

**Zeitschrift:** Pädagogische Blätter : Organ des Vereins kathol. Lehrer und Schulmänner der Schweiz  
**Herausgeber:** Verein kathol. Lehrer und Schulmänner der Schweiz  
**Band:** 4 (1897)  
**Heft:** 20

**Artikel:** Die Krystalle  
**Autor:** Gander, Martin  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-539898>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 31.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Pädagogische Blätter.

Bereinigung

des „Schweiz. Erziehungsfreundes“ und der „Pädagog. Monatschrift“.

Organ

des Vereins kath. Lehrer und Schulmänner der Schweiz  
und des Schweizerischen kathol. Erziehungsvereins.

---

Einsiedeln, 15. Okt. 1897. | No 20. | 4. Jahrgang.

---

## Redaktionskommission:

Die H. S. Seminar Direktoren: F. X. Kunz, Hiltirch, Duzern; G. Baumgartner, Zug; Dr. J. Stöbel, Rickenbach, Schwyz; Hochw. G. Leo Benz, Pfarrer, Berg, Kt. St. Gallen; die Herren Reallehrer Joh. Schwend, Altstätten, Kt. St. Gallen, und St. Frei, zum Storchen in Einsiedeln. — Einsendungen und Inserate sind an letzteren, als den Chef-Redaktor, zu richten.

## Abonnement:

Erscheint monatlich 2 mal je den 1. u. 15. des Monats und kostet jährlich für Vereinsmitglieder 4 Fr. für Lehramtskandidaten 3 Fr.; für Nichtmitglieder 5 Fr. Bestellungen bei den Verlegern: Eberle & Rietbach, Verlagshandlung, Einsiedeln. — Inserate werden die 1gespaltene Petitzeile oder deren Raum mit 50 Centimes (25 Pfennige) berechnet.

---

## Die Krystalle.

Von P. Martin Gander, O. S. B.

So oft schon sind die Krystalle der Gegenstand des eifrigsten Studiums und gründlichster Erforschung gewesen, noch nie aber ist ihr eigentliches Wesen ergründet worden, noch nie hat sich die geheimnisvolle Werkstätte der Natur, wo sie geschaffen werden, dem Auge des Menschen erschlossen. Namentlich haben alle Spekulationen über das Wesen der Krystalle, die nicht auf wirklicher Naturbeobachtung beruhen, keinen Wert.

Die erste Frage, die gelöst werden muß, ist wohl die: Wie entstehen die Krystalle? Aber selbst diese Frage ist noch nicht endgültig beantwortet, wohl aber ist einiges Licht in das Dunkel der Krystallbildungsfrage gekommen, seitdem Ehrenberg das Mikroskop an den Krystallen angewendet und zwar gerade im Augenblicke ihrer Entstehung. Was bisher sicheres ermittelt worden, sei im folgenden kurz dargelegt.

Will man aus einem nicht krystallisierten Mineral künstlich einen Krystall bilden, so muß man ihn entweder in einer Flüssigkeit auflösen (z. B. Kochsalz, Alaun), oder durch Hitze schmelzen (z. B. Schwefel), oder endlich in Gas- oder Luftform umsetzen, was man Sublimieren nennt (z. B. Jod und Schwefel). Ist dies geschehen, so läßt man die Flüssigkeit verdampfen oder erstarren oder man kühlt das heiße Gas ab,

und bei jedem dieser Prozesse setzen sich regelmäßige, vieleckige Körperchen ab, welche man eben Krystalle nennt. Solange nämlich die Stoffteilchen in einem jener drei genannten Zustände und daher leicht verschiebbar sind, werden sie durch die geheimnisvolle Kraft der Krystallisation beherrscht, welche den unorganischen Stoffen nach bestimmten Gesetzen eine feste Gestalt gibt, ähnlich wie die Lebenskraft in den lebenden Organismen die assimilierten organischen Stoffe zu bestimmten Pflanzen- und Tierformen ausgestaltet. Unter mehr oder weniger starkem Ausleuchten<sup>1)</sup> bildet die Krystallisationskraft zunächst ein oder mehrere kleinster Körperchen, welche bereits die Gestalt des werdenden Krystalls besitzen. Um eines dieser Urkryställchen lagern sich dann bald schnell, bald langsamer die übrigen in der Weise an, daß die Flächen des innersten derselben parallel mit sich selbst an Wachstum gewinnen. Dabei kommt es, daß sich parallel den Flächen der Kernform mehr oder weniger leicht die angelagerten Schichten der Kryställchen wieder abspalten und abblättern lassen, welche Eigenschaft man die Spaltbarkeit der Krystalle nennt.

Einige Beispiele mögen dies erklären. Wir lösen zunächst etwas Kochsalz in gewöhnlichem Wasser auf und filtrieren die Lösung, um sie vor fremden Stoffen, Staub und dgl. zu reinigen. In einem flachen, mit Papier leicht zugedeckten Gefäße lasse ich nun das Salzwasser verdunsten, was schon bei gewöhnlicher Zimmertemperatur geschieht, und nun sehe ich kleine weiße Körperchen von Würfelgestalt entstehen, die allmählich größer werden und dann zu Boden sinken. Häufig zeigt sich dabei folgende merkwürdige Erscheinung. Der erste kleine Würfel sinkt nicht sogleich zu Boden, sondern nur etwas unter die Oberfläche der schweren Flüssigkeit und umgibt sich dann mit einem Kranze von mehreren, sich an seine obern Ranten bildenden Würfeln, und sinkt so als ein kleines Schälchen etwas tiefer ein, um wiederum einen neuen Kranz von Krystallen an seinem obern Rand anzusetzen und noch weiter mit hinabzuziehen; dieses Spiel wiederholt sich, bis endlich eine kleine, hohle,

<sup>1)</sup> Bei folgendem, leicht vorzunehmendem Experiment ist dieses Ausleuchten der Mineralmasse besonders schön zu sehen. Es wird ein Glaszylinder zur Hälfte mit einer bei gewöhnlicher Temperatur gesättigten Kochsalzlösung gefüllt, dann eine gleiche Menge Salzsäure vom spezifischen Gewichte 1,12 dazu gegeben und die Mischung stark geschüttelt. Kurz darauf wird die Flüssigkeit mit einem bläulich grünen Lichte ausleuchten und unter günstigen Umständen werden ganze Lichtbündel, momentan sogar stark blinkende, den elektrischen ähnliche Funken auftreten. Etwas schwächer, dafür aber länger andauernd sind die Lichterscheinungen, wenn statt Salzsäure Alkohol verwendet wird. Der Versuch muß in einem Dunkelraume vorgenommen werden. Zur Erklärung diene folgendes: Salzsäure und Alkohol die sich mit Wasser in jedem Verhältnis mischen, bewirken ein Ausfällen der Salze aus ihren wässerigen Lösungen. Es wird dadurch die Dissociation (s. u.) plötzlich aufgehoben und die Elektrizität in Licht umgesetzt.

vierseitige Pyramide entstanden ist, die wie ein Schiffchen in der Flüssigkeit schwimmt. Trocknet man das Salzwasser zu schnell ein, so bildet sich eine weiße, anscheinend formlose Masse, die beim Zerreiben ein feines Pulver gibt; nehme ich solche Körnchen unter das Mikroskop, so erkenne ich immerhin die mehr oder weniger vollkommene Würfelgestalt jedes einzelnen Stäubchens.

Ein anderes Beispiel. Ich nehme in einen Schmelztiegel etwas Schwefel und bringe ihn da zum Schmelzen; darauf lasse ich den geschmolzenen Schwefel langsam erkalten, so weit, bis die Oberfläche fest wird. Nun stoße ich durch die entstandene Kruste ein Loch und lasse den noch flüssigen Inhalt des Tiegels ausfließen. An der Wand des Tiegels sehe ich nun die Schwefelkrystalle in prächtiger Ausbildung. Wartet man etwas zu lange mit dem Ausfließenlassen des noch flüssigen Schwefels, so würde der in den Zwischenräumen der erstgebildeten Krystalle neu erstarrende Schwefel die Krystalle umschließen und unregelmäßige Formen bilden.

Die interessantesten Erscheinungen zeigen sich aber bei der Entstehung der Krystalle nach der dritten Methode. In einem etwas langen Reagenzgläslein liegt etwas Schwefel; ich erhize ihn nun so lange, bis er verdampft. Die obern Teile des Gläschens sind aber noch kühl, der Dampf verdichtet sich all dort, wie der feuchte Dunst unserer Zimmer im Winter an den Fenstern zu Krystallblumen, so hier zu den sogenannten Schwefelblumen, mikroskopisch kleinen, festen Schwefelstäubchen von regelmäßiger Krystallform. — Ich lege in ein Uhrenglas einige Körnchen Jod, stelle dieses in etwas Sand auf ein Stück Blech, bedecke es mit einem noch etwas größern Uhrenglase und erwärme das untere Glas sehr gelinde. Als bald erscheinen zwischen den beiden Uhrengläsern prachtvoll violette Dämpfe, die sich auch durch einen sehr stark stechenden Geruch bemerkbar machen. Da das obere Uhrenglas nicht unmittelbar erwärmt wird, so verdichten sich dort die Joddämpfe und bilden lebhaft glänzende Schuppen, die sich bei Betrachtung mit dem Mikroskop wieder als regelmäßig ausgebildete Krystalle zu erkennen geben. — Ähnlich kann ich Jodquecksilber verdampfen lassen; da aber die Dämpfe sehr giftig sind, so überdecke ich die beiden Uhrengläschen mit einem größern Glase, und nehme die ganze Operation unter einem Kamine vor, wodurch die Gefahr des Einatmens der Dämpfe verschwindet. Dabei zeigt sich eine ganz neue, überaus interessante Erscheinung. Jodquecksilber ist ein rotes Pulver; die Krystalle sind zuerst schön citronengelb (rhombische Nadeln), berühre ich sie aber mit einem spizen Gegenstand, z. B. einer Nadelspitze, so wird die Stelle blutrot und nimmt zugleich eine ganz



andere Krystallform (quadratische Oktaeder) an. Später würden übrigens die gelben Jodquecksilberkrystalle von selbst rot werden. Jodquecksilber (Quecksilberjodid) krystallisiert demnach in zwei ganz verschiedenen Formen, ist nebst wenigen anderen Mineralien dimorph.

Wir wissen also genau, wie die künstlichen Krystalle entstehen; warum sollten die natürlichen Krystalle nicht in ähnlicher Weise entstanden sein? Im Erdinnern ist Wärme genug zum Schmelzen und Sublimieren der Gesteine, und das Wasser sickert durch die feinsten Risse und Spältchen des Felsgesteins, das sich unter der weichen Humuserde befindet, in große Tiefen hinab und vermag bekanntlich durch seinen Gehalt an Kohlensäure und Salpetersäure, welche es von der Humuserde aufgenommen hat, alles Gestein langsam aufzulösen; kommt dann dieses Wasser irgendwo in einer Erdhöhle zum Verdunsten oder steigen die warmen Dämpfe von geschmolzenen Mineralien in kältere Erdschichten hinauf und gelangen sie dort zur Verdichtung, so werden dabei eben Krystalle entstehen, wenn die Bedingungen — äußere Ruhe während der langsamen Verdampfung oder Verdunstung, und genügender Raum — günstig sind, sonst aber werden die Krystalle nicht vollkommen ausgebildet werden, was alles den tatsächlichen Vorkommnissen von Krystallen in verschiedenster Ausbildung ganz entspricht.

Damit ist aber die Frage nach den innern Vorgängen in der Mineralmasse bei der Entstehung der Krystalle noch nicht gelöst. Hierüber nun haben neuere Studien, veranlaßt durch die eigentümlichen Lichterscheinungen bei der Entstehung der Krystalle, folgende Resultate erzielt.

1. Die Lichterscheinung tritt besonders lebhaft zu Tage (für das bloße Auge im Dunkelraum wahrnehmbar) bei Krystallisationen aus ganz gesättigten Lösungen. Ein Beispiel wurde schon oben erwähnt. Ein weiteres Beispiel liefert Arsen-trioxyd ( $As_2O_3$ ). Wandrowski veröffentlichte hierüber folgende Beobachtungen: „Arsen-trioxyd leuchtet beim Krystallisieren am stärksten, wenn man 15 Gramm  $As_2O_3$  in 150 Kubikcentimeter 10–12%iger Salzsäure heiß löst. Nachdem einige Krystalle beim Erkalten sich abgesetzt haben, treten die ersten deutlichen Funken auf, die dann beim weitem Erkalten und Auskrystallisieren des Arsen-trioxyds, namentlich wenn man die Lösung schüttelt oder in kaltes Wasser stellt, so sehr zunehmen, daß man den Eindruck erhält, als wenn die Lösung unter Funkenprühen aufkoche. Die Funken sind scharf abgegrenzt und kurz und von einem Geräusch begleitet wie bei kleinen elektrischen Entladungen.“

2. Die Ursache des Ausleuchtens liegt nicht, wie man früher geglaubt, im Zusammenprallen der einzelnen Moleküle (kleinster Stoffteil-

chen) bei der Bildung der Urkryställchen, sondern in elektrischen Entladungen bei der elektrolytischen Dissoziation. (Die Moleküle vieler Körper zerfallen, wenn sie z. B. in Wasser gelöst werden, in dieselben Bestandteile oder Elemente, welche auch unter dem Einflusse elektrischer Ströme aus ihnen ausgeschieden werden, z. B. ein Molekül Chlornatrium (Steinsalz) in die Elemente Chlor und Natrium. Diese so entstandenen, frei beweglichen Einzelteilchen oder Atome nennt man Ionen und das Zerfallen der Moleküle in Ionen elektrolytische Dissoziation).

3. Der Krystallisationsvorgang besteht demnach vorerst aus einem Zerfall der Moleküle in frei bewegliche Atome (Ionen), dann aus dem Zusammentreten dieser elektrisch entgegengesetzt wirkenden Ionen mit Lichterscheinung, endlich aus der Vereinigung der neu gebildeten Moleküle zu Urkryställchen.

Wie stark der Bildungstrieb in den unorganischen flüssigen Stoffen ist, geht namentlich hervor aus der Tatsache, daß stark verletzte Krystallkörper, vorab an den Bruchflächen, aber auch an Spaltungsflächen, sogar bei künstlicher Formierung derselben zu Kegeln, Linsen und dgl. oder bei Aushöhlung derselben zu Hohlzylindern oder Hohlkugeln sich wieder regenerieren, sich zur idealen, vollkommenen Krystallform ausgestalten, wenn sie in eine gesättigte Lösung desselben Materials (sogenannte Mutterlauge) gehalten werden. Dabei wachsen freilich in geringem Maße auch die übrigen unbeschädigten Flächen des Krystalls, und bisweilen wird die ideale Endform, z. B. die Pyramide, erst auf Umwegen erreicht, indem zuerst etwa ein Würfel ausgebildet wird, und erst später nach einigen Tagen, die Pyramide auswächst. Letztere Eigentümlichkeit ereignet sich besonders nach künstlichen Verletzungen des Krystalls (zu Linsen u. s. w.).

Auf den gleichen Bildungstrieb weist auch die überraschende Mannigfaltigkeit der Formen hin und zwar oft bei einer und derselben Substanz; so z. B. sind vom Kalkspat (kohlensaurem Kalk) allein mehr als 700 verschiedene Krystallformen bekannt. Alle die tausende von Formen und Verbindungen (Combinationen) derselben, die überhaupt bekannt sind, lassen sich in 6 Gruppen zusammenstellen, welche man die Krystallsysteme nennt. Die Formen eines Systems sind so regelmäßig angebaut, daß man sie mathematisch berechnen, die eine aus der andern ableiten und entwickeln kann. Merkwürdig sind dabei vor allem aber zwei Eigentümlichkeiten, die mit strengster Gesetzmäßigkeit durchgeführt sind: 1. Können sich die Flächen noch so stark verändern, größer und kleiner werden, nach einer Seite sich ausdehnen, nach der andern sich verkürzen, immer ist der Winkel, den zwei zusammengehörige Flächen in ihrer ge-

meinsamen Rante bilden, gleich groß. 2. Mögen auch noch so viele Combinationen von Formen vorkommen, niemals vermischen sich Formen verschiedener Systeme mit einander. Wie also z. B. bei den Pflanzen der Gärtner wohl verschiedene Varietäten einer Blume heranziehen kann, oder wie man durch Kultur und Veredelung viele verschiedene Sorten von Obstbäumen erzielen kann, niemals aber eine derartige Vermischung der Arten, daß es nun eine Obstbaumart gebe, die weder Äpfel noch Birnen lieferte, sondern eine dritte Art, eine Mischung beider, gerade so ist es auch bei den Krystallen. Es ist also ein Hauptgesetz durch die ganze Natur: was sich infolge innerer, auf dem Wesen der Körper beruhender Eigentümlichkeiten von einander unterscheidet, kann sich nicht zu einem neuen, dritten Wesen oder Körper verbinden oder entwickeln.

Auch das gehört zu den Gesetzmäßigkeiten der Krystalle, daß an jede Form ganz bestimmte physikalische Eigenschaften geknüpft sind, derart daß mit der Formveränderung auch diese Eigenschaften verloren gehen oder sich ändern. Es gilt dies vor allem in Bezug auf das Verhalten der Krystalle zum Licht, speziell zur Lichtbrechung. Es genüge aber, dies hier angedeutet zu haben.

Zu dieser Gesetzmäßigkeit der Krystalle macht Quenstedt<sup>1)</sup> folgende treffliche Bemerkung: „Wie würde Pythagoras freudig staunen, sähe er, daß nicht bloß die himmlischen Sphären, sondern selbst die irdischen Elemente in verkörperten Zahlen anschießen, daß alle Atome, sofern nur Wärme oder Feuchtigkeit günstig sind, in kürzester Zeit sich zu Formen gruppieren, die keine Künstlerhand nachbilden kann. Der Schnee und Hagel in den Wolken krystallisiert nach denselben Gesetzen, wie das Salz und der Schwefel in den Schloten glühender Vulkane, und auf der Stirn der Felsen zeigen Millionen von Krystallen, wie groß die Kraft war, welche diese Massen organisierte. Und mit diesen so lange übersehenen Formen, stehen die Gesetze des Lichtes und der Wärme, der Elektrizität und des Magnetismus in schönstem Einklang!“

Welche Stellung nimmt aber diese Krystallisationskraft zu den übrigen Naturkräften ein? Altmann<sup>2)</sup> hat nachgewiesen, daß das unheimlich feine Netzwerk im Innern der organischen Zellen sich in feinste Körnchen, Granulä, auflösen lasse, und zwar seien es organische Krystalle. Wie also für die unorganische Welt, so wäre demnach der Krystall, diese vollkommenste, regelmässigste Körperform, auch für die organische Welt die morphologische Einheit, die Urform, aus der sich

<sup>1)</sup> Quenstedt, *Sonst und Jetzt*. S. 12.

<sup>2)</sup> Altmann, *Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen*. 2. Aufl. Leipzig. 1894. S. 154.

alle Formen zusammensetzen und ausbilden. Quenstedt ahnte deshalb richtig voraus, als er schrieb<sup>3)</sup>: „Gewiß dämmern hier die Anfänge jener heimlichen Kraft, jener nimmer ruhenden, die das Tote in Bewegung zu setzen vermag und das Lebendige wieder zum Tode führt; die sich in Stein zur Form erhöht, es in der Pflanze zum Saftlauf bringt und das Tier zur Empfindung steigert.“

Daraus folgt nun aber nicht, daß kein Unterschied bestehe zwischen organischen und unorganischen Wesen. Ullmann selbst hebt drei Unterschiede hervor, die zwischen den beiden Arten von Krystallen bestehen: der organisierte Krystall entsteht durch Vererbung (Fortpflanzung), der unorganische durch „Abscheidung“; letzterer gilt als absolut einfach und rein, ersterer ist wieder sehr kompliziert zusammengesetzt; die organischen Krystalle sind nur quellbar, die unorganischen sind lösbar.

Doch weist dieser harmonische Zusammenhang der Stoffe auf eine höhere Kraft hin, die alle Formen regelt und zu einem großen, einheitlichen Ganzen zusammenordnet.

„Endlich“, sagt Lorinser<sup>4)</sup>, „läßt die Entstehungsweise der Mineralien nicht nur streng geordnete Gesetzmäßigkeit, sondern auch das Spiel einer unendlich schönen Poesie erkennen. Es kann kaum etwas zauberhaft Schöneres geben, als gewisse Krystallgruppen, wie sie nicht eben selten im Schoße der Erde sich bilden und selbst den einfachen Bergmann in freudiges Erstaunen versetzen. Und nimmt man die Lupe zur Hand, so wird man eine Fülle von Poesie selbst in den kleinsten durch einander gewürfelten Krystallgestalten entdecken, wie sie oft auf dem beschränktesten Raum sich zeigen und in unzähliger Menge überall vorkommen. Es ist unmöglich, in diesen lieblichen, in hohem Grade poetischen Erscheinungen die Künstlerhand zu verkennen, die mit den Naturkräften gearbeitet hat und sie Gebilde hervorbringen ließ, die den Stempel der höchsten und feinsten Kunst unverkennbar an der Stirn tragen. Die Materie selbst aber für diesen Künstler zu halten, würde ihren Begriff vernichten (sie ist an sich tot und träge) und eine Absurdität sein, die sich kein denkender Mensch kann zu Schulden kommen lassen.“

<sup>3)</sup> Quenstedt, a. a. O. S. 59.

<sup>4)</sup> Lorinser, Buch der Natur. 6. Bd. S. 384.

---

**Zerstrent.** Professor: „Wolf! Sie haben wieder eine ganz ungenügende Arbeit geschrieben.“ Primus: „Wolf fehlt!“ Professor: „Sehen Sie, Wolf, da sieht man so recht Ihren Leichtsinn, erst schreiben Sie solche schlechte Arbeit und jetzt fehlen Sie noch!“

**Widerlegt.** Lehrer: „Ich sage Euch, eine verlorene Zeit läßt sich nicht wieder einholen. Was, Schöpfe, Du schüttelst mit dem Kopfe, das ist vielleicht nicht wahr?“ Schüler (Sohn eines Lokomotivführers): „Nein, Herr Lehrer, mein Vater hat gestern zehn Minuten wieder eingeholt.“