Aufschluss, denn auch sie vermögen ja nicht, die kleinsten Theilchen und ihre Bewegung sichtbar zu machen. Wir kennen also keine verschiedenen Entwicklungsstufen des Krystalls, und sind somit genöthigt, ihn ein für allemal als fertig gegebenes, abgeschlossenes Ganze hinzunehmen, an dessen Form wir wohl unsere morphologischen und mathematischen Betrachtungen anlehnen können, dessen Wachsen

und Werden, oder sagen wir mit einem Wort, dessen eigentliche Structur uns unbekannt ist, und nur auf dem Wege der Speculation erschlossen werden kann, deren sichere Grundlagen zu erlangen eines der Ziele der neueren Bestrebungen der Krystallphysik ist.

Eine Art von Erscheinungen aber bietet sich der Beobachtung dar, welche dennoch, wenn auch nur bis zu einem gewissen Grade, einen Schluss auf die Art der Vergrösserung der Krystalle erlaubt. Es kommen nämlich solche vor, welche mehr oder weniger deutlich zeigen, dass sie aus einer grossen Anzahl kleinerer Krystalle aufgebaut sind, die sog. polysynthetischen Krystalle. Könnte man nun die Art und Weise, wie sich die kleineren Krystalle zu einem grösseren aneinandergereiht haben, in Erfahrung bringen, so würde damit allerdings etwas über das Wachsthum der Krystalle erkannt sein. Allein wenn auch einzelne Fälle vorkommen, in denen sich der Krystall als deutliches Aggregat von Individuen darstellt, oder diess an Stellen gestörter Bildung klar wird, so muss doch hier die Frage aufgeworfen werden: kann man denn einen Krystall, wo solche einzelne Individuen nicht mehr zu sehen sind, auch als ein Aggregat solcher auffassen? Denn nur in diesem Falle würde es erlaubt sein, von den angedeuteten ausnahmsweisen Bildungen auf das Wachsthum der Krystalle im Allgemeinen zu schliessen. Allein ich glaube, dass sich diese Frage insofern bejahend beantworten lässt, als die Aggregation von Individuen zu einem grösseren Krystall nicht so sehr eine Ausnahme ist, als diess vielleicht auf den ersten Blick erscheinen könnte. Bei der Mehrzahl der Krystalle treten uns nämlich Erscheinungen entgegen, welche einer derartigen Deutung entschieden günstig sind. Ich meine die drusige Ausbildung der Flächen, die Rauheit derselben, welche ja in vielen Fällen nur das Drusige in kleinerem Format darstellt, besonders auch die Streifungen und andere mannigfaltige Zeichnungen auf den Flächen, die zerfaserte Endausbildung, d. h. die Erscheinung, dass ein Krystall an einem seiner Enden in viele kleinere ausgeht, das Hervorragen einzelner parallel gestellter kleinerer Krystalle über die Flächen des grösseren, die convexe Krümmung oder das Eingefallensein mancher Flächen, endlich die Polyedrie. Wenn wir alle diese Erscheinungen auf

Rechnung der Aggregation schreiben, — und sie fordern diess für ihre Erklärung — so erscheint jene durchaus nicht mehr als eine seltene Ausnahme, sondern ist dann im Gegentheil so häufig, dass auf eine Zusammensetzung der Krystalle aus einzelnen Individuen ganz allgemein geschlossen werden kann. Diess ist auch bereits mehrfach ausgesprochen worden; z. B. sagt v. KOBELL * hierüber, bei Gelegenheit der Besprechnug der Unvollkommenheiten der Krystallflächen:

„Diese Unregelmässigkeiten erklären sich aus der Art, wie die Krystalle überhaupt sich bilden. Es geschieht ihre Vergrösserung, wie die Vergrösserung einer Mauer, die man aufbaut, nämlich durch Zusatz von Aussen, und es ist ein grosser Krystall immer aus unendlich vielen kleinen zusammengesetzt.“

Diese kleinen Krystalle, welche den Aufbau bewirken, sind — mit Ausnahme der zwillingsartigen Verwachsungen — einander-parallel gestellt. Ihr Parallelismus ist jedoch meist kein absoluter, und hierdurch wird eine Erscheinung hervorgerufen, welche selbst bei denjenigen Krystallen, deren Flächen anscheinend vollkommen glatt und glänzend ausgebildet sind, und keinerlei Hervorragungen oder Zeichnungen mehr erkennen lassen, auf eine Aggregation von Individuen hinweist. Es ist diess nämlich die Thatsache, dass auch bei solchen vollkommenen Krystallen mehrere Bilder reflectirt werden, wenn man die Neigung ihrer Flächen an einem Reflexions-Goniometer unter Anwendung eines Fernrohrs messen will; eine Erscheinung, die nicht statthaben dürfte, wenn der fragliche Krystall absolut ein Individuum wäre, dessen Flächen ja nur ein Bild des spiegelnden Gegenstandes erzeugen könnten. v. KOKSCHAROW ** spricht sich in dieser Hinsicht folgendermassen aus:

„Auch muss man nicht aus dem Auge lassen, dass die Krystalle bei ihrer Entstehung verschiedenartigen Hindernissen begegnen und vorzüglich, dass ihre Bildung dem Gesetze der Aggregation unterworfen ist. In der That,

* Die Mineralogie, leicht fasslich dargestellt. Leipzig, 1858. S. 33.

** Vorlesungen über Mineralogie. St. Petersburg, 1865. S. 184—185

„unter der grossen Masse sogenannter einzelner Krystalle,
 „die die Mineralogen gewohnt sind täglich zu sehen, findet
 „sich vielleicht kein einziger, den man mit allem Recht als
 „einen wirklich einzelnen Krystall, d. h. als ein wahres In-
 „dividuum betrachten könnte. Fast alle unsere einzelnen
 „Krystalle sind eigentlich Aggregate, denn jeder sogenannte
 „einzelne Krystall besteht aus einer grossen Anzahl neben
 „einander liegender Individuen, die entweder genau oder
 „ungefähr in paralleler Stellung zusammengeschmolzen
 „sind dass nicht nur allein die etwas grösseren
 „Krystalle dieser Aggregation unterworfen sind, sondern
 „dass auch die ganz kleinen und die fast mikroskopisch
 „kleinen mit vollkommen spiegelnden Flächen dieselbe Ei-
 „genschaft besitzen, beweist uns schon eine Thatsache, die
 „Allen bekannt ist, welche sich mit Krystallmessungen be-
 „schäftigen, nämlich: wenn irgend eine Krystallfläche durch
 „Reflexion dem blossen Auge nur ein Bild eines Gegen-
 „standes zeigt und daher als ein vollkommener Spiegel er-
 „scheint, so wird dagegen dieselbe, bei Anwendung eines
 „vergrössernden Fernrohrs, eine grosse Anzahl von Bildern
 „zeigen. Diess beweist uns also ganz klar, dass der Kry-
 „stall selbst aus einer grossen Anzahl kleiner Krystalle,
 „deren gleichwerthige Flächen nicht vollkommen in dieselbe
 „Ebene fallen, besteht.“ *

Demnach würden wir nur in den allerseltensten Fällen es mit absoluten Individuen zu thun haben, und es ist daher gewiss gestattet, wenn der Aufbau aus kleinen Individuen an einigen Krystallen einer Species direct beobachtet werden konnte, den Schluss ähnlicher Bildung auch auf diejenigen Krystalle dieser Species zu übertragen, an denen die Erscheinung der Aggregation nicht mehr deutlich, d. h. durch gesondertes Hervortreten der aufbauenden Krystalle, zu bemerken ist. Gestützt wird diese Ansicht auch durch die von LEYDOLT in die Wissenschaft eingeführte Methode des Ätzens der Krystalle, durch welche wir in den Stand gesetzt sind, auf den glatten Flächen den Zustand

* Die hervorgehobenen Worte sind die auch im Original durch den Druck ausgezeichneten.

deutlicher Drusigkeit hervorzurufen, und mithin den Aufbau des Krystalls aus kleinen Individuen sichtbar zu machen.*

Setzen wir nun den Fall, dass ein Krystall direct als deutliches Aggregat kleinerer Krystalle erscheine, oder doch wenigstens durch die Methode der langsamen und geringen Auflösung als solches erkannt werden könne, so ist mit diesem Einblick in seine Structur doch in vielen Fällen noch keine Kenntniss seines Wachsthums erreicht, da es hierfür darauf ankommt, die Reihenfolge zu kennen, in welcher die einzelnen Lamellen sich aneinander gelegt haben. Denn dieselbe Gruppierung von Krystallen kann mitunter auf verschiedenem Wege herbeigeführt sein. Die Vorkommnisse der Natur bieten uns nur das Endproduct der Bildung, und nur in wenigen Fällen gestattet das Auffinden in verschiedenem Grade gestörter Bildungen einige Vermuthungen zu hegen, in welcher Weise dieses Endproduct erreicht worden ist. Sichere Schlüsse werden wir nur dann zu ziehen vermögen, wenn wir die Aneinanderlagerung der Lamellen zu verschiedenen Zeiten und auf verschiedenen Stufen direct beobachten können, und diess ist nur möglich durch Beobachtungen an denjenigen Krystallen, deren Bildung wir leicht hervorrufen und überwachen können — den sogenannten künstlichen Krystallen! Die auf diesem Wege gewonnenen Resultate wird man dann unbedenklich auf die in der Natur vorkommenden Krystalle über-

* Mit der Betrachtungsweise der Krystalle als Aggregat parallel gestellter kleiner Individuen braucht man durchaus nicht den Begriff der Individualität des Krystalls selbst aufzugeben. Man darf doch wohl nicht jede kleine Lamelle, welche sich dem Krystall bei seinem Wachsthum anlegt, als gesondert für sich bestehendes Individuum auffassen, obgleich sie ihren besonderen Anziehungsmittelpunct besitzen muss, sondern ist gewiss berechtigt, erst ihrer vereinigten Gesammtheit die Individualität beizumessen. Ich kann nicht umhin an dieser Stelle auf NAUMANN'S Ausspruch hinzuweisen: „Die Aggregation von Individuen mit durchgängigem Parallelismus der Axen sowohl als der Flächen kommt in der Natur sehr häufig vor, und hat unter anderen interessanten Erscheinungen besonders die vielfach zusammengesetzten oder polysynthetischen Krystalle zur Folge, welche durch die Gruppierung sehr vieler, in paralleler Stellung befindlicher Individuen entstehen, die sich gleichsam mit Aufopferung ihrer singulären Selbstständigkeit zu einem individualisirten Ganzen vereinigen.“ (Lehrbuch der reinen und angewandten Krystallographie. Leipzig, 1830. 2. Band. S. 199—200.

tragen dürfen, denn dass der Bildungsgang beider Arten der nämliche ist, wird wohl von Niemanden mehr angezweifelt. Aber noch mehr: Bei der Beobachtung der künstlichen Krystalle kennen wir nicht allein die Umstände, unter denen sie wachsen, — die Temperatur der Mutterlauge, ihre Zusammensetzung, ihre Verunreinigungen, die Geschwindigkeit des Wachsens, die Lage des Krystalls in der Lauge — sondern wir haben es auch in der Hand, diese Umstände auf das Mannigfaltigste zu verändern, und können dann beobachten, ob und welche Einflüsse solche Veränderungen auf das Wachstum der Krystalle ausüben werden. Hat sich aber einmal eine Beziehung zwischen den bei dem Wachstum herrschenden Verhältnissen und der Art der Ausbildung der Krystalle feststellen lassen, und hat man durch Vergleichung der hervorgebrachten und der in der Natur vorkommenden Erscheinungen sich eine Ansicht über das Wachstum auch der natürlichen Krystalle bilden können, so wird man dann in manchen Fällen auf die Umstände zurück schliessen können, denen die letzteren ihr Dasein verdanken, was für den Mineralogen sowohl als auch für den Geologen von Interesse und Bedeutung sein würde.

In wie weit dieses Ziel erreichbar ist, muss freilich noch dahingestellt bleiben; Einiges ist ja bereits in dieser Richtung erzielt worden. Man kann sich jedoch nicht verhehlen, dass derartige Untersuchungen nicht allein mühsam, sondern auch äusserst langwierig sind, indem das Wachstum selbst der künstlichen Krystalle, im Verhältniss zur Zeit unseres Experimentirens, doch ein recht langsames ist, und indem erst eine grössere Zahl von unter verschiedenen Verhältnissen angestellten Beobachtungen zu irgendwelchem Schlusse berechtigen kann. Übrigens ist auf diesem Wege der Beobachtung künstlicher Krystalle, und besonders deren gestörter Bildungen, schon vor langer Zeit hingewiesen worden, wie aus den Worten HAUSMANN'S * ersichtlich, mit denen ich die vorstehende Einleitung schliessen will: „Wenn nun nicht
 „geläugnet werden kann, dass die unvollendeten Krystalli-
 „sationen ganz besonders geeignet sind, Aufschlüsse über

* Untersuchungen über die Formen der leblosen Natur. Göttingen, 1821. S. 633.

„die allmähliche Ausbildung der Krystalle zu ertheilen;
 „wenn wir ferner die Überzeugung gewinnen, dass die Ge-
 „setze, denen die Kräfte gehorchen, bei unseren Darstellun-
 „gen im Kleinen — bei denen wir ja die Wirkungen der
 „Naturkräfte nur benutzen und auf gewisse Weise leiten,
 „nicht aber modificiren — im Wesentlichen dieselben sind,
 „wie da, wo die Natur, sich ganz selbst überlassen, im Gros-
 „sen wirkt; so müssen wir auch zugeben, dass wir die Be-
 „obachtungen über unvollendete Krystallgebilde, die uns in
 „unseren Laboratorien nicht selten dargeboten werden, be-
 „nutzen dürfen, um zu einer vollständigeren und tie-
 „fer eindringenden Kunde von dem Gange, den die
 „Natur bei der Ausbildung der Krystalle nimmt,
 „zu gelangen.“

Alaun.

Die Alaune, welche so leicht in schönen Krystallen zu erhalten sind, und aus diesem Grunde schon zu mannigfachen Untersuchungen gedient haben, liefern auch für gegenwärtige Beobachtungen ein sehr geeignetes Material. In Nachstehendem ist unter Alaun, sobald es nicht ausdrücklich anders bemerkt ist, der gewöhnliche Kali-Thonerde-Alaun verstanden.

Hängt man ein Alaun-Octaeder so in einem kleinen engen, aber hohen Gefässe auf, dass eine rhombische Zwischenaxe des Octaeders senkrecht zu stehen kommt, und der Krystall nahe dem Boden des Gefässes schwebt, gibt in dasselbe das 6—8fache Volumen des Krystalls einer Alaun-Lösung, welche bei einer Temperatur, die diejenige des Zimmers nur um einige Grade übersteigt, gesättigt ist, und überlässt dann die Vorrichtung 12—24 Stunden lang bei sich gleichbleibender oder mässig sinkender Temperatur der Umgebung der Ruhe, so zeigt der herausgenommene Krystall auf der Mehrzahl seiner Flächen eine Zeichnung, welche im Allgemeinen eine federartige genannt werden kann. Bei der erwähnten Lage des Krystalls ist diese Zeichnung am deutlichsten und einfachsten auf denjenigen beiden Flächen, welche in der untersten Kante zusammenstossen, und wir wollen zunächst diese näher in's Auge fassen, um uns mit den

Grundzügen der zu untersuchenden Erscheinungen bekannt zu machen.

Man findet nun auf jeder dieser Flächen eine Anzahl Linien, welche senkrecht auf der untersten Kante stehen, zwischen denen eine feine federartige Streifung auftritt, die den anderen beiden Kanten der betreffenden Flächen parallel ist. Fig. 1, Taf. VI ist eine Skizze einer solchen Fläche, wobei aber bemerkt werden muss, dass die Streifung meist sehr viel feiner ist, als diess in der Figur wiedergegeben wurde, und dass sie sich in der Mehrzahl der Fälle nicht bis ganz an den unteren Rand erstreckt, sondern die Fläche dicht an dieser Kante meist glatt ausgebildet ist. Im günstigen Falle kann man aber die Streifung über die ganze Ausdehnung der Fläche wirklich beobachten. Bei näherer Betrachtung ergibt sich nun, dass die Linien, zwischen denen die Streifungen liegen, an der unteren Kante etwas höher sind, und nach den Spitzen der Flächen zu abfallen, und dass jedes dieser zwischen zwei der senkrechten Linien liegende Streifensystem ein System dünner Lamellen ist, welche von der Spitze der Fläche nach der gegenüberliegenden Kante treppenartig ansteigen. Somit erkennt man, dass die auf der Kante senkrecht stehenden Linien nur zur Hälfte wirklich vorhanden sind, nämlich nur derjenige Theil, welcher durch das seitliche Zusammenstossen je zweier solcher treppenförmiger Lamellensysteme gebildet wird, während die dazwischenliegenden Linien, welche die Spitzen der Lamellen durchschneiden, nur scheinbar vorhanden sind, indem meist die einzelnen Lamellen nur so wenig unter einander hervortreten, dass deren Spitzen eine ununterbrochene, von der Kante zur gegenüberliegenden Spitze der Fläche etwas absteigende Linie zu bilden scheinen. Durch das ganz enge Übereinanderliegen der Lamellen gewinnt mitunter, wie es z. B. am Chrom-Alaun oft vorkommt, ein solches System den Anschein, als bestände es nur aus zwei lang gestreckten Flächen, die durch ihr Zusammenstossen in der Mitte eine mehr oder weniger steil gegen die Fläche des grossen Krystalls abfallende Kante bildeten. Diese Scheinflächen spiegeln sogar in manchen Fällen; mit einer scharfen Lupe gelingt es aber bei günstiger Beleuchtung in einigen Richtungen die Streifungen auf ihnen zu sehen, und ihren

treppenartigen Charakter festzustellen*. Da wo die Stufen aber eine merkliche Breite besitzen, lassen die einzelnen Lamellen durch den Parallelismus der Begrenzungslinien ihrer freien Spitzen mit 2 Kanten der Fläche, welcher sie aufliegen, einen Schluss auf ihre Form zu. Kann man dazu diejenige Reihe der Lamellen, welche unmittelbar jener unteren Kante anliegt, beobachten, so ergibt sich ihr Umriss als ein gleichseitiges Dreieck, und man kann daher jede von diesen Lamellen als ein nach einer trigonalen Zwischenaxe stark verkürztes Octaeder auffassen. Allein sämtliche übrige Lamellen müssen noch eine etwas andere Form besitzen, wenn durch ihren treppenförmigen Aufbau keine leeren Zwischenräume entstehen sollen, die doch nicht vorhanden sind. Die nachstehende Entwicklung soll nun zeigen, dass die Form auch der nicht unmittelbar an der unteren Kante liegenden Lamellen die eines nach einer trigonalen Zwischenaxe verkürzten Octaeders ist, welches aber nach einer Richtung in die Länge gezogen erscheint, weil sich die Lamellen bei ihrem Wachsthum an allseitig gleichmässiger Ausdehnung gegenseitig hindern.

Um den Vorgang zu entwickeln muss ich zuvörderst daran erinnern, dass das Wachsthum eines Krystalls in seiner sich allmählich abkühlenden oder durch Verdunstung concentrirenden Lösung kein stetig, sondern ein ruckweise vor sich gehendes ist. Die Lösung gelangt durch eine geringe Temperatur-Erniedrigung in einen Zustand der Übersättigung. Da wo sie nun den Krystall berührt, scheidet sich diejenige Menge Substanz auf ihm ab, welche der Übersättigung der Lösung an dieser Stelle entsprach. Blicke nun die Lösung vollständig in Ruhe, so würde der Krystall nicht weiter wachsen können, allein diess ist nicht der Fall, sondern durch den Absatz der die Übersättigung bewirkenden Menge der Substanz auf den Krystall wird seine nächste Umgebung specifisch etwas leichter, wird vielleicht

* Die in Rede stehenden, und noch mehr die weiter unten zu besprechenden Zeichnungen sind stellenweise so zart, dass es mitunter nicht gleich gelingt, selbst mit einer guten Lupe sie bei zerstreutem Tageslicht aufzufinden. Am besten habe ich dieselben in allen Fällen sehen können, wenn ich die fragliche Fläche im dunklen Zimmer nahe an einer Lampen- oder Kerzenflamme untersuchte; nach einigem Hin- und Herwenden des Krystalls traten dann die Streifungen immer deutlich hervor.

auch durch die bei dem Übergang in den festen Zustand frei werdende kleine Wärmemenge ein wenig erwärmt, und muss somit in die Höhe steigen, den schwereren Schichten der Lauge Platz machend, die nun ihrerseits, noch übersättigt, an den Krystall wieder Substanz absetzen, und dadurch leichter geworden, ebenfalls nun in die Höhe steigen, u. s. f.* Man sieht also, dass durch diese Art der Strömung ein fortwährend unterbrochenes Wachsen des Krystalls bedingt, und dass hiermit die Möglichkeit einer aufeinanderfolgenden Anlagerung einzelner Lamellen gegeben ist. Dieselben setzen sich nun, wie weiter unten gezeigt werden wird, immer an einer Kante des Krystalls an, und zwar ist es für die beiden bisher betrachteten Flächen die untere horizontale Kante, in welcher sie zusammenstossen. Da beide sich ganz gleich entwickeln, so genügt es, eine derselben näher zu betrachten.

Sei nun, Fig. 2, oo' die bezeichnete Kante des Octaeders, so würde acb , bed , dgf . . . die Lage der sich zuerst ansetzenden Lamellen sein. Diese vergrössern sich nun, müssen dabei aber nothwendig einander seitlich hindern und Absonderungsflächen hervorbringen. Denn wenn die Lamellen acb , bed . . . gleichzeitig sich soweit vergrössern, dass ihre Spitzen c , e . . . nach $c'e'$. . . gelangen, so sieht man aus der Figur, dass sie sich nur nach oben, nicht aber nach den Seiten frei ausdehnen können, und dass daher z. B. bed nicht den Raum $\beta e'd$ einnehmen kann, sondern durch die gleichzeitig mit ihr wachsenden Nachbarlamellen in die Form $bb'e'd'd$ gezwungen wird, wobei nur $b'e'$ und $e'd'$ natürliche Begrenzungselemente der Lamelle sind, während bb' und dd' von Absonderungsflächen gegen die beiden nebenliegenden Lamellen herrühren. Wachsen die Lamellen nun weiter, so dass ihre Spitzen in die Lagen $c''e''g''$. . . kommen, so sieht man, wie dieselben verhältnissmässig immer länger und schmaler werden müssen, wie sich die Absonderungsflächen allmählich vergrössern, und wie auf diese Weise in der Zeichnung der Flächen die Linien ($bb'b''$. . ., $dd'd''$. . .) entstehen, welche auf der unteren Kante senkrecht sind.

Während nun aber die Lamellenreihe acb , bed . . . sich in

* GMELIN, Handbuch der Chemie I, S. 12. (4. Aufl.)

der angegebenen Weise vergrössert, hat sich wieder eine neue Reihe davon an derselben Kante angelegt, so dass z. B. während acb in die Lage $aa'c'b'b$ gekommen ist, sich an der Kante oo' eine neue Lamelle mit dem Umriss acb angelegt hat (um die Dicke der früheren Lamelle von der Fläche des grossen Krystals entfernter) und gleichzeitig mit acb auch eine ganze neue Reihe: $bed, dgf . . .$, welche nun dieselben Stufen des Wachstums durchlaufen, wie ihre Vorgänger, in ganz gleicher Weise von einer dritten Reihe gefolgt werden, u. s. f. Wenn also z. B. die erste Lamelle in der Lage $bb'e'd'd$ angekommen ist, so kann die zweite den Raum $bb'e'd'd$ einnehmen, und die dritte würde dann mit dem Umriss bed sich eben angelegt haben.

Aus dieser Entwicklung ist ersichtlich, dass die neu entstehenden Lamellen durchaus nicht in der Mitte der Fläche des grossen Krystals, oder überhaupt an bliebigem Punkten sich anlagern, sondern jede derselben sich an einer Kante anlegt, und erst durch allmähliche Vergrösserung dann weiter in die Fläche hineinreicht. Wir können somit sagen, dass das Wachstum einer Fläche, an der wir die beschriebene Zeichnung wahrnehmen, von einer Kante ausgehe, und zwar von derjenigen, welcher die Streifungen nicht parallel sind. Wenn es sich um einen Beweis hierfür handelt, so kann nicht bloss angeführt werden, dass nur durch diese Annahme auf eine einfache Art eine Erklärung der Zeichnung der Flächen herbeizuführen ist, sondern dass es auch zwei Erscheinungen gibt, welche die Anlagerung der neuen Lamellen an der gedachten Kante so gut wie direct vor Augen führen. Schlingt man nämlich ein Haar um den wachsenden Alaun-Krystal, und lässt ihn an diesem hängend nicht sehr lange Zeit in der Substanz ausscheidenden Lösung, so bemerkt man, dass das Haar an der Kante und dicht bei ihr von frisch abgelagerter Substanz bedeckt ist, während es etwa von der Mitte der Fläche ab bis zur gegenüberliegenden Spitze derselben noch frei aufliegt. Einen zweiten Beweis hat man in der Methode, einen Krystal eines farblosen Alauns in eine passende Lösung eines gefärbten zu tauchen, oder umgekehrt; lässt man ihn nur ganz kurze Zeit wachsen, so sieht man deutlich, wie der anders gefärbte Alaun zunächst der Kante in dicker Schicht abgelagert ist, die nach oben zu immer dünner wird,

ganz so wie es das geschilderte Wachstum der Lamellen fordert.

Wir haben bisher nur diejenigen beiden Flächen betrachtet, welche bei der angenommenen Lage des Krystalls in der tiefsten Kante zusammenstossen. Gehen wir nun zu den vier an diese beiden mit Kanten angrenzenden Flächen, so finden wir auf ihnen dieselben Systeme von Lamellen, nur dass sie hier nicht von einer, sondern von zwei Kanten ausgehen, und zwar von der unteren der geneigten Kanten, und der, in der oben angegebenen Stellung senkrecht stehenden, für jede Fläche. Bei Flächen, welche während ihres Wachsens nicht mit einer Kante horizontal nach unten liegen, stellt sich dieses zweifache Streifensystem überhaupt immer ein. Hat die Fläche die Lage, dass eine ihrer Kanten horizontal oben liegt, dann sind die von den beiden geneigten Kanten ausgehenden Lamellensysteme gleich stark entwickelt und von ziemlich gleicher Länge. Ganz unten in der Spitze solcher Flächen bemerkt man jedoch die Zeichnung meist nicht; hier wo die beiden Lamellenzüge sehr bald auf einander treffen, bilden sich die Flächen glatt aus (Fig. 3). Liegt aber die Fläche so, dass die obere Kante nicht ganz horizontal ist, die beiden anderen Kanten somit eine verschiedene Neigung gegen den Horizont besitzen, so findet man die Lamellenzüge vorwiegend von derjenigen der beiden geneigten Kanten ausgehend, die sich der horizontalen Lage am meisten nähert, d. h. also der tieferen, während das System an der anderen, steiler geneigten Kante schwächer entwickelt ist. So findet es sich nun an den vier in Rede stehenden Flächen; eine Skizze einer solchen bietet Fig. 4. Es wären nun noch die beiden obersten Flächen zu betrachten übrig, allein auf diesen ist meistens keine deutliche Zeichnung wahrzunehmen, es scheint jedoch, dass auch sie von je zwei Systemen beherrscht werden, die von den geneigten Kanten ausgehen.

In der bisherigen Lage des Krystalls war keine der Flächen horizontal. Um das Wachstum für diesen Fall zu beobachten, müssen wir ein Octaeder so aufhängen, dass eine trigonale Zwischenaxe desselben senkrecht wird*. Alsdann zeigt

* Die Formen von hexagonalem Habitus, in denen der Alaun auf dem

sich, besonders auf der unteren der beiden horizontalen Flächen sehr deutlich, dass von jeder der drei diese Fläche umgrenzenden Kanten gleichmässig das Wachsthum ausgeht, und somit die Fläche ein dreifaches System von Lamellen aufweist, welches in ihrer Mitte meist einen vertieften Raum einschliesst (Fig. 5). Sobald aber die Fläche ein wenig geneigt ist, waltet sogleich dasjenige Lamellensystem vor, welches von der tieferen Kante ausgeht. Was die 6 bei dieser trigonalen Stellung des Krystalls den Rand bildenden Flächen angeht, so wechselt auf ihnen die Zeichnung so ab, dass die drei in Kanten mit der unteren horizontalen Fläche zusammenstossenden, ein Lamellensystem besitzen, welches von diesen unteren Kanten ausgeht, wie in Fig. 1, die drei dazwischen liegenden Flächen aber, welche die untere Fläche mit ihren Spitzen berühren, je zwei Lamellenzüge, von den beiden geneigten Kanten aus, zeigen, wie in Fig. 3 und 4.

Fasst man die Richtung der Lamellenzüge in Beziehung zur Lage des Krystalls in's Auge, so ergibt sich, dass dieselben allemal auf den am tiefsten liegenden Kanten senkrecht stehen, d. h. mit anderen Worten, jede Octaederfläche des Alauns wächst von ihrer oder ihren am tiefsten liegenden Kanten aus. Dass diess für die beiden Fälle, in denen eine rhombische und eine trigonale Zwischenaxe senkrecht stehen, zutrifft, erhellt bereits aus den bisher mitgetheilten Thatsachen, und bei dem Wachsthum des Octaeders in seiner normalen Stellung (also mit einer senkrechten octaedrischen Axe) bestätigt sich der obige Satz ebenfalls. Die vier unteren Flächen nämlich zeigen je zwei Lamellensysteme, die von den vier nach unten laufenden Kanten nach beiden Seiten zu ausgehen, die vier oberen Flächen haben nur ein System, von den vier horizontalen Kanten nach oben zu gerichtet.

Den vollkommenen Beweis für die Richtigkeit des ausgesprochenen Satzes über den Zusammenhang zwischen der Richtung des Wachsthums und der Lage des Krystalls, hat man durch das einfache Mittel in der Hand, den Krystall, nachdem er deutliche Zeichnungen auf seinen Flächen zeigt, in veränderter Lage

Boden der Gefässe anzuschliessen pflegt, liefern hierzu ein passendes Material.

weiter wachsen zu lassen. Kehrt man z. B. den Krystall grade um, d. h. hängt ihn so auf, dass dasjenige Ende einer Axe, welches bisher oben war, nun nach unten kommt, so tritt sehr bald auch diejenige Zeichnung auf, welche nach obigem Satze der neuen Lage des Krystalls entspricht, während die frühere verschwindet. Besonders deutlich ist diese Änderung der Zeichnung, wenn man den Versuch des Umkehrens mit einem Krystall vornimmt, welcher mit einer senkrecht stehenden trigonalen Axe gewachsen ist, und die für diese Lage beschriebenen Zeichnungen zeigt. Wächst nun der Krystall in umgekehrter Lage weiter, so erhalten die drei Flächen, welche früher ein von unten ausgehendes Lamellensystem besaßen, jetzt deren zwei, die von den Seiten herkommen, und die drei anderen dazwischen liegenden, an denen bisher die letztere Erscheinung auftrat, zeigen nun die ersteren, so dass also durch das Umkehren des Krystalls diese 6 am Rande herum liegenden Flächen zu je 3 gerade so in ihrer Wachstumsrichtung die Rollen gewechselt haben, wie es in geometrischer Beziehung mit ihrer Lage der Fall gewesen ist. Bringt man später den Krystall wieder in seine erste Lage zurück, so verschwinden die neu gebildeten Zeichnungen, um den zuerst dagewesenen wieder Platz zu machen. Aber nicht bloss bei dem directen Umkehren des Krystalls wird man die Änderung in den Zeichnungen seiner Flächen bemerken, sondern auch bei jeder beliebigen anderweiten Veränderung seiner Lage, und zwar stets in dem Sinne, dass auf jeder Fläche der tiefer liegenden Kante die herrschendere Wachstumsrichtung entspricht.

Die Zeichnungen auf den Flächen sind nicht immer so regelmässig, als bisher beschrieben. Wie bereits erwähnt, sind die Flächen unmittelbar an den Kanten oft ganz glatt ausgebildet; ausserdem zeigen sie mitunter Lamellensysteme von verschiedener Grösse, wobei die Reihen der kleineren Lamellen der Kante, von der die verschiedenen Züge ausgehen, am nächsten liegen. Ein derartiger Fall, welcher besonders am Chrom-Alaun sehr gewöhnlich ist, soll durch die Skizze in Fig. 6 veranschaulicht werden, bei welcher aber die Streifung der kleineren Systeme der Deutlichkeit wegen nicht mehr ausgeführt ist. Die Erklärung dieser Art von Streifung ist ganz einfach: anstatt dass

nämlich die neu sich anlegenden Lamellen stets von gleicher Grösse sind als die früheren, wird durch irgend eine Störung bewirkt, dass eine neu gebildete Reihe aus kleineren Lamellen besteht, und diese bedingt nun wachsend ein System enger nebeneinander liegender Zacken, welches allmählich die unter ihm befindliche Lage von weiter auseinander stehenden überdeckt. Nach einiger Zeit können dann die Lamellen an der Kante noch kleiner sich anlegen, und ein noch engeres System bedingen, welches allmählich auch das zweite überdeckt u. s. f. Die Erscheinung bleibt aber demungeachtet immer dieselbe, da sie von der Grösse der Lamellen durchaus unabhängig ist. Eine weitere Unregelmässigkeit in dem Ansehen der Flächen kann auch dadurch herbeigeführt werden, dass die sich gleichzeitig der Kante entlang bildenden Lamellen nicht sämmtlich gleich gross sind, wodurch dann enger aneinander liegende Zacken neben weiter auseinander stehenden zum Vorschein kommen. Eine neue Erscheinung zeigt sich aber zuweilen auf den nahe den Kanten liegenden, sonst meist glatt ausgebildeten Theilen derjenigen Flächen, die in einer Lage gewachsen sind, dass ihre unterste Kante nicht ganz horizontal, oder überhaupt eine Spitze der Fläche nach unten gerichtet war. Während nämlich der obere Theil der Fläche die gewöhnliche Zeichnung zeigt, findet man auf dem unteren Theil derselben eine feine Streifung parallel derjenigen Seite, die der tieferen Spitze gegenüberliegt, wie es Fig. 7 anschaulich machen soll. Man bemerkt in diesem Falle, dass die Fläche an dem tieferen Ende der Kante etwas erhöht ist, und dass in dem ganzen unteren Theil jener die senkrecht zu der erwähnten Kante stehenden Absonderungslinien fehlen, welche sonst die Lamellenzüge von einander trennen. Jede Lamelle bedeckt einen Theil ihres an der Kante nach oben zu liegenden Nachbars. Diess ist aber nur dann möglich, wenn die an der Kante entlang gelegenen Lamellen nicht gleichzeitig wachsen, sondern die tiefere immer vor der höher gelegenen. Die Fig. 8 möge diess Verhältniss näher beleuchten. oo' sei die Octaederkante, von der das Wachsthum ausgehe, und o liege tiefer als o' ; acb , dfe , gih . . . seien Lamellen, welche so weit aus einander sich angesetzt haben, dass sie sich gegenseitig nicht behinderten. Wachsen nun alle Lamellen dieser Reihe gleich-

zeitig, so würde der Fall, wie ihn Fig. 2 erläuterte, eintreten. Nimmt man aber an, dass $ac'b$ zuerst sich vergrössert, so wird es einen Theil von dfe überdecken, und z. B. in die Lage $a'c'b'$ gelangen. Wächst nun erst die Lamelle dfe , so ist sie, so lange sie nicht die Dicke von $a'c'b'$ erreicht hat, durch die Fläche derselben, die in der Figur als die Linie $c'b'$ erscheint, in ihrer Entwicklung behindert, und kann nur mit dem Umriss $d'f'e'$ auftreten. $f'e'$ wird sich aber ungehindert entwickeln können, und gerade so ein Stück von gih überdecken, wie ihrerseits früher ein Theil durch $a'c'b'$ bedeckt worden war. Es ist leicht denkbar, dass die ganze der Kante oo' entlang liegende Reihe der Lamellen in dieser Weise eine nach der anderen wächst, da ja der Strom der übersättigten Lösung von unten an den Krystall herantritt und an ihm in die Höhe steigt. Auf gleiche Art kann man sich auch das fernere Fortschreiten des Wachsthum denken, nämlich $a'c'b'$ kommt, in die Lage $a''c''b''$, ein Stück von $d'f'e'$ bedeckend, welches später seinerseits wachsend mit dem Umriss $d''f''e''$ auftritt, u. s. f. Eine nur auf diese Weise gewachsene Fläche würde in ihrem oberen Theil im Wesentlichen nur eine Streifung parallel der Kante zeigen, welche dem höher gelegenen Endpunct von oo' anstösst, und die Spitzen der Lamellen nur noch in der Nähe der der Kante oo' gegenüberliegenden Ecke erkennen lassen. Diess ist auch in der That der Fall, und Fig. 9 soll das Aussehen einer solchen Fläche veranschaulichen. Das stete Anlegen neuer Lamellen an oo' habe ich hierbei nicht beobachten können; je weiter die unterste in ihrem Wachsthum vorgeschritten ist, desto grösser ist auch der glatt ausgebildete Theil der Fläche. Sie könnte nun den Eindruck machen, als ob sie nicht von einer Kante, sondern von einer Ecke aus gewachsen wäre, allein dagegen spricht der Umstand, dass mitunter bei Flächen, die mit der Spitze nach unten gerichtet gewachsen waren, eine feine Naht, mehr oder weniger geradlinig, mitten hindurch geht, welche diese Spitze halbirt und nur dadurch entstanden sein kann, dass zwei solcher Systeme, wie in Fig. 9 nur eines dargestellt ist, vorhanden sind, welche von den beiden geneigten Kanten oo' und oo'' (Fig. 10) ausgingen, und durch ihr Aufeinandertreffen diese Naht hervorbrachten. Das Zusammenvorkommen beider Arten von Streifungen,

das sehr häufig zu beobachten und in Fig. 7 angedeutet ist, kann nur daher rühren, dass anfänglich die Fläche durch gleichzeitige Vergrösserung ihrer Lamellen gewachsen ist (und somit die Streifung über die ganze Fläche sich erstreckte, welche jetzt nur noch in ihrem oberen Theile wahrnehmbar ist), und erst später dasjenige Wachsthum eintrat, bei welchem diess nicht mehr ganz gleichzeitig stattfand, wodurch nun die zweite Art der Streifung, in dem unteren Theil der Fläche, herbeigeführt wurde. Der Grund dieser Veränderung liegt wahrscheinlich in den Temperatur-Verhältnissen der Mutterlauge. Die erste Art der Streifung entspricht wohl rascherem Wachsthum, die zweite einem langsameren. Denn je rascher die Temperatur der Lösung sinkt, desto rascher wird auch der vom Krystall aufsteigende Strom sich gestalten, und desto gleichzeitiger die ganze an der Kante oo' entlang liegende Reihe der Lamellen sich vergrössern können. Hierzu stimmt wenigstens die Thatsache, dass ich an sehr rasch, durch erhebliches Sinken der Temperatur der Mutterlauge gewachsenen Krystallen die Streifung der zweiten Art bis jetzt noch nie beobachtet habe.

Wenn man das Wachsthum beschleunigt, dadurch z. B. dass man den Krystall in eine Lösung bringt, die bei $20\text{--}30^\circ$ C. concentrirt ist, und im Verlauf einiger Stunden sich auf $10\text{--}15^\circ$ abkühlt, so treten im Allgemeinen dieselben Erscheinungen ein, als bei dem langsameren Wachsen. Es zeigen nur diejenigen Flächen, welche in der Lage mit einer Kante nach unten sich befanden, nicht mehr ausschliesslich das von dieser einen Kante ausgehende Lamellensystem, sondern auch von den beiden geneigten Kanten stellen sich jetzt solche ein, aber nur kurz, nicht weit in die Fläche hinreichend; die von unten kommenden Züge bleiben die herrschenden. Bei rascherem Wachsthum werden die Streifungen mitunter auch dadurch weniger einfach, dass einzelne Theile der Flächen sich wie ein gesonderter Krystall verhalten, und ihre eigenen Streifensysteme besitzen, oder auch dadurch, dass den Absonderungslinien entlang stellenweise ganz kleine Lamellen auftreten, wodurch jene nicht mehr genau geradlinig bleiben, sondern ganz fein ausgezackt erscheinen. Die Lamellen zeigen hier die Tendenz sich selbstständiger auszubilden, die ihnen aufgezwungenen unnatürlichen Absonderungs-

flächen zu vernichten, und sich die ihnen zukommenden Begrenzungselemente zu verschaffen. Da hierfür aber nur ein ganz begrenzter, unzureichender Raum zu Gebote steht, der die individuelle Ausbildung zum Octaeder unmöglich macht, so theilt sich in diesem Falle jede Lamelle ihren Absonderungsflächen entlang in äusserst viele, ganz kleine octaedrische Spitzen. Ich will hier die bei Gelegenheit anderer Versuche von mir mitunter gemachte Beobachtung einschalten, dass diess überhaupt die Art und Weise ist, wie ein Krystall, der durch ein stellenweise raumbeschränkendes Hinderniss in seinem Wachsen gehemmt wird, mit möglicher Ausnutzung des vorhandenen Raumes seine Form zu bewahren sucht: er theilt sich an der ihm entgegenstehenden fremden Fläche in äusserst zahlreiche einzelne kleine Individuen.

Bei rascherem Wachsthum ist auch die Dicke der einzelnen Lamellen an den Kanten eine beträchtlichere, oder es setzen sich an den Kanten rascher neue Reihen derselben an, als die mehr in der Mitte der Fläche liegenden zunehmen. Dadurch treten die Kanten des Krystalls hervor, die Flächen sind eingefallen. Dann kommt es auch oft vor, dass eine Reihe nebeneinander liegender Lamellen plötzlich mit abgestumpften Spitzen auftritt, und mit einer tiefen Stufe, zu der jene sämmtlich zusammen geschmolzen erscheinen, gegen die Fläche des grossen Krystalls absetzt (Figur 11). Hierdurch gewinnen die in gleicher Höhe nebeneinander liegenden Lamellen den Anschein, als bildeten sie ein nach einer rhombischen Axe lang gestrecktes, oder durch eine Würfelfläche tief abgestumpftes Octaeder, je nachdem die gegen die Fläche des grossen Krystalls abfallende Stufe eine Octaeder- oder eine Hexaeder-Fläche ist, was beides vorzukommen scheint. Auch das Übereinanderlegen von Lamellenzügen von verschiedener Breite, wie es oben beschrieben und in Figur 6 angedeutet wurde, ist besonders dem rascheren Wachsthum eigenthümlich, und es kommt hier noch hinzu, dass bei Flächen mit nach unten gerichteter Spitze die Ablagerung kleinerer Lamellen nicht an der ganzen Kette entlang gleichmässig stattfindet, sondern vorherrschend an ihrem unteren Theile, und dass die gebildeten Systeme hier rascher fortschreiten, als oben. Dadurch wird aber bewirkt, dass die Absätze zwischen den Systemen nicht mehr

der Kante parallel sind, von welcher sie herkommen, wie in Fig. 6, sondern unten von ihr weiter entfernt sind, als oben, so dass die Absätze nun schräg oder gekrümmt verlaufen (Fig. 12). Eine weitere Veränderung des Krystalls bei raschem Wachsthum ist die, dass seine Flächen mit einzelnen dickeren, vollkommen deutlichen Octaedersegmenten sich bedecken, auf denen aber meistentheils die nämlichen Streifensysteme erscheinen, die bei langsamem Wachsen die Flächen des grossen Krystalls zeigten. Ein Beispiel von dem Ansehen einer solchen Fläche soll die Skizze Fig. 13 geben (in welcher aber die Streifungen der Segmente nicht angegeben sind). Je rascher das Wachsthum vor sich gegangen ist, desto dicker sind diese Octaedersegmente; man hat zuletzt ein Aggregat kleiner Octaeder, die aber noch ziemlich genau parallel gruppirt sind *. Beschleunigt man das Wachsthum aber noch mehr, so stellen sich unter ihnen bereits einige ein, bei denen diess nicht mehr der Fall ist, sie werden immer häufiger, und bringt man einen Krystall in ein grosses Volumen einer ganz heiss gesättigten Auflösung, die rasch erkaltet, so überzieht er sich mit einer unregelmässigen Kruste kleiner Krystalle in den verschiedensten Stellungen.

Solche Versuche zeigen, dass der ursprüngliche Krystall nur bei langsamer Ausscheidung von Substanz aus der Lösung eine richtende Kraft gegen die sich anlagernden Massentheilchen auszuüben vermag, d. h. also nur in diesem Falle als Individuum wächst, während er in der rasch und massenhaft Substanz absetzenden Lauge sich wie jeder beliebige hineingebrachte fremde Körper verhält und sich mit lauter einzelnen Kryställchen bedeckt, die keine Beziehung zwischen ihrer Anordnung und ihrer Unterlage mehr erkennen lassen.

Das starke Hervortreten der Kanten bei rasch gewachsenen Alaun-Octaedern hat früher zu der Ansicht Veranlassung gegeben, der Krystall bilde überhaupt zunächst seine Kanten aus, und die Herstellung der Flächen sei eine secundäre Thätigkeit

* Bei diesen Versuchen mit bei immer höherer Temperatur gesättigten Lösungen muss man die Vorsicht anwenden, den Krystall und das Gefäss vor dem Eingiessen der Lauge anzuwärmen, sonst würde sich auf dem kalten Krystall sogleich eine feine unregelmässige Kruste bilden.

desselben *. Allein diess darf aus jener Erscheinung doch wohl nicht gefolgert werden, da das Hervorstehen der Kanten ja nur dadurch bedingt ist, dass an ihnen kleine Individuen angehäuft sind, welche aber dieselbe Form besitzen, als der Krystall, der durch ihre Aggregation entsteht, und die vollständig in ihren Kanten und Flächen ausgebildet sind, soweit sie wenigstens über den grossen Krystall hinausragen.

Dass aber die einzelnen Lamellen die gleiche Form haben als der Gesamt-Krystall, in unserem speciellen Falle also Octaeder sind, zeigen die geschilderten Zeichnungen der Flächen, und selbst wenn man hierauf weniger Gewicht legen wollte, so liefern die bei raschem Wachsthum sich anlegenden Formen, die deutlichen, nur trigonal verkürzten Octaeder, den Beweis. Auch HAUSMANN ** hat sich schon in diesem Sinne ausgesprochen; er ist überhaupt der Ansicht, dass bei sämtlichen sogenannten Krystallgerippen die kleinen Individuen dieselbe Form besitzen, als sie dem Krystall, dessen Bildung jene anstreben, zukommt, eine Erscheinung, die vom Steinsalz und Chlorkalium *** her ja als vollkommen deutlich bekannt ist.

Schon vor längerer Zeit ist auf die Flächenzeichnung des Alauns von W. KNOP † aufmerksam gemacht worden. Er schrieb den einzelnen Lamellen eine ganz eigenthümliche Verzerrung zu, und betrachtete sie als ein, durch das Fehlen zweier paralleler Flächen zu einem Rhomboeder gewordenes Octaeder, welches weiter durch das Vorherrschen zweier anderer paralleler Flächen zu einer, einer klinorhombischen Tafel ähnlichen Form verkürzt sei. Dagegen spricht aber, dass man derartige Verzerrungen weder an den Lamellen selbst, noch an ganzen Alaunkrystallen hat beobachten können. Ferner sucht der Verfasser die Anordnung der Lamellen durch die Annahme einer electricischen Polarität gewisser Axen des Krystalls zu erklären, und stellt die

* GLOCKER, Handbuch der Mineralogie. Nürnberg, 1829. S. 85.

„ Grundriss der Mineralogie. Nürnberg, 1839. S. 38.

** A. a. O. S. 634.

*** A. KNOP, Molecularconstitution und Wachsthum der Krystalle. Leipzig, 1867. S. 52.

HIRSCHWALD, diese Zeitschrift, Jahrgang 1870. S. 187.

† ERDMANN und MARCHAND's Journal für practische Chemie. Bd. 40, S. 90; Bd. 41, S. 81.

Möglichkeit in Abrede, die Streifungen allein aus der Form und Anordnung der sich ansetzenden Segmente abzuleiten. Ich glaube aber diese Ableitung in gegenwärtigem Aufsatz hinreichend durchgeführt zu haben, und was die von W. KNOF aufgestellte Hypothese über die durch electriche Verhältnisse bedingte Reihung der Lamellen betrifft, so scheint mir, dass man nicht nöthig hat, zu ihr seine Zuflucht zu nehmen, nachdem ich gezeigt habe in welchem einfachen Verhältnisse die Anordnung der Lamellen zu der jedesmaligen Lage des Krystalls steht.

Man hat in neuerer Zeit den Begriff der „Wachstumsrichtung“ der Krystalle aufgestellt*. Bei den sogenannten Krystallgerippen reihen sich nämlich die einzelnen Individuen nach verschiedenen Richtungen geradlinig aneinander, und man hat gefunden, dass diese Richtungen sich unter Winkeln schneiden, welche auch gewisse Axen, die in das Krystallsystem der betreffenden Substanz gehören, miteinander machen. Bis jetzt hat man aber diese Anschauungen nur erst im regulären System entwickelt (besonders gestützt auf die Bildungen einiger bekannter Chloride), und je nach der Zahl der sich schneidenden Richtungen und nach den vorkommenden Winkeln nennt man das Wachstum ein nach den trigonalen, octaedrischen oder rhombischen Axen erfolgtes**. Geht man von der Voraussetzung aus, dass nicht allein die Krystallgerippe durch in diesen Richtungen aneinandergelegte Individuen entstanden seien, sondern auch die vollkommenen Krystalle, so kann man auf letztere die von den Gerippen gewonnenen Anschauungen hinsichtlich der Wachstumsrichtung übertragen. Am Alaun sind nun solche Gerippe, wie sie z. B. am Chlorkalium und Salmiak vorkommen, nicht beobachtet worden. Nur aus einer vereinzeltten Erscheinung am Ammoniak-Alaun leitet A. KNOF*** für denselben ein Wachstum nach den rhombischen Zwischenaxen ab, und HIRSCHWALD †

* A. KNOF, a. a. O.

** Abweichend hiervon hat HIRSCHWALD (a. a. O. S. 185) die Bezeichnung für die Wachstumsrichtungen gewählt, indem er dieselben nach den auf ihnen senkrecht stehenden Flächen benennt. Danach heisst das Wachstum nach den octaedrischen Axen: hexaedrisches, u. s. w.

*** A. a. O. S. 62.

† A. a. O. S. 192; Taf. III, Fig. 15.

folgerte diess gleichfalls aus den treppenförmig eingefallenen Octaederflächen, die sich immer bilden, wenn die Alaun-Octaeder beim Wachsen mit einer Fläche aufliegen, und erläuterte diess Verhältniss durch eine schematische Figur. Ich will nun in Folgendem zu zeigen versuchen, dass man aus den oben geschilderten Streifungen das Wachsthum des Alauns nach den rhombischen Axen mit Sicherheit folgern kann, ohne der Bestätigung durch discontinuirliche Bildungen zu bedürfen.

Das rhombische Wachsthum äussert sich bei den Octaedern darin, dass sie in paralleler Stellung sich mit ihren Kanten aneinanderlegen, oder mit anderen Worten: die Mittelpuncte der in einer Reihe befindlichen einzelnen Individuen liegen in einer geraden Linie, welche eine rhombische Zwischenaxe desjenigen Individuums ist, an welches sich die übrigen angelegt haben, oder dieser Axe parallel geht. Wir haben oben gesehen, dass an einem Octaeder, welches mit einer senkrecht stehenden rhombischen Axe gewachsen war, von den unteren der beiden in diesem Falle horizontalen Kanten nach den zwei diese Kante bildenden Flächen die Lamellenzüge hineingehen, und zwar von jedem Punkte dieser Kante aus in beide Flächen gleichmässig. Denken wir uns nun einen Schnitt durch den Krystall gelegt, in welchem die senkrechte rhombische Zwischenaxe und eine octaedrische Axe liegen, so wird er auch zwei zusammengehörige Lamellensysteme auf den beiden unteren Flächen (die wir vor der Hand allein betrachten wollen) schneiden. In Fig. 14 ist diess schematisch dargestellt*. Man sieht, dass die Anziehungsmittelpuncte der angelegten Octaeder in die Masse des ursprünglichen Krystalls fallen müssen (in der Figur nur theilweise aus dem in der Anmerkung aufgeführten Grunde); jedes kann daher nur so weit ausgebildet sein, als es mit seinem Umfange über denjenigen des vorhergehenden hinausragt, wodurch es eben als Lamelle erscheint. Denken wir uns nun aber einmal diese Lamellen zu idealen Octaedern vervollständigt (an dem gewählten Schnitt ist diess in Fig. 15 für eine Lamelle ausgeführt), und ein solches Octaeder nun parallel mit sich selbst und entlang seiner senkrechten rhombischen Axe so weit herausgerückt, dass es

* Die Anzahl der Lamellen ist in der Natur viel grösser, ihre Dicke ausserordentlich viel geringer.

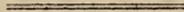
mit keinem Theil seiner (vollständig gedachten) Masse mehr in diejenige des grossen Krystalls hineinreicht, so berühren sich beide nur in einer Kante *. Dasselbe kann mit gleichem Erfolge auch für alle anderen Lamellen des geschnittenen Systems durchgeführt werden, woraus sich ergibt, dass die treppenförmig übereinander gelagerten Octaedersegmente als mit den Kanten verwachsen gedacht werden können, und folglich den Alaun-Krystallen, welche die beschriebene Zeichnung auf ihren Flächen zeigen, ein nach den rhombischen Zwischenaxen erfolgtes Wachstum zugeschrieben werden muss. Denkt man sich in Fig. 14 sämtliche Lamellen zu Octaedern vervollständigt, so sieht man auch, dass die Mittelpunkte aller angesetzten Krystalle in einer geraden Linie fortschreiten, welche einer rhombischen Axe des ursprünglichen Krystalls entspricht. Man hat somit das Merkmal rhombischen Wachsthum, auch ohne die Operation des Auseinanderrückens der Lamellen vornehmen zu müssen.

Man könnte vielleicht den Einwurf machen, dass die gegebene Zeichnung nicht allgemein passte, indem ja Fälle vorkämen, in denen von einer Kante aus nicht in beide dieselbe bildenden Flächen hinein die Entwicklung der Lamellensysteme zu beobachten sei. Allein diese Unzulänglichkeit der Figur ist nur eine scheinbare. Jede sich anlegende Lamelle ist ja im ersten Augenblick ausserordentlich klein, und reicht daher nur ganz wenig von der Kante in die beiden anliegenden Flächen hinein. Es kommt nun ganz darauf an, wie sich die Lamelle vergrössert. Setzt sie ihre neue Substanz vorzugsweise nur nach einer Seite hin an, so sieht man, wie in diesem Falle die Entwicklung der Lamellensysteme von der betreffenden Kante aus nach einer Fläche hin vollständig vor sich gehen kann, während sie in der anderen ganz zurückbleibt. In obiger Entwicklung kam es aber nur darauf an, die Richtung zu zeigen, in welcher sich die neuen Lamellen an den ursprünglichen Krystall anlegten; dieselbe ist von einer später eintretenden Verzerrung der Lamellen unabhängig. Bei genauer Beobachtung findet man auch meist, dass die Entwicklung der Lamellensysteme nur nach einer Fläche hin, nur scheinbar ist. Ganz schmal und klein der betreffenden

* In der Figur 15 erscheint nur der Durchschnittspunct derselben.

Kante entlang sieht man die feinen Spitzen, oder wenigstens einen erhöhten Rand, auch in der anderen an diese Kante stossenden Fläche, welche im Allgemeinen von einem von anderer Seite herkommenden Systeme beherrscht wird. Diess beweist, dass die Entwicklung der Lamellen nach einer der Seiten zurückgeblieben ist, nicht aber ganz fehlt.

Was die räumliche Beziehung der in einer Reihe nebeneinander liegenden Lamellen betrifft, so ergibt sich ohne Weiteres, dass auch sie sich mit Kanten berühren müssten, wenn sie vollständig ausgebildet wären, und so haben wir denn für die nebeneinander liegenden Octaedersegmente dieselbe Beziehung rhombischen Wachstums, wie sie sich vorher für die treppenförmig übereinander liegenden ergeben hatte.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1871

Band/Volume: [1871](#)

Autor(en)/Author(s): Weiss Christian Ernst

Artikel/Article: [Über Anomopteris Mougeoti 363-392](#)