

Ueber künstliche Zwillingsbildung durch Druck am Antimon, Wismuth und Diopsid.

Von

O. Mügge in Hamburg.

In diesem Jahrbuch (1884. II. 40, 1886. I. 154 u. 155) wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Zwillingslamellen des Antimons nach $-\frac{1}{2}R \times (01\bar{1}2)$ und wahrscheinlich auch diejenigen des Wismuth nach derselben Fläche, sowie des Diopsid nach OP (001), secundärer Entstehung seien. Es ist kürzlich gelungen, dies durch das Experiment zu bestätigen.

Wismuth und Antimon.

Die auf bekannte Weise (Abgiessen des flüssigen Theiles von der halberstarrten Schmelzmasse im Tiegel) dargestellten Wismuth-Rhomboëder sind zum grössten Theil frei von Zwillingslamellen parallel $-\frac{1}{2}R \times (01\bar{1}2)$; wo solche vorhanden, sind sie auf derjenigen Rhomboëderfläche, welche der Zwillingsfläche gegenüberliegt, ebenfalls vom Hauptrhomboëder begrenzt ($R : R (10\bar{1}1 : \bar{1}101) = 173^\circ 5'$ gemessen (Mittel), berechnet nach G. ROSE $175^\circ 20'$), ebenso auf den seitlichen Rhomboëderflächen, wo aber Lamellen und Hauptkrystall gleichzeitig einspiegeln, so dass die Spur der Lamellen nur noch eben zu verfolgen ist. Auf der Spaltfläche $-2R \times (02\bar{2}1)$ lassen sich die Lamellen allerdings ganz gut erkennen, aber ihre Begrenzungsflächen sind wegen der faserigen Beschaffenheit dieser Spaltflächen nicht zu ermitteln. Stellt man die Endfläche

durch Spaltung dar, so finden sich hier meist sehr viele Lamellen, welche aber von $-2R \times (02\bar{2}1)$ begrenzt sind. Im Mittel wurde gemessen: $OR : -2R (0001 : 02\bar{2}1) = 177^\circ 18'$ ($-2R \times (02\bar{2}1)$ geneigt im Sinne eines negativen Rhomboeders am Hauptkrystall); (berechnet $177^\circ 41'$). Diese Begrenzung ist aber deshalb für secundäre Zwillingsbildung am Wismuth nicht entscheidend, weil $-2R \times (02\bar{2}1)$ ebenso wie $OR \times (0001)$ eine sehr gute Spaltfläche ist, also nicht durch Umlagerung der Endfläche entstanden zu sein braucht. Krystallflächen $OR \times (0001)$, welche eine Entscheidung nach der Begrenzung der Lamellen gestattet hätten, waren an keinem Krystall vorhanden. Ebenso lässt sich hier aus der Gleichheit der Nebenreflexe der Lamellen und der nächst liegenden Theile des Hauptkrystalls deshalb kein Schluss auf secundäre Zwillingsbildung ziehen, weil die Krystalle sich ausserordentlich leicht verbiegen, und die dann entstehenden Abweichungen aus der normalen Lage auch meist für Lamelle und Hauptkrystall gleich sein werden; diese Verbiegbarkeit ist so gross, dass die Reflexe des Hauptkrystalls wie der Lamelle noch bis 1° differiren, auch wenn nur Bruchtheile eines Quadratmillimeters der Endfläche reflectiren und die diesen Theil durchsetzende Lamelle nicht mehr als $\frac{1}{8}$ mm. breit ist. Es blieb mithin nur das Experiment zum Nachweis der Möglichkeit, Umlagerungen in Zwillingsstellung einzugehen, übrig.

Beim Wismuth genügt meistens ein Schlag auf die Polkante des Rhomboeders, um parallel der horizontalen Diagonale der anliegenden Flächen verlaufende Zwillingslamellen hervortreten zu lassen; diese sind indessen so fein, dass sie nur mit starker Lupe gut zu sehen sind, Messungen auch nicht möglich waren. Auf der Endfläche werden sie deutlicher, wenn man einen unten abgeplatteten Eisenstift auf eine (vorher von Lamellen fast oder ganz freie) Stelle derselben presst. Es entsteht eine Figur ähnlich der Druck- und Schlagfigur des Glimmers, indessen viel feiner; dass diese Streifen aber nicht nur Fältelungen der Endfläche sind, geht daraus hervor, dass die parallel verlaufenden sämtlich gleichzeitig einspiegeln und stets im Sinne eines negativen Rhomboeders gegen die Basis des Hauptkrystalls neigen. Der Winkel $OR : -2R (0001 : 02\bar{2}1)$ wurde im Mittel gemessen zu

177° 40'. Die Leichtigkeit, mit welcher diese, allerdings sehr feinen Lamellen entstehen, macht es wahrscheinlich, dass das häufige Auftreten derselben auf basischen Spaltflächen, auch bei sonst fast lamellenfreien Krystallen nur eine Folge des beim Spalten ausgeübten Druckes ist. Ausser Zwillingslamellen entsteht auf der Basis häufig noch eine feine Fältelung parallel den Zwischenaxen, wie sie sich zuweilen auch auf den Endflächen des Korund findet.

Beim Antimon, wo die abweichende Begrenzung der Lamellen auf OR \times (0001) schon constatirt wurde, und das nächst spitzere Rhomboëder eine viel weniger gute Spaltfläche ist als die basische Endfläche, wird schon dadurch die secundäre Entstehung der Lamellen sehr wahrscheinlich. Die auf OR \times (0001) auf gleiche Weise wie bei Wismuth erzeugten Lamellen sind noch feiner als dort, so dass sie keine Messung gestatten; nur das gleichsinnige Einfallen der Begrenzungsflächen im Sinne eines negativen Rhomboëders ist zu constatiren.

Vielleicht hängt die grosse Sprödigkeit oder doch geringe Festigkeit dieser Metalle (selbst des im Übrigen so biegsamen Wismuths) mit dieser Zwillingsbildung zusammen. Die durch jeden etwas stärkeren Stoss bewirkten molekularen Umlagerungen müssen offenbar den Zusammenhang der Masse sehr auflockern.

Diopsid.

Um an diesem Mineral Zwillingslamellen nach OP (001) hervorzubringen, wie sie sich an den natürlichen verbogenen Krystallen finden, wurde ein Verfahren eingeschlagen ganz ähnlich demjenigen, welches DAUBRÉE (Synthetische Studien zur Experimental-Geologie, deutsche Übersetzung pag. 320) anwandte, um die Verdrückungen und Zerreibungen von Versteinerungen in gefalteten Sedimenten nachzuahmen. Die unter der Lupe und dem Microscop als Lamellen-frei befundenen Krystalle (von Ala, Achmatowsk) wurden in Blei eingegossen und zwischen den Backen eines kräftigen Schraubstockes gepresst. Beim Einbetten giesst man zunächst die cylindrische, nach unten schwach konisch zulaufende Gypsform halb voll, taucht den Krystall mittelst einer Pinzette so lange hinein,

bis das Blei ziemlich erstarrt ist und giesst dann die Form ganz bis oben hin voll. Der Krystall (3—6 mm. lang, halb so dick) wurde dabei so orientirt, dass sowohl OP (001) wie $\infty P \infty$ (100) gegen die obere und untere Fläche des Cylinders geneigt waren. Giebt man dem Blei-Cylinder einen Durchmesser von ca. 20 mm., eine Höhe von 15 mm. (ca. 60 gr. Blei), so kann man in einem starken Schraubstock auf die beiden Grundflächen des Cylinders mindestens einen Druck von ca. 500 Atmosphären ausüben und wird die Höhe des Bleicylinders leicht um die Hälfte durch Breitdrücken verringern. Um den gepressten Krystall wieder zu isoliren, bringt man das Blei einfach wieder zum Schmelzen; der Krystall schwimmt dann, von einer mit Säuren oder dem Messer leicht entfernbaren Bleioxydschicht überzogen an der Oberfläche und lässt sich mit der Pinzette fortnehmen.

Zahlreiche Versuche haben gezeigt, dass die Wirkung des Druckes, wahrscheinlich wegen der stark variirenden Bewegung des Bleies, vielleicht auch in Folge wenig engen Anschliessens seiner Masse an die Oberfläche des Krystalls, eine sehr verschiedene ist. Zuweilen konnte ein Krystall drei mal gepresst werden, ohne irgend welchen Bruch oder Lamellen zu zeigen; in andern Fällen, bei nicht stärkerem Zusammenpressen war der Krystall fast wie zermalmt. In den wenigsten Fällen wirkte der Druck so glücklich, dass Zwillingumlagerungen entstanden und zugleich Theile der ursprünglichen Oberfläche intäct erhalten waren. In allen Fällen dagegen zeigten die Bruchstücke Absonderungsflächen OP (001), auch wenn in Zwillingstellung nach derselben Fläche befindliche Theile an dem zertrümmerten Krystall nicht aufzufinden waren; es ist demnach anzunehmen, dass, wenn Zwillinglamellen nach der Endfläche unter den gegebenen Bedingungen entstehen, meist auch zugleich Absonderung nach dieser Fläche stattfindet, so bald der Krystall von seiner Hülle befreit wird.

Besonders schwierig ist es, zu constatiren, ob der angewandte Krystall vor dem Pressen wirklich ganz frei von Lamellen parallel OP (001) ist. Dass solche auf der Oberfläche nicht austreten, ist allerdings bei genauer Untersuchung mit einer starken Lupe bald zu erkennen; nach der Zerspaltung so Lamellen-frei befundener Krystalle nach ∞P (110)

liessen sich aber trotzdem öfter im Innern wenige feine Lamellen wahrnehmen (die allerdings, wie sich unten zeigen wird, vielleicht erst in Folge des zum Zerspalten angewandten Druckes entstanden sind). Die zum Versuch bestimmten Krystalle wurden daher meistens vorher nach ∞P (110) durchgespalten, die eine Hälfte gepresst, die zweite zum Vergleich mit derselben zurückgelegt. Natürlich sind aber auch so ganz sichere Resultate nicht zu erzielen, da die eine Krystallhälfte immer mehr Zwillingslamellen, deren optische Wirkung sich wegen der Dicke des Krystalls der Beobachtung entzieht, enthalten kann, als die zweite; als entscheidend konnten daher schliesslich nur diejenigen Fälle angesehen werden, in welchen die äusseren, vorher genau untersuchten und als frei von Lamellen befundenen Flächen des Krystalls erhalten und nun nachher von Zwillingslamellen durchsetzt waren. In solchen glücklichen Fällen war es zugleich möglich, auch vollkommen sicher nachzuweisen, dass, wie früher schon vermuthet wurde, bei Zwillingsbildung nach OP (001) die (die zweite Zwillingsfläche ∞P (100) und ∞P (010) enthaltende) Säulenzone als Grundzone fungirt, alle ihre Flächen also ihr Zeichen behalten. Sonst wird allgemein hkl zu $hk\bar{l}$.

Es wurden an einer Reihe von Präparaten zwischen den umgelagerten und ursprünglichen Krystall- (nicht Spalt-) Flächen und diesen und der Absonderungsfläche OP (001) die folgenden Winkel gemessen (die mit * bezeichneten Messungen sind für die Lamellen Schimmermessungen):

No.	Vor der Umlagerung:			Nach der Umlagerung:		
	Zeichen	Gemessen	Berechnet ¹	Zeichen	Gemessen	Berechnet ¹
1	001 : 310	105° 7'	105° 5'	001 : 310	103° 33'	105° 5'
2*	: 110	101 38	100 57	: 110	100 5	100 57
3*	0 $\bar{1}0$:	43 36	43 32½'	0 $\bar{1}0$: 110	42 50	43 32½'
4*	: 310	70 38	70 40	: 310	70 13	70 40
5*	001 : 1 $\bar{1}0$	79 9	79 3	001 : 1 $\bar{1}0$	80 22	79 3
6	: 110	99 54	100 57	: 110	101 43	100 57
7	: 111	145 54	146 10	: 11 $\bar{1}$	138 4	137 52
8	: 110	100 49	100 57	: 110	100 54½'	100 57
9*	: 22 $\bar{1}$	114 43	114 29	: 221	130 11	130 7
10	: 100	105 53	106 1	: 100	105 46	106 1
11	0 $\bar{1}0$: 110	43 5 u. 25½'	43 32½'	0 $\bar{1}0$: 110	43 8 u. 33'	43 32½'
12	: 310	70 42 u. 18'	70 40	: 310	70 55	70 40
13	: 100	89 34	90	: 100	89 25	90
14	: 1 $\bar{1}0$	136 17	136 27½'	: 1 $\bar{1}0$	136 15	136 27½'
15	001 : 1 $\bar{1}0$	78 53	79 3	001 : 1 $\bar{1}0$	79 38	79 3
16	:	79 14	—	:	79 11	—
17	:	79 41	—	:	78 52	—
18	: 3 $\bar{1}0$	75 45	74 55	: 3 $\bar{1}0$	74 26	74 55
19	0 $\bar{1}0$: 110	43 42	43 32½'	0 $\bar{1}0$: 110	43 33	43 32½'
20	: 310	70 46	70 40	: 310	70 45½'	70 40
21	: 110	43 19	43 32½'	: 110	43 19	43 32½'
22	: 1 $\bar{1}0$	136 5	136 27½'	: 1 $\bar{1}0$	136 3	136 27½'
23	110 : 1 $\bar{1}0$	87 1	87 5	110 : 1 $\bar{1}0$	86 58	87 5
24	: 1 $\bar{1}0$	92 47	92 55	: 1 $\bar{1}0$	92 53	92 55
25	00 $\bar{1}$:	100 33	100 57	00 $\bar{1}$:	100 52	100 57
26	:	100 42	—	:	100 55	—
27	:	102 18	—	:	99 16	—
28	: 110	79 12	79 3	: 110	79 7	79 3
29	: 22 $\bar{1}$	65 25	65 31	: 22 $\bar{1}$	50 18	49 53

Bemerkungen zu vorstehender Tabelle.

- Die Bilder von 100 und $\bar{1}00$ sind beide gleichmässig verzerrt senkrecht zur Zone.
- Die Flächen 110 und $\bar{1}10$ geben je zwei Bilder, deren Abstand 31' bez. 25' ist; je zwei neigen zugleich unter demselben Winkel gegen dasselbe Bild von 0 $\bar{1}0$.
- Auf 100 und $\bar{1}00$ ausserdem Vicinalbilder, welche undeutlicher sind; die angegebenen Hauptreflexe weichen nach derselben Seite und ungefähr gleich viel vom normalen Werth ab.
- Der Reflex auf 110 wie auf $\bar{1}10$ ganz gut; die Abweichungen vom normalen Werth liegen nach derselben Seite und sind nahezu gleich.

¹ Nach DES-CLOIZEAUX.

17. Die grossen Abweichungen sind durch schlechte Beschaffenheit von 001 veranlasst.
20. Beide Reflexe sind sehr gut zu messen; die gleiche kleine Abweichung nach derselben Seite ist also wohl nicht zufällig.
21. Die Werthe weichen bedeutend und nach derselben Seite vom Normalen ab, obwohl die Bilder von 110 und 110 sehr gut sind.
22. Ebenso wie vorher.
23. Während die Bilder von 110 und 110 ganz einfach und gut sind, gibt 110 zwei Bilder; dem entsprechend ist 110 auch nicht ganz einfach, sondern in die Breite gezogen.

Von Interesse ist, dass sich in den wenigen glücklichen Fällen, wo die Endflächen erhalten und von Lamellen durchsetzt waren, auch der Übergang der positiven Hemipyramiden in die gleichen negativen und umgekehrt nachweisen liess (Nr. 7, 9, 29). — Eine besondere Besprechung verdienen noch die Messungen Nr. 6 und 27. In beiden Fällen weichen die gemessenen Winkel von den berechneten bedeutend ab. Da die Flächen 001 zu den übrigen Flächen der Säulenzonen unter den normalen Winkeln neigt, muss die grosse Differenz durch abnorme Lage von 110 bez. 110 veranlasst sein. Im Falle Nr. 6 liegt danach genau genommen nicht eine Säulenfläche, sondern eine steile positive Hemipyramide vor, welche demnach in die analoge negative Hemipyramide übergehen muss. Dem entspricht nun auch der gemessene Winkel; statt $102^{\circ} \frac{1}{2}'$, wie er sich aus dem gemessenen Winkel berechnet, wurde $101^{\circ} 43'$ gemessen, die Differenz ist also nur $17\frac{1}{2}'$, während die Abweichung vom normalen Werth $46'$ beträgt. Im Falle Nr. 27 liegt genau genommen eine steile negative Hemipyramide vor; die gleiche positive müsste zu ∞P (001) unter $99^{\circ} 36'$ neigen, während $99^{\circ} 16'$ gemessen wurde (der normale Werth dagegen wäre $100^{\circ} 57'$ für ∞P (110)).

Der Umstand, dass Krystalle, welche nach genauer Untersuchung mit einer starken Lupe auf der Oberfläche, und unter dem Microscop auch im Innern, keine Lamellen erkennen liessen, nach der Zerspaltung parallel ∞P (110) in der Krystallpresse gleichwohl solche im Innern (die Oberfläche war meist sehr verletzt) und zwar in der Nähe der gepressten Stellen aufwiesen, führte zu der Vermuthung, dass schon ein solcher Druck vielleicht hinreichen möchte, Zwillinglamellen zu er-

zeugen; was sich denn auch bestätigte. An Krystallen, welche so in die Krystallpresse gebracht wurden, dass der Druck etwas schräg zur Verticalaxe wirkte, entstanden nicht nur Absonderungsflächen OP (001), sondern auch Lamellen; die Messung Nr. 29, wo sogar eine Endfläche in der Nähe der gepressten Stelle umgelagert ist, wurde an einem solchen Krystall ausgeführt. — Eine dritte, vielleicht die directeste Methode, die Lamellen hervorzubringen, welche aber bisher wenig gute Resultate ergab, besteht darin, dass man Krystalle mit einer Fläche $\infty P \infty$ (100) auf eine Unterlage von Carton legt und nun den Rücken eines Messers in der Richtung der Orthoaxe fest gegen den Krystall presst. In allen Fällen ist aber zur Darstellung der Lamellen weit mehr Geduld nothwendig als beim Kalkspath; von zehn Versuchen können leicht neun ergebnisslos endigen.

Dass durch Druck auch Zwillinglamellen nach $\infty P \infty$ (100) entstehen, wurde nicht bemerkt; es ist dies desshalb schwierig zu constatiren, weil sich in den Spaltstückchen nach ∞P (110) die verzwilligten Theile stets überlagern, Spalt-
risse auch ähnliche optische Wirkungen ausüben können wie eingelagerte Lamellen und die angewandten Krystalle ausserdem zum grössten Theil schon vorher Lamellen nach $\infty P \infty$ (100) enthielten. Es ist aber bemerkenswerth, dass die letzteren öfter durch OP (001) begrenzt sind; es wird dadurch ein causaler Zusammenhang zwischen der Zwillingbildung nach OP (001) und $\infty P \infty$ (100) noch um so wahrscheinlicher.

In optischer Hinsicht liess sich für die Lamellen parallel OP (001) meist nur ermitteln, dass an den von ihnen durchsetzten Stellen die Auslöschung zu keiner Zeit vollständig war; nur in wenigen Fällen waren die untersuchten Blättchen so dünn, und die Lamellen so breit, dass ihre eigene optische Wirkung nicht durch die der darüber oder darunter lagernden Theile gestört wurde.

Zahlreiche, an anderen Mineralien angestellte Versuche, Zwillingbildung unter den gleichen Bedingungen hervorzurufen, haben bisher keinen Erfolg gehabt, obwohl manchmal die Wirkungen einer Bewegung unter hohem Druck sehr deutlich zu erkennen waren. Die Krystalle oder Spaltungsstücke wurden dabei meist in Zinn eingeschmolzen, sowohl wegen

seines niederen Schmelzpunktes als seiner grösseren Widerstandsfähigkeit gegen Druck; auch scheint sich dieses Metall, wohl in Folge des ersten Umstandes, besser als Blei an die Präparate anzulegen. Der gegossene Cylinder wurde dann im Schraubstock oder durch Hammerschläge bis etwa auf die Hälfte oder $\frac{2}{3}$ der ursprünglichen Höhe verdrückt.

Anhydrit-Spaltstücke erhielten so eine deutliche Fältelung auf $\infty P \infty$ (100) parallel der Kante von $\infty P \infty$ (010).

Bleiglanz-Würfel, bei welchen vor der Pressung (unter Berücksichtigung der äussersten Nebenbilder) der Winkel zweier Spaltflächen kaum um 1° von 90° abwich, erschienen nachher Rhomboëdern von 110° — 120° Polkantenwinkel ähnlich; und zwar war dies nicht etwa dadurch bewirkt, dass viele kleine Würfelchen in nicht mehr ganz paralleler Lagerung sich gruppirt, sondern durch Änderung des Spaltungswinkels aller einzelnen Theile; so dass also die Spaltflächen an verschiedenen Theilen des gepressten Stückes noch ziemlich gleichzeitig einspiegelten. In anderen Fällen war eine erdig-mulmige, aber noch ziemlich stark zusammenhängende Masse entstanden, in der ebenfalls die Spaltflächen noch zugleich reflectirten; in noch andern erschienen die Spaltflächen gefältelt parallel einer andern Würfelfläche und namentlich oft stark windschief verbogen (die äussersten Reflexe lagen um 20° aus einander) und zeigten dabei nur ganz unbedeutende krummlinig verlaufende Risse. Wenn man bedenkt, ein wie sprödes Material sonst Bleiglanz ist, sollte man meinen, dass Kräfte, welche eine derartige mindestens nahezu „bruchlose Umformung“ zu Stande brachten, auch hinreichen sollten, Zwillingbildungen nach 40 (441) oder 303 (131) zu bewirken, falls der Bleiglanz solcher Umlagerungen überhaupt fähig ist. Es wurde aber nichts davon bemerkt, auch keine Absonderung nach ∞O (110) oder O (111). Möglicherweise ist die Ursache, des Misserfolges hier in der unrichtigen Orientirung der Krystalle gegen die Druckrichtung zu suchen; letztere ist indessen, da bei der bisher angewandten Methode ein Ausweichen des Metalls nach allen Richtungen senkrecht zur Pressungsrichtung stattfinden kann, für die inneren Theile schwer zu bestimmen.

Hamburg, Naturhistorisches Museum, Mai 1885.

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: 1886

Band/Volume: [1886](#)

Autor(en)/Author(s): Mügge Johannes Otto Conrad

Artikel/Article: [Ueber künstliche Zwillingbildung durch Druck am Antimon, Wismuth und Diopsid 183-191](#)