

# Ueber Gleitflächen an Gyps, Antimonglanz, Wis- muthglanz, Auripigment und Cyanit.

Von

**O. Mügge** in Hamburg.

Mit 4 Holzschnitten.

Manche Gyps-Krystalle, welche nach der  $c$ -Axe säulenförmig entwickelt sind, lassen sich in einer Ebene  $\perp \infty P_{\infty}^{\infty} (010)$  verbiegen, und es bleiben dabei, soweit zu bemerken, die Flächen  $\infty P_{\infty}^{\infty} (100)$  sich selbst parallel, wie dies auch an natürlich vorkommenden verbogenen Gyps-Krystallen (z. B. von Friedrichsroda) meist wohl zu sehen ist. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass die Verbiegung nach einer Fläche erfolgt, die genau oder annähernd senkrecht auf  $\infty P_{\infty}^{\infty} (100)$  steht, und in der That ist ja als Fläche leichtester Knickung die Fläche  $\frac{1}{3} P_{\infty}^{\infty} (10\bar{3})$ , welche gegen  $\infty P_{\infty}^{\infty} (100)$  unter einem Winkel von  $87^{\circ} 20'$  (nach hinten) neigt, längst bekannt. (LASPEYRES, TSCHERMAK's M. M. 1875. p. 124, 125 u. REUSCH, das. 1876. p. 67 u. POGG. Annal. 136. 1869. p. 135.) Bei der Untersuchung solcher Gyps-Krystalle fiel mir kürzlich ein Umstand auf, welcher diese Fläche nicht sowohl als Knickfläche, sondern als Gleitfläche charakterisirt.

Stellt  $bac$  (Fig. 1) einen Gyps-Krystall im Durchschnitt senkrecht  $\infty P_{\infty}^{\infty} (010)$  und  $\frac{1}{3} P_{\infty}^{\infty} (10\bar{3})$  vor, auf welchen in den Punkten  $d$  und  $e$  ein Druck ausgeübt wird, während er in  $a$  unterstützt ist, so gelangen die beiden Eaden des Krystalls  $b$  und  $c$  nach dem Biegen nicht etwa in die Lage  $b,,$  und  $c,,$ , sondern nach  $b,$  und  $c,$ , die beiden Arme  $db,$  und  $ec,$ , bleiben also einander parallel, bilden nicht, wie man nach Analogie gebogener

unkrystallisirter Körper erwarten sollte, einen Winkel mit einander. Anstatt langsäulenförmiger Krystalle (Dicke senkrecht  $\infty P \infty$  (010) bis 5 mm), die sich direkt zwischen den Fingern biegen lassen, und bei welchen der Unterschied dieser Biegung gegenüber derjenigen von Holz etc. zu fühlen ist, kann man auch, um an Material zu sparen, nach der  $c$ -Axe säulenförmige Spaltungsstücke von 1—2 mm Dicke, 5 mm Breite und 2—3 cm Länge anwenden; als Unterlage bei  $a$  dann oben zugerundete Holzstückchen benutzen und den Druck bei  $d$  und  $e$  durch zwei kleine Hölzchen, deren Druckfläche 2—5 cm im Quadrat beträgt, vermitteln.

Diese auffallende Erscheinung erklärt sich hinlänglich, wenn man annimmt, dass bei der Biegung sämtliche Flächen  $\frac{1}{3} P \infty$

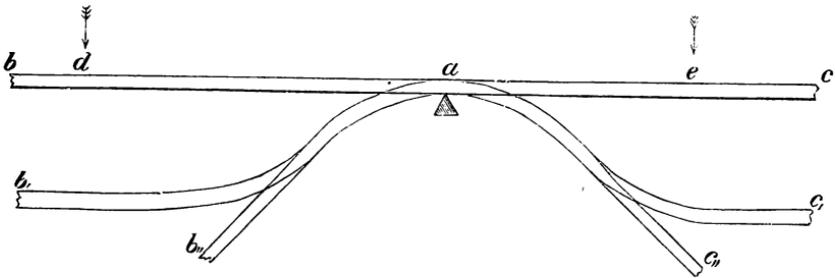


Fig. 1.

(103) ihre Parallelität bewahren, was von vorn herein um so wahrscheinlicher ist, als auch bei andern mechanisch hervorgerufenen Umlagerungen der Molekeln, z. B. am Kalkspath, die Structurflächen erhalten bleiben. Danach lassen sich über die Lagerung der Theilchen nach der Biegung zwei Vorstellungen entwickeln. Die Molekeln des Gypses können in einem Durchschnitt parallel  $m P \infty$  ( $h O \bar{l}$ ) als Eckpunkte von Rechtecken angeordnet gedacht werden; entweder bleiben nun bei der Biegung die Rechtecke erhalten, werden nur parallel sich selbst in  $\infty P \infty$  (010) verschoben (Fig. 2), oder aber, es gehen die Rechtecke bei der Biegung in Parallelogramme über (Fig. 3). Im ersten Falle ersieht man sofort, dass die ausserhalb der Strecke  $de$  (Fig. 1) liegenden Theile von der ganzen Umlagerung unberührt bleiben

werden. Im zweiten Falle müssten, wenn die beiden Enden des Krystalls, ohne die Parallelität der Flächen  $\frac{1}{2}P_{\infty}^{\perp}(10\bar{3})$  aufzugeben (d. h. ohne Bruch zu erzeugen) durch die Biegung in Winkelstellung zu einander kommen sollten, alle Molekeln, über die Punkte *d* und *e* hinaus bis zu den Enden des Krystalls die

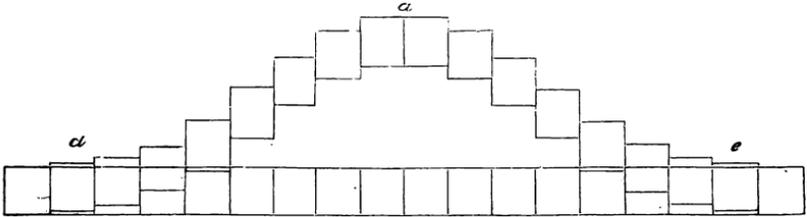


Fig. 2.

gleiche Umstellung erfahren wie an den Biegungsstellen selbst. (Fig. 3, *b''*, *c''*.) Dazu wäre natürlich die Überwindung eines gewissen Widerstands durch äussere Kräfte nothwendig, und da letztere hier fehlen, so muss auch in diesem Falle die Parallelität der Arme *ac*, und *ab*, (Fig. 1) erhalten bleiben.

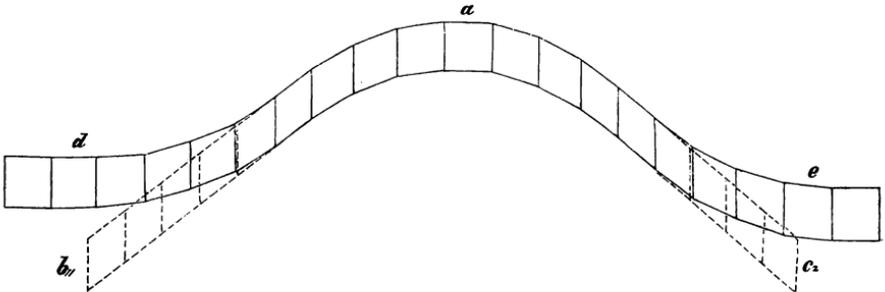


Fig. 3.

Welche von diesen beiden Vorstellungen die richtige sei, schien anfangs sehr rasch zu entscheiden; im ersten Falle musste nämlich der directe Abstand zweier Punkte des Gypsblättchens, welche nicht an der Biegung theilnehmen, unverändert bleiben, im zweiten Falle dagegen musste er sich beim Biegen verkleinern,

beim Zurückbiegen vergrössern. Die Messungen, welche allerdings nur mit einem gewöhnlichen Millimetermassstabe ausgeführt werden konnten, ergaben das letztere; die beobachtete Verlängerung beim Zurückbiegen des Stäbchens betrug bis 6,5 mm. Weitere Untersuchungen zeigten indessen bald, dass aus der Verkürzung des Stäbchens beim Biegen noch nicht die in Fig. 3 gezeichnete Verschiebung folge. Würde nämlich die Biegung

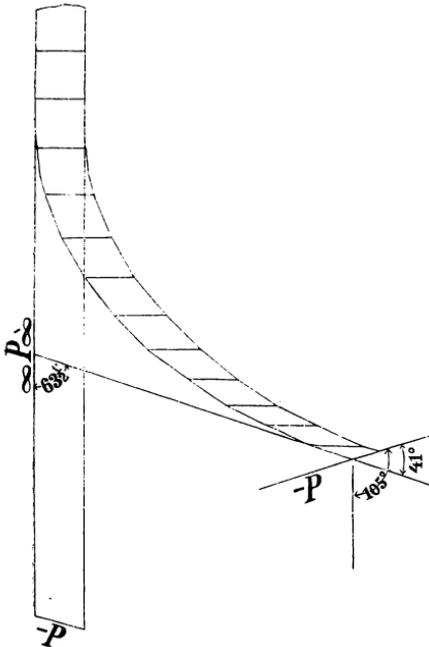


Fig. 4.

des Krystalls ganz nahe am Ende, welches durch eine Fläche  $-P (111)$  begrenzt war, vorgenommen, so erlitt diese eine Verschiebung. Nach der Biegung, welche für  $\infty P \infty (010)$  zu  $63\frac{1}{2}^\circ$  gemessen wurde, fand sich der Winkel dieser  $-P (111)$  Fläche zu dem nicht gebogenen Theil von  $\infty P \infty (010)$  zu  $105^\circ$ , zu dem gebogenen Theil  $41^\circ$ , während er ursprünglich  $71^\circ$  betrug\* (Fig. 4). Diese Thatsache ist ein ganz sicheres Indicium dafür, dass in der That eine Verschiebung, nicht bloß eine Knickung stattgefunden hat, dass aber die letzte auch ins Spiel kommt. Wäh-

rend nämlich für eine Biegung der Fläche  $\infty P \infty (010)$  um  $63\frac{1}{2}^\circ$  der Winkel  $-P : \infty P \infty (111 : 010)$  sich von  $71^\circ$  nur auf  $83^\circ 57'$  nach Rechnung vergrössern dürfte, wurde er, wie oben angegeben, zu  $105^\circ$  gefunden, die Veränderung ist also grösser als sie überhaupt sein könnte, wenn Verschiebung der Molekeln Fig. 3 entsprechend allein eintreten würde (es könnte dann der Winkel von  $-P (111)$  zum unverschobenen Theil von  $\infty P \infty (010)$  nicht

\* Nach NAUMANN-ZIRKEL  $71^\circ 45'$ ; sämtliche Messungen konnten nur mit dem Anlegegoniometer vorgenommen werden.

grösser als  $90^\circ$  werden). Es müssen vielmehr (wenigstens bei dieser, recht weit getriebenen Verbiegung) gleichzeitig zahlreiche kleine Knickungen stattgefunden haben, die zusammen noch eine Drehung der Fläche  $-P$  (111) um  $105^\circ - 83^\circ 57' = 21^\circ 3'$  bewirkten. Damit stimmt auch der Umstand überein, dass man dasselbe Blättchen selten mehr als zweimal biegen und zurückbiegen kann, ohne dass vollständiger Bruch eintritt\*. Knickungen allein haben aber nicht stattgefunden, weil einmal der Winkel von  $-P$  (111) zu dem verbogenen Theil von  $\infty P \infty$  (010), bei dessen Messung jedenfalls nur ganz unbedeutende Knickungen wegen der Kleinheit der  $-P$  (111) Fläche in Betracht kommen, sich von  $71^\circ$  auf  $41^\circ$  verkleinert hatte, und weil ausserdem die Verbiegungen anscheinend mit derselben Leichtigkeit wie an einfachen Krystallen sich auch an Zwillingen nach  $\infty P \infty$  (100) vornehmen lassen, was bei einer Knickung nicht der Fall sein könnte, da die Fläche  $\frac{1}{3} P \infty$  nicht genau senkrecht auf  $\infty P \infty$  (100) steht.

Wenn aber überhaupt Knickung neben Biegung stattfindet, so ist die früher gefundene Verlängerung des Stäbchens beim Zurückbiegen nicht mehr entscheidend für die Fig. 3 entsprechende Vorstellung; folgende Erwägungen führen vielmehr dazu, diese Anschauung zu verwerfen: einmal müsste mit jener Verschiebung eine Änderung des Krystallsystems Hand in Hand gehen, da die Parallelegramme von der Symmetrieebene dann nicht mehr symmetrisch getheilt werden; ferner würden ausser  $\frac{1}{3} P \infty$  ( $10\bar{3}$ ) alle andern Structurflächen weder sich selbst parallel bleiben noch in einander übergehen; endlich, da der Flächeninhalt eines Rechteckes beim Verschieben zum Parallelogramm sich verkleinert, die Anzahl der über diese Fläche vertheilten Massenpunkte aber dieselbe bleibt, so müsste das specifische Gewicht beim Biegen rasch zunehmen, falls nicht eine Vergrösserung des Abstandes der Schwerpunkte der Molekeln einträte, die wenig wahrscheinlich ist; eine Änderung des specifischen Gewichtes des Krystalls durch so geringe Druckkräfte wie die hier angewandten ist aber

---

\* Der Bruch erfolgt gewöhnlich parallel  $P$  ( $11\bar{1}$ ); einige stark verbogene Krystalle von Friedrichsroda zeigen aber auch eine matte Fläche  $\frac{1}{3} P \infty$  ( $10\bar{3}$ ) als Structurfläche.

kaum anzunehmen und directe Versuche, die so angestellt wurden, dass der in der THOULET'schen Lösung gerade schwebende Krystall innerhalb der Lösung durch Glasstäbchen verbogen wurde (um das Eintreten von Luft zwischen die Blätterdurchgänge zu vermeiden), ergaben Gleichheit des specifischen Gewichtes vor und nach der Biegung\*. Ein directer Beweis für die in Fig. 2 dargestellte Verschiebung wurde noch auf folgende Weise versucht: legt man auf das gebogene Gyps-Stäbchen einen Faden, welcher sich allen Krümmungen desselben gut anschmiegt, und misst den directen Abstand zweier an der Verbiegung nicht theiliger Punkte *b* und *c* (Fig. 1), so muss beim Zurückbiegen der Stäbchen in die Ebene der Abstand *b, c*, sich nur entsprechend der gleichzeitig stattgehabten Knickung vergrössern, während die Länge des gespannten Fadens grösser als der Abstand *bc* des geraden Stäbchens sein muss. Die angestellten Messungen ergaben indessen kein entscheidendes Resultat; die Differenzen zwischen der Länge des gespannten Fadens und des geraden Stäbchens betragen nur + 0,5—0,7 mm, liegen also fast innerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler. Trotzdem ist es wohl kaum zu bezweifeln, dass die Fläche  $\frac{1}{3}P\infty$  (103) am Gyps lediglich als Gleitfläche, ihrer Entstehung nach namentlich der des Bleiglanzes vergleichbar, zu betrachten ist, da so tief eingreifende Änderungen der Structur, wie sie die Verschiebung nach Fig. 3 mit sich bringen würde, nicht anzunehmen sind, so lange das Mineral seiner Art nach erhalten bleibt.

Am Cyanit ist schon von M. BAUER (Z. d. D. G. G. 1878, p. 320) die Gleitflächennatur der Basis erkannt, die Verbiegung kann man gerade so wie beim Gyps vornehmen, nur muss man, da die zur Anwendung kommenden Blättchen meist nur klein sind, die Unterlage bei *a* (Fig. 1) und die Druckstifte bei *e* und *d* entsprechend wählen. Nach meinen Versuchen geht die Ver-

---

\* Nimmt man an, dass auch das spec. Gew. des Kalkspathes, nachdem Zwillinglamellen in ihm durch Druck hervorgerufen sind, genau dasselbe ist wie vor Erzeugung derselben, so muss auch das Volumen vorher und nachher gleich gross sein, so dass sich auch von diesem Gesichtspunkte aus ergibt, dass aus dem Grundrhomboëder bei der Verschiebung mindestens eine ihm inhaltsgleiche Form entstehen muss. Derselben Bedingung müssen natürlich auch die Combinationen genügen.

biegung am besten bei Blättchen von ca.  $\frac{1}{2}$ —1 mm Dicke und einer Länge von mehr als 10 mm vor sich; indessen findet weit leichter als beim Gyps Knickung und Bruch statt.

Noch an einer Reihe anderer Mineralien lässt sich die gleiche Verbiegung wie bei Gyps vornehmen, nämlich an den Gliedern der Antimonglanzgruppe, am schönsten am Antimonglanz selbst. Als Gleitfläche fungirt bei ihm, wie schon SELIGMANN (dies. Jahrb. 1880. I. p. 137) hervorhob, die Fläche  $\infty P$  (001), die Verschiebung erfolgt senkrecht zur Hauptspaltfläche  $\infty P\infty$  (010), also völlig analog wie bei Bleiglanz, Gyps und (annähernd) Cyanit. Die beim Antimonglanz angewandten Blättchen hatten eine Dicke von 1 mm bei einer Seitenlänge von 10—15 mm, indessen lässt sich der Versuch an noch viel kleineren Blättchen anstellen, ganz dünne brechen allerdings; die Bruchfläche, welche man auch an grösseren Krystallen durch rasches Biegen bloss legen kann (vergl. auch SELIGMANN, l. c.), ist  $\infty P$  (001), vielfach gestreift parallel  $\infty P\infty$  (010). Das Material wurde einer prachtvollen Krystallgruppe von Japan entnommen, deren bis 45 cm lange Krystalle vielfach eine ähnliche Krümmung in einer Ebene senkrecht  $\infty P\infty$  (010) wie Gyps senkrecht  $\infty P\infty$  (010) zeigen, sie bewirkt auf den Spaltflächen offenbar die bekannte horizontale Streifung. Späthige Massen von Auripigment vom Banat verhalten sich ebenso, wenn auch gute Präparate viel schwieriger zu erhalten sind; Kryställchen von Wismuthglanz von Altenberg und Cornwall zeigen wenigstens die gleiche Krümmung und Streifung; Versuche wurden an ihm der Kostbarkeit des Materials wegen nicht angestellt.

Übersehen wir zum Schluss die Mineralien, an welchen bis jetzt Gleitflächen beobachtet sind: Glimmer, Steinsalz, Cyanit, Bleiglanz, Gyps, Antimonglanz, Wismuthglanz, Auripigment, sowie Kalkspath und Natronsalpeter (deren Flächen  $\infty P2$  (11 $\bar{2}$ 0) wahrscheinlich hierher gehören), so lässt sich eine gewisse Gesetzmässigkeit in dem Auftreten der Gleitflächen und in ihrer Lage nicht verkennen. Das Vorkommen der Gleitflächen scheint bisher beschränkt zu sein auf Mineralien mit grossen Unterschieden der Cohäsion in verschiedenen Richtungen, d. h. mit vollkommener Spaltbarkeit; das wird aber nur daher rühren, dass sie an allen andern weit schwieriger aufzufinden sind; dann aber liegen die

Gleitflächen, soweit es die Symmetrie des Systems zulässt, symmetrisch, bez. senkrecht zu den Hauptspaltflächen. Da nun senkrecht zu den letzteren ein Minimum von Cohäsion herrscht, so darf man wohl annehmen, dass senkrecht zu den Gleitflächen die Cohäsion im Allgemeinen besonders gross sein wird, was die EXNER'schen Untersuchungen über die Härte der Krystalle in verschiedenen Richtungen meist bestätigen. Eine Trennung der Molekeln parallel den Gleitflächen wird daher besonders schwer zu bewirken sein, die Verschiebung dagegen nicht schwerer als parallel irgend einer andern Fläche vor sich gehen. Ein Druck, welcher in beliebiger Richtung wirkend, eine Zertrümmerung des Krystalls bewirken würde, wird also, wenn er parallel der Gleitfläche wirkt, nur eine Verschiebung, nicht vollständige Trennung der Molekeln zur Folge haben, und insofern würden Gleit- und Spaltflächen im Gegensatz zu einander stehen.

Hamburg, Naturhistorisches Museum, im März 1883.

---