Ueber neue Structurflächen an den Krystallen der gediegenen Metalle[1].

Von

O. Mügge in Königsberg i. Pr.

Mit 6 Figuren.

Nachdem an zahlreichen Krystallen Translationsvermögen nachgewiesen war (dies. Jahrb. 1898. I. 71), schien es von Interesse, in dieser Hinsicht namentlich auch die Krystalle der Metalle zu prüfen, da diese in ihren Cohäsionseigenschaften wie in vielen anderen erheblich von den gewöhnlichen Krystallen abweichen. Die Untersuchung musste wegen Mangels geeigneten Materials zunächst auf die ganz geschmeidigen und sogen. spröden Metalle beschränkt werden; von Vertretern einer mittleren Stellung in dieser Hinsicht konnten vorläufig nur Eisen und Iridosmium in Betracht gezogen werden. Auch bei den hier untersuchten wäre reichlicheres und besseres Material sehr erwünscht gewesen.

1. Gold.

An Krystallen von Gold bemerkt man u. d. M., vielfach auch schon mit guter Lupe, sehr feine Streifen, welche auf den Würfelflächen nach ihren Diagonalen, auf den Oktaëderflächen nach ihren Seiten und auf den Rhombendodekaëderflächen nach ihren langen Diagonalen und senkrecht zu ihren Seiten verlaufen. Feine Streifen nach anderen Richtungen

---

[1] In abgekürzter Form bereits veröffentlicht in den Nachr. v. d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. 1899. Heft 1.

kommen nicht vor, sie entsprechen also in ihrer Gesammtheit den Spuren der Oktaëderflächen auf den genannten Formen. Nur ungerollte Krystalle mit glänzenden Flächen zeigen sie, solche mit schwärzlichem oder anderem Überzug werden auch durch Putzen zur Beobachtung nicht tauglich, da selbst vorsichtiges Reiben mit weichem Leder die Streifen bald verwischt. Sie erscheinen meist massenhaft, in dicht gedrängten Schaaren einander parallel ziehend oder sich durchkreuzend, und die gröberen und feineren mikroskopischen Sculpturen der Flächen durchsetzend, sie häufen sich namentlich auf verbogenen Theilen, wo die Oberfläche ganz daraus gewissermaassen zusammengesetzt erscheint[1], sind aber so fein, dass es selbst u. d. M. nur selten gelingt, einen einzelnen Streifen von einer Fläche auf die benachbarten zu verfolgen. Am Goniometer geben sie keinen Reflex, auch nach welcher Seite ihre Begrenzungselemente geneigt sein könnten, bleibt unentschieden. Ihre Spuren verschwinden beim Behandeln mit Königswasser, anstatt wie bei Zwillingslamellen, während der Auflösung zeitweilig stärker hervorzutreten.

Dieses Verhalten macht es höchst wahrscheinlich, dass man es hier mit Translationsstreifen zu thun hat, und zwar wären die Translationsflächen T = {111}. Um sie genauer zu verfolgen, empfiehlt sich die Beobachtung u. d. M. mittelst Verticalilluminator (eventuell mit künstlicher greller Beleuchtung oder auch mit solcher Einstellung des totalreflectirenden Prismas, dass die Fläche nur noch eben etwas spiegelt). Um die Streifen auf zwei aneinander stossenden Flächen gleichzeitig übersehen zu können, kippt man das Mikroskop so weit, dass die nicht parallel dem Mikroskoptisch liegende Fläche das Licht direct reflectirt. Zuweilen empfiehlt sich auch die Benutzung des kleinen Klein'schen Drehapparates.

Besonders bequem zu demonstriren ist die Streifung an den nach einer Fläche {111} tafeligen (und meist danach auch verzwillingten) Goldblättchen von Vöröspatak. Die Streifen

[1] Indessen ist die Streifung nicht auf allen krummen Täfelchen zu erkennen, es mögen also manche davon krumm gewachsen, oder ihre Streifung durch spätere Anwachsschichten oder Lösung entfernt sein. Biegt man derartige Täfelchen aber vorsichtig zwischen zwei Objectgläschen eben, so bedecken sie sich mit zahllosen Streifen.

sind nicht allein auf der Tafelfläche selbst, sondern auch auf den Flächen der kleinen ihr aufgesetzten dreiseitigen, von Flächen {110} begrenzten und meist stark parallel zur Hauptfläche abgestumpften Pyramiden gut zu sehen (Fig. 1). Hier gelingt es auch öfter, einen einzelnen Streifen von {111} auf {110} zu verfolgen und also eine Fläche {111} direct als Einlagerungsfläche festzustellen. An sehr kleinen ($1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{2}$ mm) Krystallen von Beresowsk der Combination {111}, {101}, {001}, {421} war ferner besonders gut zu sehen, dass die Lamellen

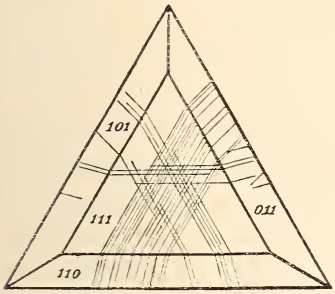

Fig. 1.

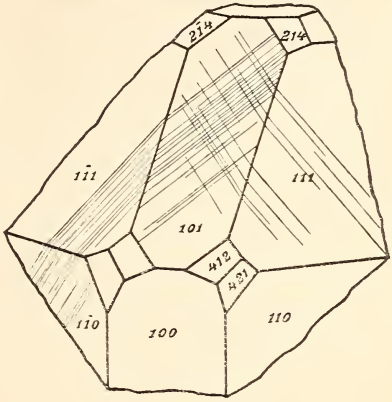

Fig. 2.

auf (101) in der That z. Th. parallel den Combinationskanten zu (214) und (2$\bar{1}$4) verliefen (Fig. 2).

Die Translationsrichtung t zu ermitteln, ist mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft. Eine einzelne Lamelle über hinreichend viele verschiedene Flächen zu verfolgen, um festzustellen, auf welcher ihre Spur verschwindet, ist schon wegen der unvollständigen Ausbildung der Krystalle nicht möglich; abgesehen davon ist man bei der Feinheit der Streifen nie ganz sicher, auf der Nachbarfläche genau dieselbe Lamelle wieder zu beobachten; ferner kann wegen des ungleich hohen Glanzes dieselbe Lamelle auf einer Fläche noch gut erkennbar sein, auf der etwas rauheren Nachbarfläche dagegen nicht mehr; endlich brauchen die Lamellen auch nicht beliebig weit fortzusetzen, sondern können auskeilen. Man musste sich daher damit begnügen, Complexe vieler paralleler Streifen aufzusuchen, von denen man sich nach ihrem Verlauf überzeugt

hatte, dass sie derselben Oktaëderfläche parallel lagen. Aber auch dann wird die Bestimmung der Translationsrichtung noch dadurch erschwert, dass die Streifen desselben Complexes sich hinsichtlich t verschieden verhalten können, da jeder Oktaëderfläche mindestens drei gleichwerthige Richtungen t zukommen müssen. Nun ist es aber als wahrscheinlich anzunehmen, dass Lamellen, welche längs derselben Oktaëderfläche dicht geschaart ziehen, durch denselben Stoss entstanden sind, und also auch die gleiche Translationsrichtung haben, dass also auch alle Lamellen eines solchen Complexes oder wenigstens die allermeisten, auf Flächen derselben Zone, nämlich ihrer Zone t verschwinden werden. Das ist nun in der That an mehreren Krystallen von Beresowsk der Fall; die Spuren der Lamellencomplexe verschwinden auf Flächen der Zone der Oktaëderkanten, es ist also sehr wahrscheinlich t = [110].

An einem der oben erwähnten Kryställchen von Beresowsk ist ein der Fläche $(\bar{1}\bar{1}1)$ paralleler Lamellencomplex ganz deutlich zu verfolgen auf den Flächen $(1\bar{1}0)$, $(1\bar{1}1)$, (101) (Fig. 2), dagegen ist auf (111) keine Spur von ihnen zu sehen, obwohl die Lamellen über spindelförmige Erhöhungen der Fläche (101) bis unmittelbar an die Kante zu (111) fortsetzen. Auf (214) und (011) treten die Lamellen allerdings auch nicht auf, indessen ist hier die Flächenbeschaffenheit auch eine sehr ungünstige. An einem anderen Krystall unbekannten Fundortes war ein Lamellencomplex parallel (111) gut zu sehen auf $(1\bar{1}1)$, (101) und $(0\bar{1}1)$, dagegen keine Spur mehr auf (001) und $(\bar{1}\bar{1}1)$, obwohl deren Oberflächenbeschaffenheit für die Beobachtung sehr günstig ist (Fig. 3, Projection auf (001)). Derselbe Krystall zeigt auch reichlich Lamellen parallel $(1\bar{1}1)$, welche auf $(\bar{1}\bar{1}1)$ und (001) deutlich zu verfolgen sind und also auf (101) verschwinden müssten. Das letztere festzustellen ist aber wegen der vielen Lamellen // (111), welche ihnen auf (101)

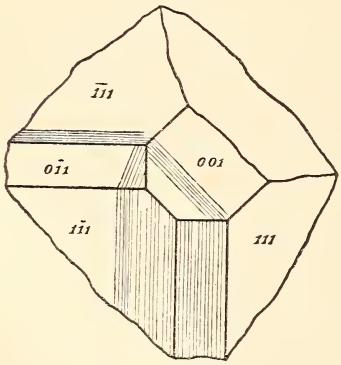

Fig. 3.

parallel ziehen, nicht möglich, und so wie hier bleibt die Bestimmung von t in den allermeisten Fällen zweifelhaft. Es erscheint daher gar nicht ausgeschlossen, dass Beobachtungen an reicherem Material auch noch andere Translationsrichtungen ergeben.

Die allgemeine Verbreitung der Streifen auf nahezu allen Goldkrystallen, auch solchen mit nicht merklich verbogenen Flächen, macht es wahrscheinlich, dass sie ausserordentlich leicht entstehen. In der That zeigt der Versuch, dass sie schon nach leichtem Druck so massenhaft vorhanden sind, dass der Reflex der Fläche darunter leidet. Die Lamellen entstehen, auch wenn man eine Druckrichtung // [110] möglichst genau innehält, was bei der Kleinheit der Krystalle naturgemäss nur annähernd möglich ist, stets nach mehreren Ebenen {111} gleichzeitig und sind auch stark gebogen. Durch letzteres kommt die Bewegung anscheinend bald zum Stillstand, so dass Theile, welche kaum $\frac{1}{2}$ mm von der Druckstelle entfernt sind, schon fast frei von Lamellen bleiben können.

2. Silber.

Silber scheint sich ganz so wie Gold zu verhalten. Durch ihre Grösse erleichtern die Krystalle die Beobachtung, indessen war geeignetes Material wegen der leichten Veränderlichkeit der Oberfläche doch noch sparsamer als beim Gold. An einigen Krystallen von Kongsberg mit den Formen {111}, {001}, sehr schmal {110}, verzwillingt nach {111}, welche mir aus der Göttinger Sammlung von Herrn Prof. Liebisch überlassen wurden, liess sich folgendes feststellen.

Die Streifen verlaufen auf {001} stets parallel den Diagonalen, auf {111} stets parallel den Kanten, es ist also wieder T = {111}. Die Lamellen sind wohl ebenso fein und zahlreich wie beim Gold. Unter den wenig zahlreichen beobachtbaren Complexen von parallelen Lamellen war einer, welcher auf eine Translationsrichtung parallel der Oktaëderkante wie beim Gold hinwies. Dass diese Krystalle Pressungen unterlegen haben, wird aus den zahlreichen Zwillingslamellen des umgebenden Kalkspathes höchst wahrscheinlich; Experimente konnten mangels streifenarmer oder streifenfreier Krystalle nicht angestellt werden. An manchen, vermuthlich geputzten

Oberflächentheilen haben die Krystalle anscheinend die Streifung schon eingebüsst.

3. Kupfer.

Zur Beobachtung dienten namentlich Krystalle von Frolow. Sie sind eingebettet in späthigen Kalk und vielfach, auch lamellar, nach {111} verzwillingt und miteinander zu ästigen Aggregaten verwachsen. Sie wurden vorsichtig aus dem Kalk herauspräparirt und eventuell mittelst Laubsäge weiter getheilt. Die meist nur etwa 2 mm grossen Kryställchen sind z. Th. sehr regelmässige Combinationen von {001}, {110}, {001} und einem nicht genau messbaren, aber {803} benachbarten {h0l}. Der Verlauf der Translationslamellen oder vielmehr wieder meist nur von parallel laufenden Complexen derselben ist bei dem hohen Glanz der frisch freigelegten Flächen meist bequem zu erkennen und überall mit der Annahme von Translationsebenen parallel {111} verträglich. Auch die Translationsrichtung ist anscheinend wieder parallel den Oktaëderkanten. So war an einem ausgezeichneten Krystall ein Lamellencomplex // $(1\bar{1}1)$ sehr deutlich zu verfolgen über die Flächen (001), $(0\bar{3}8)$, $(0\bar{1}0)$ und (308), und zwar trat er auf letzterer Fläche bis dicht an die Kante zu (101) heran, war aber auf dieser Fläche selbst, trotz ihres hohen Glanzes, nicht mehr aufzufinden, so dass hier t = [101] anzunehmen ist. In Übereinstimmung damit war festzustellen, dass die einer Oktaëderfläche parallelen Lamellencomplexe meist auf einer der dieser Oktaëderfläche anliegenden Rhombendodekaëderfläche verschwinden. Ferner spricht für dieselbe Translationsrichtung der Umstand, dass die Lamellen vielfach auffallend deutlich auf jenen Flächen des Rhombendodekaëders sind, welche senkrecht zur Translationsebene liegen, was sich dadurch erklärt, dass zwei jener Flächen {110} zugleich senkrecht zur angenommenen Translationsrichtung sind. Wäre t dagegen z. B. senkrecht zu den Oktaëderkanten, so würde es keine dazu senkrechte Rhombendodekaëderfläche geben, vielmehr müsste die Streifung auf zweien der zu T senkrechten Flächen von {110} verschwinden. Die Ermittelungen über die Lage von t konnten immerhin nicht so vielfach wiederholt werden, dass andere Translationsrichtungen mit Sicherheit

auszuschliessen wären. Für die Möglichkeit solcher sprechen vielmehr die folgenden Beobachtungen.

Ganz vereinzelt (zu 4 oder 5), aber relativ sehr grob, fanden sich Translationsstreifen auf Kupferkrystallen vom Ohliger Zug bei Daaden im Westerwald. Die Krystalle zeigen die Formen {001}, {111} und {110}, sind tafelig nach einer Fläche des weit vorherrschenden {001} und meist in der Richtung einer Diagonale derselben Würfelfläche aneinandergereiht, zugleich sind mit ihnen andere, ebenfalls nach {001} tafelige Krystalle zwillingsmässig verbunden nach jenen beiden Flächen {111}, welche in der Zone jener Diagonale liegen. Hier war nun ganz gut jeder einzelne Streifen auf den verschiedenen Würfelflächen wieder zu erkennen und festzustellen, dass sie auf zwei Würfelflächen in gleicher Deutlichkeit, auf der dritten dagegen viel stärker hervortreten. Das spricht entschieden für eine Richtung t = [112], d. i. senkrecht zu den Oktaëderkanten. Die Zahl dieser Streifen war aber nicht gross genug, um sichere Schlüsse in dieser Richtung zu gestatten.

Druckversuche ergeben, dass die Translationslamellen hier wie beim Gold ausserordentlich leicht und zahlreich entstehen, aber wegen eintretender Biegung wenig weit und nur gestört fortsetzen. Wird auf einen würfeligen Krystall ein Druck in der Richtung einer Körperdiagonale ausgeübt (Fig. 4), so werden die meisten Lamellen auf derjenigen Würfelfläche sichtbar, welche der Kante, an welcher der Druck angreift, gegenüberliegt, und zwar verlaufen sie vorwiegend, aber durchaus nicht ausschliesslich, in der auf (001), Fig. 4, gezeichneten Richtung. Die Theile in der Nähe der Druckstelle werden zugleich geknickt derart, dass auf (001) ein quadratisches Feld unter stumpfem Winkel sich heraushebt, während auf (100) und (010) dreieckige Felder nach der Würfelecke hin sich flach einsenken. Innerhalb des quadratischen Feldes auf (001) sind

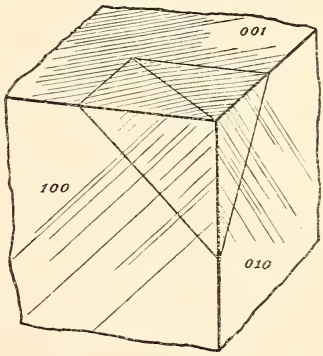

Fig. 4.

die Lamellen erheblich im Sinne der Druckrichtung geknickt (um 5° ca.) und zwar längs der einen Diagonale dieses Feldes, das hier zugleich einen stumpfen ausspringenden Winkel in der Fläche (001) zeigt. In den geknickten dreieckigen Theilen auf (100) und (010) verlaufen die Lamellen vorwiegend, aber auch nicht ausschliesslich, wie gezeichnet, nämlich senkrecht zur Grenzlinie mit dem intacten Theil. Auf die Translationsrichtung ist aus diesen Beobachtungen ein entscheidender Schluss allerdings auch kaum zu ziehen; die Knickung der Lamellen innerhalb des quadratischen Feldes auf (001) weist indessen immerhin auf eine Fältelungsrichtung senkrecht zur Kante (001) : (111) = [1$\bar{1}$0] hin, also auf eine Translationsrichtung parallel dieser Kante, übereinstimmend mit den Beobachtungen an den Krystallen von Frolow[1].

4. Iridosmium.

Von den Platinmetallen standen nur Blättchen von Iridosmium ohne seitliche Grenzflächen zur Verfügung. An den meisten Krystallblättchen ist keinerlei Streifung auf der Basis zu beobachten; auf einigen (4 unter etwa 100) war aber schon mit der Lupe eine Streifung nach 3 unter 120° geneigten Richtungen zu beobachten, aber nicht auf der ganzen basischen Endfläche gleichmässig, sondern nur an einigen, meist deutlich etwas vertieften Stellen (aber auch nicht an allen vertieften Stellen). Die gestreiften und streifenfreien Theile grenzen sich recht scharf von einander ab (Fig. 5). Vielleicht war die Streifung ursprünglich auf der ganzen Fläche (0001) und auf den meisten Blättchen vorhanden, erhielt sich aber beim Abrollen nur in den Vertiefungen.

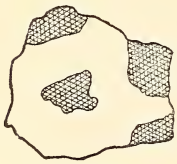

Fig. 5.

Die Streifen sind erheblich gröber als die am Gold etc. beschriebenen, ihre Bedeutung erscheint unsicher, zumal es auch nicht gelang, sie künstlich hervorzurufen. Verbiegt man die Blättchen durch Drücken mit einem abgerundeten Stift,

[1] Bemerkenswerth erscheint, dass Gold, Silber und Kupfer sehr häufig nach den Ebenen T, auch polysynthetisch, verzwillingt sind, dass es aber nicht gelingt, einfache Schiebungen nach diesen zu Symmetrieaxen senkrechten Ebenen zu bewirken.

so entstehen nur Sprünge nach 3 unter 120° geneigten Richtungen, zuweilen auch vollständige Trennungsflächen, welche senkrecht zur Basis stehen (gemessen 89° 11′—90° 27′), es sind vielleicht Spaltflächen. Da die Blättchen mit Streifung wie die gepressten keinerlei krystallographische Umgrenzung zeigten, auch deutliche Ätzfiguren nicht erhalten wurden, die Herstellung der genannten Trennungsflächen an den gestreiften Blättchen auch nicht glückte, bleibt es zweifelhaft, ob die Streifung und Trennungsfläche Formen erster oder zweiter Stellung und ob beide solchen gleicher Stellung entsprechen. Sollte letzteres der Fall sein, so könnte die Streifung durch verstärkte Lösung längs der Trennungsflächen entstanden sein.

5. Eisen.

Durch die Beobachtung von G. Linck[1] kann als erwiesen angesehen werden, dass die am künstlichen Eisen angeblich zuerst von Prestel beobachteten, am Meteoreisen aber schon früher als Neumann'sche bekannten Linien von Lamellen herrühren, welche nach Flächen {112} eingelagert sind. Linck hält es, wie auch früher schon Sadebeck, für wahrscheinlich, dass es sich dabei um Zwillingslamellen handelt, welche, ähnlich wie am Kalkspath, secundärer Entstehung sind, und stützt dies namentlich durch die Beobachtung, dass Rhabditnadeln, da wo sie (im Meteoreisen) auf die Lamellen stossen, z. Th. zerbrochen sind. Da das Eisen etwas geschmeidig ist und die sehr zahlreich auftretenden Lamellen also immerhin auch Translationslamellen sein konnten, zumal Linck von quer zur Tafelfläche der Lamellen liegenden Grenzflächen derselben nichts erwähnt, schien eine genauere Untersuchung angezeigt.

Als Material diente ein Block weichen Eisens, der, nach den würfligen Spaltungsflächen zu schliessen, aus Individuen von im Mittel etwa 1 cm Grösse bestand. Er zerfiel beim Hämmern in rundlich polyedrische Stücke, deren Grenzflächen zugleich meist die Grenzen der einzelnen Krystalle sind, wie

---

[1] Zeitschr. f. Kryst. **20**. 209. 1892 und die daselbst angeführte Literatur (vergl. dies. Jahrb. 1893. I. -231-); weitere Literatur namentlich bei Tschermak, Sitz.-Ber. Wien. Akad. 1874. **70**. I. 443.

aus der homogenen Spaltbarkeit zu schliessen. Die Oberfläche derselben ist im Allgemeinen glatt und glänzend, sieht aber wie überstäubt aus und beim Hin- und Herwenden bemerkt man auf ihr zugleich dieselbe polysynthetische, verschiedenen Ebenen folgende Streifung, wie auf den Spaltflächen. U. d. M. erkennt man in dem „Staub“ sehr kleine napf- und wurmförmige Vertiefungen mit etwas erhabenen Rändern, es sind augenscheinlich die Spuren von kleinen Gasbläschen, oder vielmehr von Hälften derselben, indem nämlich die andere Hälfte der Oberfläche des ursprünglich benachbarten Stückes angehört. Die Grösse dieser Bläschen ist meist nur 0,01 bis 0,002 mm. Die wurmförmigen werden bis zu 0,1 mm lang. Das Gas wurde offenbar während des Wachsthums der Eisenkrystalle ausgeschieden, von denselben nur z. Th. umschlossen, zum anderen Theil dagegen sammelte es sich in kleinen Bläschen an der Oberfläche, so dass es in der fest gewordenen Masse nun noch die Grenzen der einzelnen Krystalle bezeichnet und auch wohl die Ursache des relativ leichten Zerfalls des ganzen Blockes in Krystallindividuen ist[1]. Da somit diese Bläschenreste in ihrer jetzigen Lage jünger als das Eisen selbst sind, ist es von Interesse, u. d. M. zu sehen, dass sie von den erwähnten Lamellen durchsetzt und in ihrer Form dadurch geändert werden; denn es wird daraus ersichtlich, dass die Lamellen mindestens z. Th. erst nach oder frühestens bei der Festwerdung des Eisens entstanden, vielleicht erst beim Zerschlagen des Blockes. Letzteres wird durch die weitere Beobachtung bestätigt, dass die Lamellen auf zusammengehörigen, d. h. ursprünglich aufeinander liegenden Spaltungsflächen der Zahl und Richtung nach zuweilen verschieden sind.

---

[1] Die Structur ist somit eine ausgezeichnet grob autallotriomorphkörnige im Sinne von Brögger (Die Eruptivgesteine des Kristiania-Gebietes. III. Das Ganggefolge des Laurdalits, p. 215. 1898). Das Korn wird nahe der Grenzfläche (? Erstarrungsoberfläche) des Stückes erheblich kleiner. — Die kleinkörnige (kokkolithische) Absonderung mancher Basalte und Diabase könnte auf ähnlichen Gasausscheidungen längs den Oberflächen der wachsenden Augite beruhen; natürlich werden die Spuren der Gasbläschen bald nachdem die Verwitterung längs diesen Flächen geringsten Widerstandes begonnen hat, verschwunden sein.

Was den Verlauf der Lamellen betrifft, so ist Linck's Angabe zu bestätigen, auch die weitere, dass die Hauptreflexe und namentlich auch der Schimmer, den manche Spaltflächen zeigen, von Absonderungsflächen längs den Ebenen der Lamellen, also Ebenen {112} herrührt. Indessen sind diese bequem messbaren Absonderungsflächen der Lamellen nicht ihre einzigen Grenzflächen, es treten vielmehr noch andere, quer zur Tafelfläche der Lamellen liegende hinzu; durch ihren Reflex wird sogar der Verlauf der Lamellen in erster Linie sichtbar; sie sind aber sehr schmal und ihre Messung wohl deshalb früher nicht versucht. Da diese Grenzflächen, soweit sie parallel liegenden Lamellen angehören, ziemlich einheitlich und für symmetrisch zu den Spaltflächen liegende Lamellen auch nach entgegengesetzten Seiten geneigt sind, war anzunehmen, dass sie nicht von Translation, sondern von einfachen Schiebungen nach Gleitflächen herrührten, und es schien daher von Interesse, dies durch Messung zu bestätigen und zugleich die Deformation zu ermitteln, zumal solche bisher von regulären Krystallen nicht bekannt waren.

Die Messungen gestalteten sich ziemlich schwierig und konnten nur Annäherungswerthe geben, einmal weil für die Grenzflächen der Lamellen wegen ihrer geringen Breite nur Schimmereinstellungen möglich waren und auch dann, wenn ein Signalbild erhalten wurde, dieses sehr verbreitert war, zweitens aber auch wegen der schlechten Beschaffenheit der Würfelspaltflächen, deren Reflex selbst bei Abblendung bis auf wenige Quadratmillimeter meist noch 1—3° breit war. Zur Einschränkung des letzteren Fehlers wurde, soweit es möglich war, nicht zur Spaltfläche, sondern zur Absonderungsfläche derselben oder anderer Lamellen von bekannter Lage gemessen, da deren Reflex meist ungleich einfacher war.

Danach neigt die Grenzfläche der auf den Würfelflächen diagonal verlaufenden Lamellen zur Hauptfläche im Mittel unter 18° 11′ (schwankend bei den Schimmereinstellungen zwischen 16° 53′ und 18° 19′, bei den Reflexeinstellungen zwischen 17° 44′ und 20° 30′)[1]. Unter der Voraussetzung,

[1] Der Sinn der Neigung ergiebt sich aus den Pfeilen der Fig. 6, welche das Einfallen (nach unten) unter der Voraussetzung anzeigen, dass

dass die Lamellen sich in Zwillingsstellung nach einer Fläche {112}, und zwar nach (112) befinden, und die Fläche, auf welcher sie austreten, (001) ist, werden sie demnach sehr wahrscheinlich von (110) begrenzt, wofür jener Winkel zu $19^0 28\frac{1}{2}'$ (mit demselben Sinn der Neigung) sich berechnet (Fig. 6). Jedenfalls liegt die gefundene beträchtliche Abweichung von etwa $\frac{5}{4}^0$ durchaus innerhalb der Fehlergrenzen.

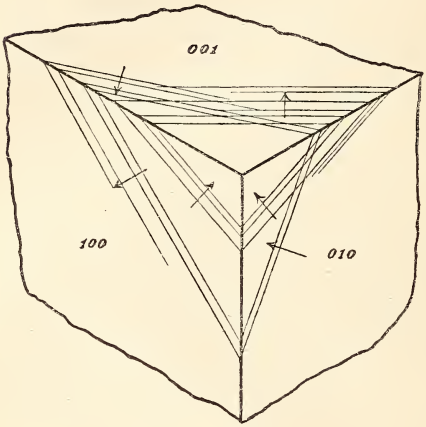

Fig. 6.

Da aber Eisen (meteorisches) nach Huntington[1] auch Spaltbarkeit nach {110} haben soll, könnte die beobachtete Grenzfläche der Lamellen ebenso wohl eine solche Spaltfläche (der Lamellen) wie eine umgelagerte Würfelfläche sein. Zur weiteren Entscheidung wurde daher auch die Begrenzung der nicht diagonal, sondern von den Ecken nach den Kantenmitten verlaufenden Lamellen gemessen und im Mittel gefunden zu $18^0 19'$ (schwankend für die Schimmereinstellungen zwischen $16^0 20'$ und $20^0 52'$, für die Reflexeinstellungen zwischen $18^0 29'$ und $18^0 32'$). Danach wird ihre Begrenzung, die Einlagerungsfläche wieder als Zwillingsfläche betrachtet, und als (112), die Würfelflächen, auf welchen sie austreten, als (010) bezw. (100) gesetzt, gebildet von $(1\bar{1}2)$, bezw. $(\bar{1}12)$, welche unter $17^0 43'$ in gleichem Sinne zur Hauptfläche neigen sollen. Dies würde zwar zu demselben Umlagerungsschema führen wie die Beobachtungen an den Lamellen auf (001),

---

die Hauptfläche horizontal, mit ihrer Aussenseite nach oben, gelegt ist. Der Sinn der Neigung konnte übrigens nur an wenigen, über mehrere Würfelflächen verfolgbaren (und zugleich messbaren) Lamellen ermittelt werden, bei den meisten nicht; er ist bei letzteren als der gleiche angenommen.

[1] Amer. Journ. of sc. **32**. 294. 1886.

da aber nach Flächen {112} am Hauptkrystall ebenfalls Absonderung stattfindet, ist nicht mit Sicherheit zu schliessen, dass sie an den Lamellen umgelagerten Flächen (010) bezw. (100) entsprechen, wenn gleich es schon sehr unwahrscheinlich ist, dass sie dann einheitlich auftreten würden, wie es das Mikroskop zeigt, statt mit treppenförmigen Absätzen.

Es wurde daher schliesslich der Versuch gemacht, die Lamellen künstlich zu erzeugen, und zwar wurden dazu, da die Spaltflächen zu wenig eben sind, auch schon zu viele Lamellen enthalten, als dass man die Entstehung sehr feiner neuer leicht nachweisen könnte, nach den Würfelflächen etwas abgeschliffene und gut polirte Spaltungsstücke benützt. Durch Hämmern senkrecht zur polirten (und durch Lederunterlage vor Schrammen geschützten) Fläche wurden in der That stets neue Lamellen, und zwar ebenfalls nach Flächen {112} sichtbar. An zwei Präparaten derart gelang es auch, eine Schimmermessung der Grenzflächen der (nicht diagonal verlaufenden) Lamellen vorzunehmen. Danach beträgt ihre Neigung zur Hauptfläche 15°34′, stimmt also so weit mit der geforderten überein, als nach der Güte der Reflexe (auch die Hauptfläche war merklich verbogen) zu erwarten war.

Es ist also anzunehmen, dass in der That die Flächen (010) bezw. (100) durch Umlagerung in $(1\bar{1}2)$ bezw. $(\bar{1}12)$ übergeführt sind durch einfache Schiebungen nach $(112) = k_1$ als erster Kreisschnittsebene und Gleitfläche. Daraus ergiebt sich $\sigma_2 = [111]$ als Grundzone (oder $k_2 = (\bar{1}\bar{1}2)$ als zweite Kreisschnittsebene). Eine Fläche $(h_1 h_2 h_3)$ erhält daher nach der Umlagerung die Indices $(h_1' h_2' h_3')$ mit den Werthen:

$$\begin{aligned} h_1' &= -h_1 + h_2 + h_3 \\ h_2' &= h_1 - h_2 + h_3 \\ h_3' &= 2(h_1 + h_2). \end{aligned}$$

Danach muss speciell die Spaltfläche (001) übergehen in (110), was also mit der Messung übereinstimmt.

Das Eisen liefert somit das erste Beispiel für einfache Schiebungen regulärer Krystalle[1]. Da erste und zweite

[1] Einfache Schiebungen sind damit an Krystallen aller Systeme beobachtet, für das tetragonale (Rutil) fehlt allerdings noch der experimentelle Nachweis.

Kreisschnittsebene gleicher Art sind, ein Verhältniss, das bisher nur am Anhydrit[1] beobachtet war, so sind also je zwei einfache Schiebungen am Eisen zu einander reciprok, und zwar können in jedem Krystall einfache Schiebungen nach nicht weniger als 6 solchen Flächenpaaren erfolgen[2]. Es ist vielleicht bemerkenswerth, dass von den Spaltflächen {001} keine einzige ihre Bedeutung bewahrt, dass dagegen von den Flächen {112} ausser den beiden Kreisschnittsebenen noch zwei weitere Paare wieder in Flächen {112} übergeführt werden (während die anderen zu Flächen {001} und {013} werden).

Das Verhältniss und die Grösse der Schiebung sind fast dieselben wie am Kalkspath, nämlich

$$\sigma = \text{ctg } 001\ 112 = \sqrt{2} = 1{,}4142\ldots$$
$$s = \sigma - \frac{1}{\sigma} = \sqrt{\tfrac{1}{2}} = 0{,}7071\ldots$$

Die Lamellen entstehen, wenn man nach der Zahl der auf polirten Flächen nach dem Hämmern sichtbaren urtheilen kann, erheblich weniger leicht als bei Kalkspath, Wismuth u. a. oder gar an künstlichen Salzen; indessen ist es möglich, dass die beim Poliren des Eisens entstandene oberste Schicht, welche wegen der Weichheit der Krystalle jedenfalls etwas deformirt ist, von feineren Lamellen nicht mehr durchdrungen wird, letztere also unsichtbar bleiben. Beim Ablöschen hellroth glühender polirter Plättchen in Wasser wurden keine Lamellen sichtbar. Es ist aber zu erwarten, dass solche beim raschen Erstarren des Eisens aus Schmelzfluss entstehen, da es sich beim Erstarren ausdehnt und also die inneren Theile auf die schon verfestigten äusseren dann einen erheb-

---

[1] Dies. Jahrb. 1883. II. 258.

[2] Die Structur des Eisens erscheint danach complicirter als bei irgend einer anderen krystallisirten Substanz, zumal da nach den Angaben von Linck (Ann. d. k. k. Naturhist. Hofmuseums. **8**. 113. 1893) am Meteoreisen auch polysynthetischer Zwillingsbau nach {111} vorkommt. Dass die hier behandelten Zwillinge auch symmetrisch nach {111} sind, giebt natürlich kein Recht, sie als solche nach {111} mit {112} als Verwachsungsebene zu bezeichnen. Nach neuen Angaben von Jeremejew (Verh. d. russ. k. min. Ges. (2.) **34**. 37. 1896. [russisch], nach dem Ref. in der Zeitschr. f. Kryst. **30**. 387) kommt auch Streifung nach {221} an Spaltstücken von fast C- und Si-freiem Eisen vor.

lichen Druck ausüben werden[1]. Da, wo die Lamellen auskeilen, werden auch hohle Canäle entstehen, die von der Gleitfläche und der zweiten Kreisschnittsebene oder einer Spaltfläche in ursprünglicher und verschobener Lage begrenzt sein werden. In den Meteoriten krystallisirten die dem sogen. oktaëdrischen Eisen beigemengten nickelreicheren Legirungen, wie z. B. Tänit, erst nach dem ersteren aus, und konnten also in jene feinen, in der Hauptmasse gebildeten Canäle eingepresst werden. Vielleicht ist daraus die feinere Durchwachsung der verschiedenen Eisennickellegirungen in den Meteoreisen zu erklären.

Da weiches Eisen, wenn auch in weit geringerem Grade als die edlen Metalle und Kupfer, geschmeidig und dehnbar ist, war zu erwarten, dass auch Translationen nachweisbar sein würden; das ist aber nicht gelungen. Die Spaltflächen merklich deformirter Stücke lassen auch an möglichst glatten Stellen keine Translationsstreifung erkennen. Da sie aber für die Beobachtung sehr feiner Streifen immerhin wenig geeignet sind, wurden Spaltstücke mit gut polirten Würfelflächen deformirt. Sie verlieren dabei zwar bald ihren Glanz, werden runzelig, aber Translationsstreifung kommt nicht zum Vorschein. Da hierbei die oben erwähnte, durch das Poliren beeinflusste oberflächliche Schicht stören konnte, wurden auch die verhältnissmässig sehr ebenen und glänzenden Absonderungsflächen {112} gehämmerter Stücke untersucht, aber ebenfalls ohne Erfolg. Schliesslich wurden auf der unregelmässigen, aber ganz glatten Oberfläche der polyedrischen Stücke nach dem Hämmern allerdings sehr feine, nicht mehr reflectirende Streifen u. d. M. beobachtet, sie liefen aber den Zwillingsstreifen parallel und können also solche von grosser Feinheit

---

[1] Es erscheint möglich, dass das Entstehen zahlloser Lamellen nach {112} die Ursache der besonders grossen Brüchigkeit des durch schnelle Abkühlung erhaltenen sogen. weissen Roheisens ist, da seine Festigkeit durch Absonderung nach {112} und die hohlen Canäle geschwächt werden muss. Auch das oft behauptete Brüchigwerden vielfachen Erschütterungen ausgesetzter Eisenmassen könnte mit der Umlagerung nach {112} zusammenhängen. Beim Hämmern, Walzen etc. werden die Lamellen zwar auch entstehen, der Zusammenhang aber wird wegen der gleichzeitigen Biegung, Verhakung, Ineinanderrollung etc. derselben trotzdem gewahrt bleiben.

sein, können aber auch Translationslamellen entsprechen, wenn die Translation ähnlich wie am Brombaryum nach den Gleitflächen für einfache Schiebungen, aber in entgegengesetzter Richtung stattfindet.

6. Antimon und Wismuth.

Es erschien von Interesse, auch diese sogen. spröden Metalle auf Translation zu untersuchen, da sie sich hinsichtlich mehrerer Eigenschaften in demselben Sinne, nur viel beträchtlicher von den edlen Metallen entfernen wie das Eisen. Sie gehen nämlich einfache Schiebungen, wie früher gezeigt wurde (dies. Jahrb. 1884. II. 40 u. 1886. I. 183), noch viel leichter als Eisen ein, und ihre Spaltbarkeit ist viel vollkommener als bei diesem, während beides an den edlen Metallen gar nicht bekannt ist. Obwohl diese Metalle für spröd gelten, sind sie doch noch erheblich plastischer als die meisten natürlichen Krystalle, selbst dickere Blättchen sind noch erheblich biegsam und mit einem gut abgerundeten Stift erhält man sehr leicht einen Eindruck, ohne dass Sprünge entstehen. Trotzdem gelang es nicht, Translationsstreifen auf den natürlichen Krystallflächen, Spaltflächen und auf polirten künstlichen Flächen zu beobachten. Sollten sie wie beim Brombaryum den Gleitflächen für einfache Schiebungen folgen, so wären sie allerdings auch hier besonders schwierig nachzuweisen.

Es wären zum Schluss noch kurz die Erscheinungen zu erwähnen, welche nach L. Hartmann[1], F. Osmond[2] und Mesnager[3] bei Deformationen von Metallstäben, bei denen die Elasticitätsgrenze überschritten wurde, beobachtet sind. Es bilden sich beim Pressen und Zerren der Stäbe und Cylinder an ihrer Oberfläche feine Rillchen und Rippchen aus, welche nach den Genannten ein Gleiten der Metalltheilchen längs bestimmten, den wirkenden Kräften gegenüber orientirten Ebenen anzeigen, und zwar erfolgt das Gleiten nicht senkrecht zur maximalen Spannung u. s. w. Die an der Ober-

---

[1] Compt. rend. **118**. 520. 1894.
[2] Ibid. p. 650.
[3] Ibid. **126**. 515. 1898.

fläche entstehenden Linien sind, soweit aus den kurzen Berichten zu ersehen ist, zuerst an den Eisenmetallen beobachtet und als Lüders'sche Linien bezeichnet[1]. Obwohl als sicher anzunehmen ist, dass es sich in diesen Fällen nicht um die Deformation einfacher Krystalle, sondern vielmehr sehr feinkörniger Aggregate solcher handelt, ist es doch wohl von Interesse, zu sehen, dass auch hier Deformationen, welche die Elasticitätsgrenze überschreiten, durch Translation längs gewissen Ebenen zu Stande kommen.

Königsberg i. Pr., Mineral.-geolog. Institut.

---

[1] In einem während des Druckes in Wieden. Ann. **67**. 229. 1899. veröffentlichten Aufsatz von Grunmach findet man Abbildungen der Streckungsfiguren der Metalle.

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: 1899

Band/Volume: 1899_2

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

Artikel/Article: Ueber neue Structurflächen an den Krystallen der gediegenen Metalle 55-71