



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

52. Kristallisation

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83789)

hang bewirken, ähnlich wie die Gravitation das Planetensystem zusammenhält. Man nennt diese Kräfte Molekularkräfte; ihre Stärke nimmt mit der Entfernung der Teilchen sehr rasch ab und wird schon in äußerst kleiner Entfernung (Radius der Wirkungssphäre) unmerklich. Denn hat man einen Körper zerbrochen, so gelingt es in der Regel nicht, die getrennten Stücke wieder zu vereinigen, weil man die Teilchen der Bruchflächen einander nicht mehr so nahe bringen kann, daß die molekulare Anziehung wieder hinreichende Stärke gewinnt. Sorgt man jedoch z. B. bei Metall- oder Glasplatten durch Abschleifen und Glätten für eine möglichst innige Berührung in zahlreichen Punkten, so haften sie mit großer Kraft aneinander (was durch den Luftdruck allein, der allerdings mitwirkt, nicht erklärt werden kann). Man nennt die molekulare Anziehungskraft, welche die Moleküle eines Körpers in ihrem Verbands zusammenhält, Kohäsion, und wenn sie das Aneinanderhaften der Teilchen verschiedener Körper bewirkt, Adhäsion; letztere macht sich bei festen Körpern besonders dann mit großer Stärke geltend, wenn der eine Körper anfangs flüssig war und dann durch Verdunsten oder Erstarren der Flüssigkeit erst fest geworden ist (Leimen, Kitten, Löten usw.). Die Anziehungskraft zwischen den Atomen, welche deren chemische Verbindung zu gesetzmäßig aufgebauten Atomgruppen oder Molekülen veranlaßt, nennt man chemische Verwandtschaft oder Affinität. Die Physik beschäftigt sich nur mit Erscheinungen, bei welchen der innere Bau der Moleküle unberührt bleibt, die Chemie dagegen mit den Erscheinungen, welche in den Bau des Moleküls verändernd eingreifen.

52. **Kristallisation.** Schlägt man mit dem Hammer auf ein Stück Kalkspat, so zerfällt es in eckige Stückchen, deren jedes von sechs Flächen begrenzt ist, von denen je zwei und zwei gegenüberliegende zueinander parallel sind. Jedes dieser Stückchen kann parallel seinen Begrenzungsflächen leicht in immer kleinere Teilchen von derselben Form gespalten werden. Zerschlägt man dagegen ein Stück Glas, so zerspringt es in Stücke von ganz beliebiger Gestalt, die von ganz willkürlichen, meist krummen Flächen begrenzt sind (muschliger Bruch). Mit diesem Gegensatze

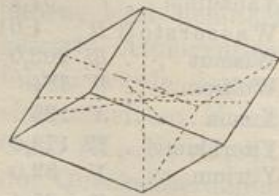


Fig. 55.  
Rhomboeder

von Spaltbarkeit und Mangel an Spaltbarkeit hängt der weitere Gegensatz zusammen, daß der natürliche Kalkspat immer in bestimmten, ihm eigentümlichen, regelmäßigen, von ebenen Flächen begrenzten Gestalten, in Kristallen, auftritt, — seine einfachste Form ist das in Fig. 55 abgebildete Rhomboeder — während das Glas auch bei langsamem Erkalten aus seinem Schmelzfluß niemals in irgendwelchen regelmäßigen Formen erstarrt. Man nennt einen Körper der ersteren Art kristallisiert, einen solchen der letzteren Art amorph. Vom Standpunkte der Molekulartheorie aus kann man sich von der Verschieden-

heit amorpher und kristallisierter Stoffe ohne Schwierigkeit Rechen-  
schaft geben, indem man sich vorstellt, daß die gegenseitige Lagerung  
der Moleküle in einem amorphen Körper eine durchaus unregel-  
mäßige, in einem kristallisierten Körper dagegen eine vollkommen  
regelmäßige, nach bestimmten Symmetrieverhältnissen geordnete ist.

Wenn man rein geometrisch die möglichen Symmetrieverhältnisse  
betrachtet, so wird man auf 32 verschiedene Klassen kristallisierter  
Körper geführt. Diese 32 Klassen aber lassen sich dadurch zu sechs  
größeren Gruppen zusammenfassen, daß eine Anzahl möglicher Kristall-  
formen sich auf ein gleiches System von Achsen beziehen läßt; diese  
größeren Gruppen nennt man Kristallsysteme. So läßt sich einer  
Reihe von Klassen ein Achsensystem zugrunde legen, das aus drei  
zueinander senkrechten, unter sich gleichen Achsen besteht. Dieses  
System wird das reguläre oder tesserale genannt; ihm gehören unter  
anderen Formen die einfachen Gestalten des Würfels und des Oktaeders  
(Fig. 56) an. Die in Figur 57 abgebildete quadratische Doppelpyramide

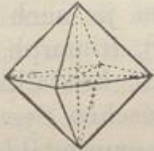


Fig. 56.  
Oktaeder.

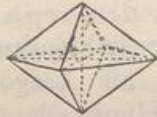


Fig. 57.  
Quadratische  
Doppelpyramide.

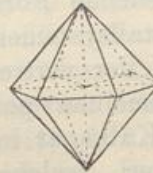


Fig. 58.  
Sechseckige  
Doppelpyramide.

dagegen läßt sich zwar ebenfalls auf ein System von drei zueinander  
senkrechten Achsen beziehen, doch sind hier nur zwei einander  
gleich; die dritte oder Hauptachse ist länger oder kürzer als die  
beiden anderen; man nennt dieses System das quadratische oder  
tetragonale. Wiederum eine andere Reihe von Klassen ist zwar  
auch durch das Vorhandensein einer Hauptachse ausgezeichnet;  
doch erfordern die Formen dieses Systems, z. B. die in Fig. 58 ab-  
gebildete sechseckige Doppelpyramide, nicht zwei, sondern drei zur  
Hauptachse senkrechte, unter sich gleiche und miteinander gleiche  
Winkel von  $60^\circ$  bildende Nebenachsen; zu diesem hexagonalen  
System gehört außer anderen Formen auch das oben abgebildete  
Rhomboider, das man sich aus der sechseckigen Doppelpyramide  
dadurch ableiten kann, daß man sich die erste, dritte, fünfte Fläche  
der oberen und die zweite, vierte, sechste der unteren Pyramide  
bis zum Verschwinden der übrigen Flächen ausgedehnt denkt.  
Kristallformen, welche aus einer anderen Form auf diese Weise,  
nämlich durch Ausdehnung der abwechselnden Flächen bis zum  
Verschwinden der anderen Hälfte der Flächen abzuleiten sind, nennt  
man Halbflächner oder Hemieder im Gegensatz zu den holo-  
edrischen Formen, aus denen sie hergeleitet werden. Unter den  
zu einem Kristallsystem vereinigten Klassen ist nämlich immer eine,  
in der die Symmetrieeigenschaften des Systems am vollständigsten

ausgebildet sind; diese Klasse umfaßt die holoedrischen Formen. Alle anderen Klassen des Systems lassen sich unter Verminderung der Symmetrieeigenschaften aus den Formen der holoedrischen Klasse herleiten als Halbflächner, oder weiter gehend, als Viertelflächner, Achtfelächner.

Das rhombische System ist durch drei zueinander rechtwinklige ungleiche Achsen gekennzeichnet. Das monokline oder monosymmetrische System hat ebenfalls drei ungleiche Achsen, von denen zwei einander unter schiefen Winkeln schneiden, während die dritte auf der durch diese beiden gelegten Ebene senkrecht steht. Im triklinen oder asymmetrischen Kristallsystem endlich schneiden sich alle drei ungleichen Achsen schiefwinklig. — In der Regel ist jedem (einfachen oder zusammengesetzten) Stoff eine bestimmte Kristallform eigen, oder die Formen, in denen er kristallisiert, bilden eine Reihe, die einer und derselben Kristallklasse angehört. Manche Stoffe jedoch vermögen in verschiedenen Formenreihen zu kristallisieren, die dann verschiedenen Kristallsystemen angehören; man nennt sie deswegen je nach der Zahl der vertretenen Systeme dimorph (zweigestaltig), trimorph, im allgemeinen polymorph. Der kohlen saure Kalk z. B. kristallisiert als Kalkspat im hexagonalen, als Aragonit im rhombischen System. Körper, welche aus einem Haufwerk unvollkommen ausgebildeter Kristalle bestehen (z. B. Marmor, weißer Zucker), nennt man kristallinisch.

Die Verschiedenheit im molekularen Aufbau der amorphen und der kristallisierten Körper bedingt zugleich die Verschiedenheit in ihrem gesamten physikalischen Verhalten. Wenn man die physikalischen Eigenschaften eines Körpers nach verschiedenen von einem seiner Punkte ausgehenden Richtungen untersucht, so findet man bei den amorphen Körpern, daß sie nach allen Richtungen die gleichen Eigenschaften besitzen. Von diesem Gesichtspunkte aus bezeichnet man sie auch als isotrope Körper. Bei den kristallisierten Körpern dagegen sind die Eigenschaften nach verschiedenen Richtungen verschieden, wenigstens dem Betrage nach, und ihre Veränderlichkeit mit der Richtung folgt gewissen, von den Symmetrieverhältnissen der molekularen Struktur bedingten Gesetzmäßigkeiten. Solche Körper heißen anisotrop oder heterotrop. Nur die Kristalle des regulären Systems machen hiervon insofern eine Ausnahme, als sie sich infolge ihres nach drei zueinander senkrechten Richtungen ganz gleichen Baues in den meisten physikalischen Eigenschaften als isotrope Körper verhalten. Aber in gewissen Eigenschaften, z. B. in der eigentümlichen Kompliziertheit ihres elastischen Verhaltens, weichen sie vom Verhalten amorpher Körper durchaus ab und lassen im Gegensatz zu diesen die vollkommene Regelmäßigkeit ihres inneren Gefüges ebenso erkennen, wie die Kristalle der übrigen fünf Systeme, die sich in allen Beziehungen als anisotrope Körper verhalten.

Wir werden die nachfolgende Darstellung nur in der Lehre vom Licht auch auf die anisotropen Körper mit ihren verwickelteren Erscheinungen ausdehnen, weil hier das Verhalten der Kristalle für die Entwicklung unserer Anschauungen über die Natur des Lichts nicht minder wie in den praktischen Anwendungen eine wesentliche Rolle spielt.

53. **Kohäsion.** Festigkeit und Härte sind Äußerungen der Kohäsion, welche sich, wenn eine äußere Kraft die Körperteilchen voneinander zu entfernen strebt, ihrer Trennung widersetzt. Festigkeit nennt man die Kraft, welche gerade hinreicht, eine Trennung der Teile zu bewirken. Je nach der Art des Angriffs der äußeren Kraft unterscheidet man verschiedene Arten der Festigkeit. Zugfestigkeit oder absolute Festigkeit heißt der Widerstand eines Körpers gegen das Zerreißen. Sie ist proportional der Größe des Querschnitts, aber unabhängig von der Länge des Körpers; sie wird gemessen durch die Anzahl der Kilogramme, welche notwendig sind, um einen Stab oder Draht von 1 qmm Querschnitt zu zerreißen. So hat z. B. Blei die Zugfestigkeit 2,1, Zinn 2,5, Gold 27, Silber 29, Platin 34, Kupfer 40, Messing 60, Eisen 61, Gußstahl 80 kg. Durch Ausglühen oder Anlassen wird die Zugfestigkeit der meisten Metalle vermindert. Die relative oder Biegezugfestigkeit, d. h. der Widerstand gegen das Zerbrechen durch Biegung, ist bei Balken abhängig von ihrer Länge, von der Größe und Gestalt des Querschnitts, von der Art der Einwirkung auf den Balken und der Art seiner Unterstüzung. Bei gleicher Masse besitzen hohle Balken und Röhren eine größere Bruchfestigkeit. Rückwirkende Festigkeit nennt man den Widerstand gegen das Zerdrücken, Schub- oder Schurfestigkeit den Widerstand gegen die Trennung der Teilchen in seitlicher Richtung, Torsionsfestigkeit den Widerstand gegen das Zerdrehen oder Zerwinden.

Härte heißt der Widerstand, welchen ein Körper dem Ritzen seiner Oberfläche entgegensetzt. Um für die Bestimmung der Härte Anhaltspunkte zu gewinnen, hat Mohs eine Reihe von Mineralien, welche sich in der Natur in unveränderlicher Beschaffenheit vorfinden, als Härteskala aufgestellt, nämlich 1) Talk, 2) Gips, 3) Kalkspat, 4) Flußspat, 5) Apatit, 6) Feldspat, 7) Quarz, 8) Topas, 9) Korund, 10) Diamant. In dieser Reihe ritzt jedes Mineral das vorhergehende und wird von dem folgenden geritzt.

Je nach der Art, wie die Trennung der Teilchen erfolgt, wird das Verhalten der Körper hinsichtlich ihrer Kohäsion verschieden bezeichnet; wird der Zusammenhang nicht sogleich völlig gelöst, sondern geht dem Zerreißen eine beträchtliche und bleibende Gestaltsänderung vorher, so heißt der Körper geschmeidig, dehnbar, biegsam; erfolgt dagegen die Trennung plötzlich und ohne vorausgegangene merkliche Formänderung, so nennt man den Körper spröde. Harte Körper sind in der Regel spröde, weiche dagegen geschmeidig. Die Teile geschmeidiger Körper lassen sich durch