Über Translationen am Phosgenit und Bleiglanz.

Von

O. Mügge in Göttingen.

Mit Taf. X—XII und 1 Textfigur.

M. Taricco[1] hat Gleitungen am Phosgenit beschrieben, die u. a. dadurch von Interesse sind, daß sie gleichzeitig nach mehreren Translationsebenen in der Richtung ihrer Kante erfolgen.

Durch Fallenlassen einer belasteten Nadel oder Eindrücken derselben mit der Hand auf Spaltstücke parallel (001) entstanden außer Schlagfiguren, deren Hauptstrahlen parallel den Spaltflächen (100) verliefen[2], auch Vertiefungen von rechteckigem bis quadratischem Umriß parallel (110). Letztere wurden noch deutlicher erhalten, als mit einer Nadel von Knochen (die die Oberfläche weniger wie Stahl verletzt) ein Druck auf (001) parallel der Hauptachse ausgeübt wurde. Dieser bewirkt eine Translation längs beiden Flächen (110) parallel der Hauptachse, die sich durch die ganze (1—2 mm dicke) Platte fortsetzt, so daß auf der Unterseite eine stumpfe vierseitige Pyramide sich heraushebt, deren vier Seitenflächen

---

[1] Atti R. Accad. d. Lincei. **19**. 278. 1910.

[2] Nach Taricco hat der Phosgenit im Gegensatz zu den gewöhnlichen Angaben außer der vollkommenen Spaltbarkeit nach (001) nur noch eine deutliche nach (100), nicht auch nach (110). Ich erhielt beim Zerbrechen einer Tafel nach (001) neben muscheligen Bruchflächen auch ebene mit Reflexen sowohl nach (100) wie (110). Es scheint aber auch Absonderung nach früheren Kristalloberflächen infolge Unterbrechung des Wachstums vorzukommen.

der Lage nach flachen (hhl) entsprechen; sie sind im allgemeinen aber nicht eben und glatt, sondern steigen treppenförmig an. Die vier Seitenflächen (110) des verschobenen Stückes machten sich zuweilen durch innere Reflexe bemerkbar (vermutlich wenn feine Sprünge parallel (110) entstanden waren). Auf der oberen, gedrückten, wie der gegenüberliegenden Fläche (001) entstanden zugleich feine, scharf gradlinige Streifen parallel (110).

Wurde zum Drücken statt der Nadel eine stumpfe Schneide (Messerrücken) benutzt, so konnten stark verlängerte (rechteckige) Grübchen und Erhöhungen erzielt werden, indessen nur dann, wenn die Schneide parallel einer Seite der Figur, also parallel (110), nicht, wenn sie parallel (100) aufgesetzt wurde.

Im parallelen polarisierten Licht durch (001) gesehen, verhielten sich die verschobenen Teile nicht wesentlich abweichend von den unverschobenen, auch im konvergenten Licht zeigten sich nur kleine Störungen der Interferenzfigur, ähnlich wie bei Spannungserscheinungen.

Taricco vergleicht nun diese Erscheinungen außer mit denen am Brombaryum, Gips, Disthen u. a. namentlich auch mit denen am Bleiglanz (der Bauer'schen Druckfigur), wo sie an Spaltstücken von ähnlichen Dimensionen und in durchaus gleicher Weise (affatto uquale), wenn auch viel weniger deutlich verlaufen sollen. Betont wird die gleiche Lage des „Gleitprismas" zur gedrückten Fläche und die gleiche Orientierung zu den „Fundamentalflächen" (Spaltflächen), indessen entgeht Taricco nicht das Fehlen der charakteristischen Stufenbildung auf den Flächen der Druckfigur am Bleiglanz, sowie ihre weniger scharfen, etwas schwankenden Umrißlinien.

Dieser Umstand hat Taricco zu weiteren Versuchen am Bleiglanz veranlaßt und es ist ihm gelungen, auch hier Erscheinungen zu beobachten, welche mit denen am Phosgenit in der Tat durchaus vergleichbar sind, aber bisher nicht bekannt waren. Er berichtet darüber l. c. p. 508 folgendes:

An dünnen Spaltblättchen ($<$ 1 mm) von Bleiglanz erschien in der Mitte der Bauer'schen Druckfigur (a) ein kleines, nahezu quadratisches Rechteck (b), gebildet von rahmenartig

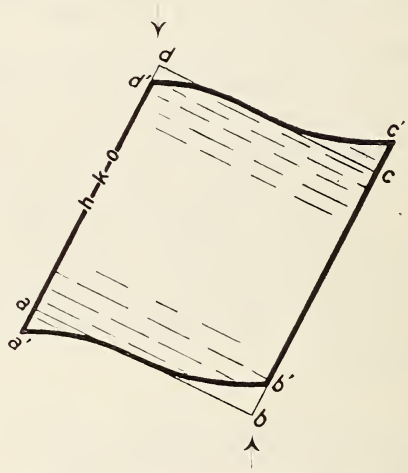
ineinander liegenden Streifen, die den Spaltflächen parallel liefen. An Blättchen von nur einigen Zehntel-Millimeter Dicke entstanden diese auch isoliert (ohne die Bauer'sche Figur), wenn man eine feine Nadel mit leichtem Schlag eintrieb. Beim Bauer'schen Versuch zerspringt bekanntlich das gedrückte Stückchen leicht nach einer vertikalen Spaltfläche und man beobachtet dann auf dieser sehr feine, der gepreßten Würfelfläche parallele Translationsstreifen, welche, der Biegung der gedrückten Fläche entsprechend, nicht ganz senkrecht zur Druckrichtung verlaufen, sondern etwas zu ihr konvergieren. Diese Streifen fehlen aber einem senkrecht unter der Druckstelle liegenden Mittelfelde der entstandenen Spaltfläche (Phot. Taf. XI Fig. 2) (vergl. auch dies. Jahrb. 1898. I. 130. Fig. 36). Dieses von Translationsstreifen freie Mittelfeld scheint Taricco mit der Figur b in Zusammenhang zu stehen.

Da früher nachgewiesen wurde (l. c. p. 123), daß am Bleiglanz von einer Gleitung nach (110), vergleichbar der hier von Taricco beschriebenen, nicht die Rede sein kann, die Bauer'sche Druckfigur vielmehr auf Biegungen der gedrückten Fläche um ihre Diagonalen unter Translation nach derselben Fläche beruht, schien es mir von Interesse, Taricco's Versuche am Phosgenit und Bleiglanz zu wiederholen und eventuell zu ergänzen.

Die Beobachtungen am Phosgenit ergaben, daß die Erscheinungen genau so verlaufen, wie Taricco angibt. Die Flächen (110) sind in der Tat Translationsflächen, $\dot{c}$ = [001] die Translationsrichtung. Um gute Figuren zu erzielen, drückt man einen gut abgerundeten Stift von Knochen oder Metall kräftig auf ein Plättchen von 1—2 mm Dicke, das sich auf etwas nachgiebiger Unterlage (weichem Holz) befindet und dessen Oberfläche eventuell durch ein Lederläppchen vor Verletzung geschützt ist. Die entstehende Figur ist der Bauer'schen Biegungsfigur äußerlich ähnlich, obwohl sie auf eine ganz andere Weise zustande kommt. Auch hier bewährt sich die Translationsstreifung als sichere Führerin: feine, scharf-gradlinige Streifen parallel (110) durchsetzen nach dem Versuch meist den größten Teil des Spaltstückes, nicht nur die gedrückte Stelle, häufen sich aber an

letzterer, und die Steigerung des Translationsbetrages bewirkt hier die Entstehung der Taricco'schen Figur, indessen erhält man bei schwächerem Druck vielfach deutliche Streifung ohne deutliche Figur.

Daß es sich lediglich um Translation handelt, ergibt sich aus folgendem: Spaltet man ein nach der Hauptachse etwa 2 mm langes Parallelopiped in der Mitte nach (001) durch, nachdem auf (001) die vertiefte, auf der Gegenfläche die erhabene Figur (Taf. X Fig. 1) entstanden ist, so erscheint die neue Spaltfläche doch ganz eben, ohne eine Spur der Figur und der Translationsstreifen[1].



Zum Beweis der optischen Homogenität der verschobenen Teile mit den unverschobenen empfiehlt es sich, den Versuch etwas anders anzustellen: ein nach (110) ca. 1 mm dickes Bruchstück von etwa 2 mm Höhe parallel der Hauptachse und ca. 2 mm Breite wurde dadurch deformiert, daß es auf etwas nachgiebiger Unterlage, wie Figur zeigt, gedrückt wurde. Dabei ging sein Umriß a b c d infolge Translation längs $(1\bar{1}0)$ in a' b' c' d' über, so daß die Kante zu

[1] Vorausgesetzt, daß nicht schon vor Ausführung der Translation ein Sprung nach der späteren Trennungsfläche vorhanden war, in welchem Falle nachher natürlich eine verschobene, unebene Trennungsfläche freigelegt wird.

(001) eine (scheinbare!) Abweichung von 18° von der früheren Lage aufwies. Das Stückchen, das frei von Sprüngen und völlig klar geblieben war, wurde nun nach (110) dünn geschliffen: seine mikroskopische Untersuchung ergab, daß die Spaltrisse nach (001) ihre Richtung in den deformierten Teilen ganz unverändert beibehielten und daß diesen Spaltrissen auch hier die Auslöschung parallel ging, ohne irgend eine merkliche Abweichung gegenüber den nicht deformierten Teilen.

Im Einklang mit der Translationsfähigkeit parallel (110), längs der Hauptachse, steht die Biegsamkeit um Richtungen senkrecht dazu, die man gelegentlich an dünnen Spaltblättchen nach (100) feststellen kann. Auch unregelmäßige Biegung wurde gelegentlich beobachtet, ob auch Drillbarkeit um die Hauptachse besteht, konnte wegen der für solche Versuche ungünstigen Form der Kristalle und wegen der Kostbarkeit des Materials nicht ermittelt werden.

Die Translationsfähigkeit längs der Hauptachse macht sich übrigens beim Schleifen von Platten nach (110) auffallend bemerklich. Läßt man, wie gewöhnlich, das Kristallplättchen auf der Schleifscheibe ungefähr kreisförmige Bahnen beschreiben, so hat man das Gefühl, als ob es fortwährend festhakt und kleine Stückchen abgerissen würden, indessen bemerkt man in dem Schleifschlamm nichts von diesen. U. d. M. sieht man nun in dem so angeschliffenen Blättchen zahlreiche senkrecht zur Hauptachse gestreckte Unebenheiten, von denen sich viele in der Richtung der Hauptachse nebeneinander reihen (Taf. X Fig. 2). Die Erscheinung rührt daher, daß jedesmal, wenn die Bewegung der Platte parallel ihrer Hauptachse erfolgt, die von der Schleifscheibe abgerissenen und die ihnen benachbarten Teilchen sich um die Normale zur Hauptachse fälteln und kleine Zylinderchen bilden, auf welchen das Plättchen rollt. Die Erscheinung hört auf, sobald man die Platte beim Schleifen nur senkrecht zur Hauptachse gradlinig hin und her bewegt; die Platte nimmt dann sogar auf der harten Glasplatte ziemlich schnell Politur an; ihre Ritzbarkeit auf (110) in der Richtung senkrecht zur Hauptachse ist also nicht sehr groß. In der Tat

ergeben auch direkte Versuche (schon von Taricco bemerkte) große Unterschiede der Ritzbarkeit auf (110). Parallel zur Hauptachse erhält man schon mit einem zugespitzten Streichhölzchen leicht Ritze, senkrecht zur Hauptachse nicht, auch nicht, wenn die Spitze durch Verkohlung merklich gehärtet ist, ebensowenig auf (001). Das Verhalten beim Schleifen und Ritzen illustriert vortrefflich, wie sehr die mechanische Bearbeitbarkeit von kristallinen Stoffen (namentlich auch der Metalle!) von der Translationsfähigkeit und bei Bearbeitung einzelner Kristalle von der Lage von T und t abhängt.

Der zur Translation nötige Druck hinterläßt in den Kristallen, wie schon Taricco bemerkt, merkliche Spannungen. Das Feld innerhalb der Taricco'schen Figur zeigt meist beträchtliche Zweiachsigkeit mit wechselnder Lage der Achsenebene ohne erkennbare Beziehungen zum Verlauf der Translationsstreifen. Wohl nur infolge solcher Spannungen und der von ihnen beeinflußten Lage der unregelmäßigen Bruchflächen macht sich der Verlauf der Translationslamellen auf muscheligen Bruchflächen öfter in feinen scharfen Linien bemerklich; Dünnschliffe durch solche Stellen parallel der Hauptachse verraten auch hier im parallelen Licht nichts von optischer Inhomogenität.

Man wird bemerken, daß sich Phosgenit und Eis in ihrem Translationsverhalten bis zu gewissem Grade dualistisch gegenüberstehen: dort mehrere gleichwertige Translationsebenen mit gemeinsamer Translationsrichtung, hier eine Ebene mit mehreren gleichwertigen Translationsrichtungen. Es ist aber bemerkenswert, daß am Phosgenit Translationsebenen von der Lage zwischen (110) und $(1\bar{1}0)$ niemals beobachtet wurden, während am Eis, wo einzelne Kristalle bisher nicht untersucht werden konnten, anscheinend große Unterschiede der Translationsfähigkeit für Richtungen in (0001) nicht bestehen.

Am Bleiglanz ergaben Versuche zunächst eine Bestätigung der früheren Beobachtungen, wonach die Bauer'sche Figur nur auf Biegung der gedrückten Spaltfläche in der Nähe der Druckstelle um ihre Diagonalen unter Translation längs der gedrückten Fläche selbst beruht, daher denn die 4 Flächen der entstandenen Pyramide zwar gekrümmt, aber

durchaus frei von Translationsstreifung sind. Ebenso ist es mit der Weiss'schen Schlagfigur; bezeichnet man die angeschlagene Fläche mit {001}, so erfolgt jetzt Biegung der Flächen {010} und {100}, und zwar in je zwei langgestreckten Feldern, welche etwas rechts und links, vor und hinter der Schlagstelle sich bis zu den Oberflächen {010} und {100} erstrecken und sich mit Translationsstreifung bedecken, während für jene Teile von {001}, welche auf den Normalen selbst von der Schlagstelle zu {010} und {100} hin und ihnen unmittelbar benachbart liegen, die Krümmung durch Null geht, daher die Teile als streifenfreie langgestreckte Felder zwischen den ersteren liegen (l. c. Fig. 41, p. 135). Die Photographie Taf. XI Fig. 1 zeigt einen Arm dieses Weiss'schen Schlagkreuzes mit dem mittleren streifenfreien Felde bei nahezu streifender Inzidenz.

Die Taricco'sche Figur erhält man am leichtesten, wenn man eine feine Nadel mit ganz leichtem Schlag (z. B. mittels Bleistift) in ein möglichst dünnes ($<$ 0,5 mm, am besten nur 0,1 mm) und dabei möglichst breites Spaltungsblättchen eintreibt, diese angeschlagene Fläche sei {001}. Offenbar wird durch die im Verhältnis zur Dicke sehr große Ausdehnung von {001} eine Translation nach dieser selbst und damit auch Biegung um ihre Diagonalen [110] und [1$\bar{1}$0] sehr erschwert; dagegen bewirkt nun die durch den Schlag entstehende Spannung die Überwindung des Translationswiderstandes in der Richtung [001], der hier wegen der Dünne des Blättchens kleiner ist als in der Richtung der relativ langen Diagonalen von {001}.

Die Taricco'sche Figur am Bleiglanz ist also in der Tat insofern ein Analogon zu der am Phosgenit, als beide nur auf Translation, und zwar gleichzeitig nach zwei Flächen, aus der Zone der Schlagrichtung beruhen, nur sind dies am Bleiglanz zugleich vollkommene Spaltflächen, am Phosgenit undeutliche oder gar keine. Die Photographie Taf. XII Fig. 1 zeigt eine solche Taricco'sche Figur und läßt an den z. T. weit über den Rahmen der Figur fortsetzenden Translationsstreifen erkennen, daß die Translation nicht auf die unmittelbar unter der Schlagstelle liegenden Teilchen beschränkt ist. Ist das angeschlagene Plättchen etwas dicker

oder seitlich weniger ausgedehnt, so kann zwar noch Gleitung längs [001] in den unmittelbar unter der Schlagstelle liegenden Partien eintreten, in den seitlich liegenden dagegen Biegung um [110], dann erhält man also die Taricco'sche Figur, umgeben von der Bauer'schen (Taf. XII Fig. 3). In Wirklichkeit kann man alle Übergänge zwischen beiden Fällen beobachten, nämlich Bauer'sche Figuren mit wenigen feinen, senkrecht gekreuzten Translationsstreifen (in der Photographie Taf. XII Fig. 4 sind solche noch eben zu erkennen), wie auch Taricco'sche Figuren mit nur schwachen Spuren von Biegungen. Da aber die Taricco'schen Figuren auch ganz ohne die Bauer'schen erscheinen (Taf. XII Fig. 5), letztere dagegen auf der durch ihr Zentrum senkrecht zur gedrückten Fläche gelegten Spaltfläche stets ein streifenfreies Mittelfeld erkennen lassen, hat letzteres mit der Gleitung längs [001] nichts zu tun, sondern erklärt sich wie oben angegeben. Auch bei Herstellung der Weiss'schen Schlagfigur erscheint in der Mitte der auf den Seitenflächen {100} und {010} dabei entstehenden Ausbiegungen (einer Hälfte einer Bauer'schen Druckfigur, l. c. p. 135, Fig. 41 unten und rechts) zuweilen die Taricco'sche Figur (Taf. XII Fig. 6).

Daß es sich bei der Taricco'schen Figur in der Tat nur um Translation handelt, konnte analog wie beim Phosgenit nachgewiesen werden: als es gelungen war, an einem relativ dicken (1,5 mm) Spaltstück eine Figur zu erhalten (Photographie Taf. XII Fig. 1), wurde das Stück parallel zur angeschlagenen Fläche in der Mitte durchgespalten; den neuen Spaltflächen fehlte die charakteristische vierseitige Erhöhung bezw. Vertiefung, ebenso die Translationsstreifung (während die Bauer'sche Figur deutlich ist); nur ganz schwache, schlierig verlaufende Linien deuten im Umriß den Querschnitt des verschobenen kleinen rechteckigen Prismas an (Photographie Taf. XII Fig. 2). Das Sichtbarwerden dieser Linien beruht wohl auf Spannungen, wie sie sich am Phosgenit auch optisch bemerkbar machten. — Charakteristisch dafür, daß bloße Translation vorliegt, ist es auch, daß die sie aufbauenden Streifen sich ohne Verwerfung durchkreuzen.

Daß Translationsfähigkeit beim Bleiglanz auch parallel den Würfelkanten besteht (längs (001), nicht längs (110)), ist

auch schon in den Bauer'schen Figuren dadurch angedeutet, daß diese nicht scharf viereckig, sondern zugerundet sind; die Biegung erfolgt also für die Teile in der Nähe ihrer Ecken um die Würfelkanten, etwa [100] und [010], die Translation also längs [010] und [100][1]. Zufällig erhaltene sehr dünne und nach einer Würfelkante sehr lange Spaltungsstückchen lassen sich dementsprechend ein wenig biegen (z. B. indem man einen kleinen Zylinder so darüber rollt, daß seine Achse senkrecht zur langen Würfelkante liegt). Daß diese Biegungsfähigkeit um [100] sich auch in der Taricco'schen Figur bemerklich macht, ist natürlich nicht zu erwarten, da die große Ausdehnung der angeschlagenen Fläche, nach der dann Translation längs [010] stattfinden müßte, ja schon die leichtere Translation nach ihren Diagonalen verhindert. Dagegen entsteht gleichzeitig mit der Taricco'schen Figur meist auch die Weiss'sche: denkt man sich alle vier Flügel derselben gleichzeitig entstehend, so wird dadurch ein unter der Schlagstelle liegendes Spaltprisma geradezu freigelegt und also zur Translation in der Schlagrichtung [001] bestens disponiert.

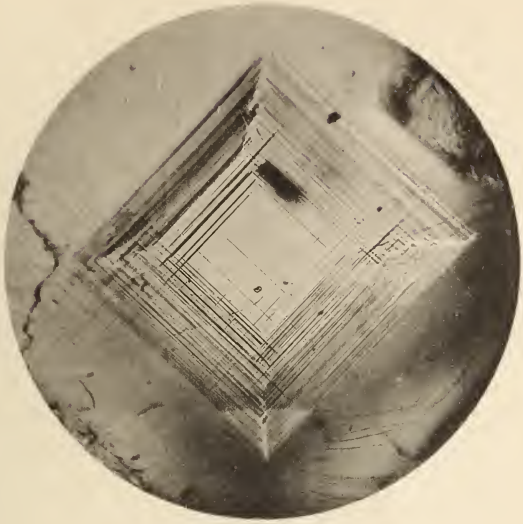
---

[1] Es ist also [110] an Bleiglanz nur die Richtung leichtester Translation: daß zwei Translationsrichtungen Translationsfähigkeit nach allen Richtungen ihrer Ebene (mit ungleicher Leichtigkeit) nach sich ziehen, ist schon früher bemerkt (Glimmer, Gips, Eis).

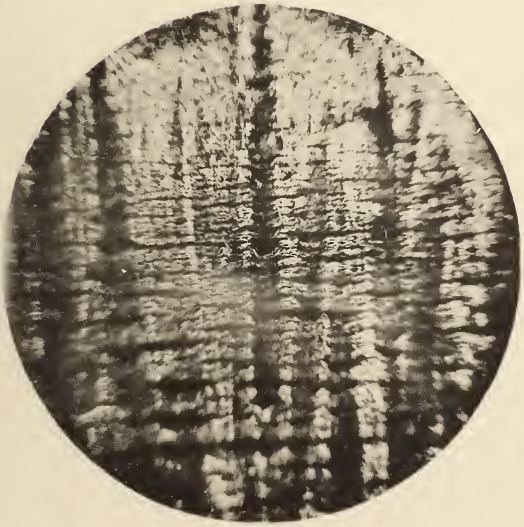
Erklärung zu Tafel X.

Fig. 1. Taricco'sche Druckfigur auf (001) des Phosgenit (Translationsstreifen // 110). (Vergr. ca. 40 ×, durchfallendes Licht.)

„ 2. Oberfläche eines Schliffes // (110); Hauptachse vertikal. (Vergr. ca. 40 ×, durchfallendes Licht.)



1.



2.

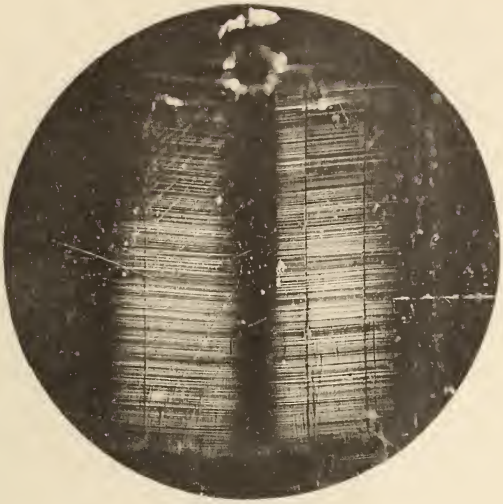
Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart

O. Mügge: Translationen am Phosgenit und Bleiglanz.

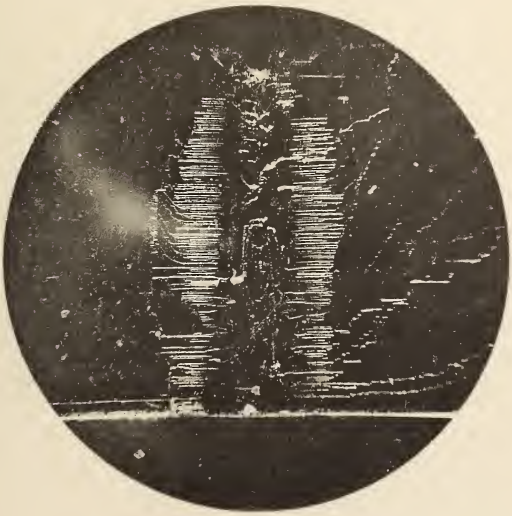
Erklärung zu Tafel XI.

Fig. 1. Ein Arm der Weiss'schen Schlagfigur auf (001) des Bleiglanzes; Schlagstelle oben. (Vergr. ca. 40 ×, streifend auffallendes Licht.)

„ 2. Von Translationsstreifen freies Feld senkrecht unter der Druckstelle (oben) einer Bauer'schen Druckfigur am Bleiglanz. (Vergr. ca. 40 ×, streifend auffallendes Licht.)



1.



2.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

O. Mügge: Translationen am Phosgenit und Bleiglanz.

Erklärung zu Tafel XII.

Fig. 1. Taricco'sche Schlagfigur auf (001) des Bleiglanzes mit Translationsstreifen // (100) und (010); umgeben von (schwach sichtbarer) Bauer'scher Druckfigur. (Vergr. ca. 40 ×, vertikale Beleuchtung, auch in den folgenden Figuren.)

„ 2. Gegenfläche des Präp. Fig. 1, angespalten nach Herstellung der Taricco'schen Figur. Sie zeigt nur schwache Andeutungen der Taricco'schen Figur in Form flacher Wellungen der Spaltfläche, keine Translationsstreifung, dagegen Bauer'sche Figur wie vorher. (Vergr. ca. 40 ×.)

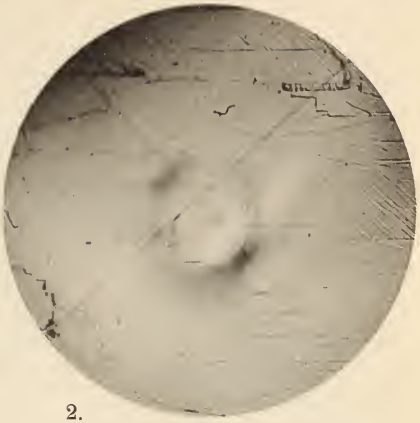
„ 3. Kleine Taricco'sche Figuren, jede umgeben von einer Bauerschen. (Vergr. 40 ×.)

„ 4. Bauer'sche Druckfiguren auf (001), im Zentrum sind Translationsstreifen // (100) und (010) (Taricco'sche Figur) z. T. noch eben erkennbar. (Vergr. 40 ×.)

„ 5. In der Mitte Bauer'sche Druckfigur, hergestellt an einem relativ dicken Spaltstück; nachdem es nach der gedrückten Fläche dünn gespalten, sind zahlreiche Taricco'sche Figuren ohne Verbindung mit der Bauer'schen erhalten. (Vergr. ca. 40 ×.)

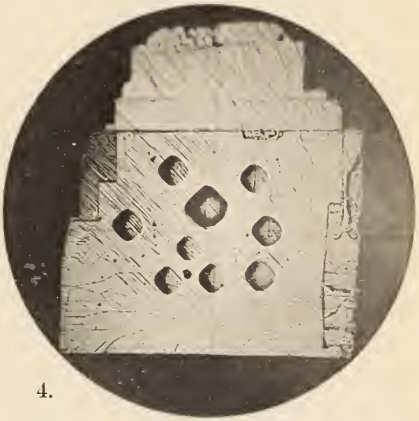
„ 6. Durch Schlag auf die (im Bilde zur horizontalen Linie verkürzte) obere Würfelfläche (001) (Weiss'sche Schlagfigur) ist auf der vorderen Würfelfläche eine Taricco'sche Figur, umgeben von einer Bauer'schen, entstanden. (Vergr. ca. 40 ×.)

1.

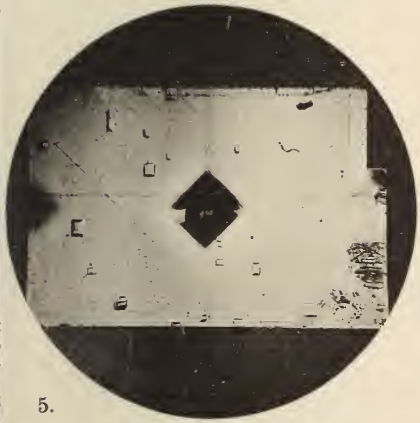


2.

3.



4.



5.

6.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

O. Mügge: Translationen am Phosgenit und Bleiglanz.

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: 1914

Band/Volume: 1914

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

Artikel/Article: Über Translationen am Phosgenit und Bleiglanz. 43-51