Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 43 (1963)

Heft: 1: Festschrift Robert L. Parker : zu seinem 70. Geburtstag : 1. Mai 1963

Artikel: Untersuchungen über die Rekristallisation des Bleiglanzes

Autor: Grigorjew, D.P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-33443

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Untersuchungen über die Rekristallisation des Bleiglanzes

Von *D. P. Grigorjew* (Leningrad)[1])

Mit 5 Textfiguren

Man findet beim Bleiglanz nicht selten kleine Kristalle mitten unter grösseren. Solche Bleiglanzaggregate bilden sich auf zwei völlig verschiedenen Wegen. Im ersten Fall entstehen aus dem grossen Kristall bei der Deformation kleine Keime, und im zweiten Fall wachsen die kleinen Keime auf dem grossen Kristall während der Rekristallisation.

Die Rekristallisation erfolgt bekanntlich in deformierten Körpern, die sich unter Spannung befinden. Unter günstigen Umständen entstehen in solch einem Kristall spontan neue Keime in einem normalen, unbeanspruchten Zustand. Die Ursache für die Rekristallisation ist der Energieunterschied zwischen dem beanspruchten und nicht beanspruchten Aggregatzustand. Da für die Rekristallisation ein deformierter und beanspruchter Zustand des Kristalles notwendig ist, beobachtet man die Deformation und Rekristallisation an ein und demselben Objekt.

Man kann beim Bleiglanz durch zahlreiche Merkmale einerseits die Rekristallisationsprozesse und andererseits die Deformationsprozesse unterscheiden.

Die *Deformation* des Bleiglanzes unter natürlichen Verhältnissen ist teils plastisch, teils spröde (Grigorjew, 1958, 1961). Bei der Deformation bleiben die für die Rekristallisation notwendigen Spannungen durch „Verkeilungen" erhalten. Die plastische Deformation des Bleiglanzes erfolgt entsprechend den Translationselementen T {100} und t [100]; auch T {100} und t [110] und der mechanischen Zwillingsbildung nach verschiedenen {hkl} und {hkk}. In den meisten Fällen erfolgt die De-

[1]) Adresse: Prof. D. P. Grigoriev, Mineralogical Department, Mining Institute, Leningrad 26, U.S.S.R.

formation dadurch, dass in dem Kristall Blöcke verschiedener Form entstehen, die sowohl gegen den Ausgangskristall, wie auch gegeneinander verdreht sind. Zwischen den Blöcken bestehen im allgemeinen keine streng kristallographischen Grenzen, und ihre Lage kann nicht durch rationale Indizes beschrieben werden. Die Blöcke sind untereinander durch Dislokationszonen verbunden. Solche plastischen Deformationen können als Bildungsprozesse kleiner Kristallkeime in grösseren Kristallen angesehen werden.

Die plastische Deformation des Bleiglanzes mit der Bildung von Blöcken lässt sich infolge der Mosaikstruktur der Kristalle an den gekrümmten Kanten und Spaltflächen visuell beobachten. Die Blockbildung kann durch goniometrische Untersuchungen des Minerals charakterisiert werden. Für Bleiglanz aus den Goldlagerstätten Beresowsk im mittleren Ural wurde mit Hilfe des Goniometers festgestellt, dass die grossen Kristalle in Mosaikkristalle umgewandelt sind, deren einzelne Blöcke um 2—8° gegeneinander verdreht sind (Grigorjew, 1958, 1961).

Wenn sich die kleinen Keime auf Kosten der grossen bilden, kann man die *Rekristallisation* gewöhnlich visuell beobachten. Mikroskopisch wurden diese Prozesse von D. Schachner-Korn (1954) an Bleiglanz aus rheinischen Fundorten untersucht, wobei besonders die Orientierung der Keime im rekristallisierten Mineral beachtet wurde.

Für den genauen Nachweis der Rekristallisation muss man jedoch gleichzeitig zwei Umstände berücksichtigen: 1. geht der Prozess in einem deformierten Material vor sich und 2. wächst in diesem Material ein neuer, nicht deformierter Keim.

Dies ist leicht mit dem Photogoniometer zu beweisen. Für die gleichzeitige Beobachtung der Deformation und Rekristallisation des Bleiglanzes wurde ein Universalphotogoniometer mit automatischer photographischer Registrierung verwendet (W. A. Mokijewskij).

Mit dem Photogoniometer wurde Bleiglanz aus der Blei-Zink-Lagerstätte Akatui im östlichen Baikalgebiet untersucht. In den Gängen dieser Lagerstätte zeigten die bis zu 10 cm grossen Kristalle alle Stadien der plastischen Deformation und der Rekristallisation. Auf den Mikrophotographien sind einige Beispiele zu sehen (Fig. 1—3).

An einigen Kristallen sind die Spaltflächen recht uneben. So ist in Fig. 1 besonders gut zu sehen, dass der Hauptteil des Einkristalles, der den ganzen mittleren und rechten Teil der Aufnahme einnimmt, mehr oder weniger deutlich in Blöcke geteilt ist und Mosaikstruktur besitzt. Die Verdrehung der einzelnen Blöcke gegeneinander ist gering, jedoch gross genug, um die fleckige Oberfläche bei der Beleuchtung zu ver-

Fig. 1. Bleiglanz (Vergrösserung 4 ×).

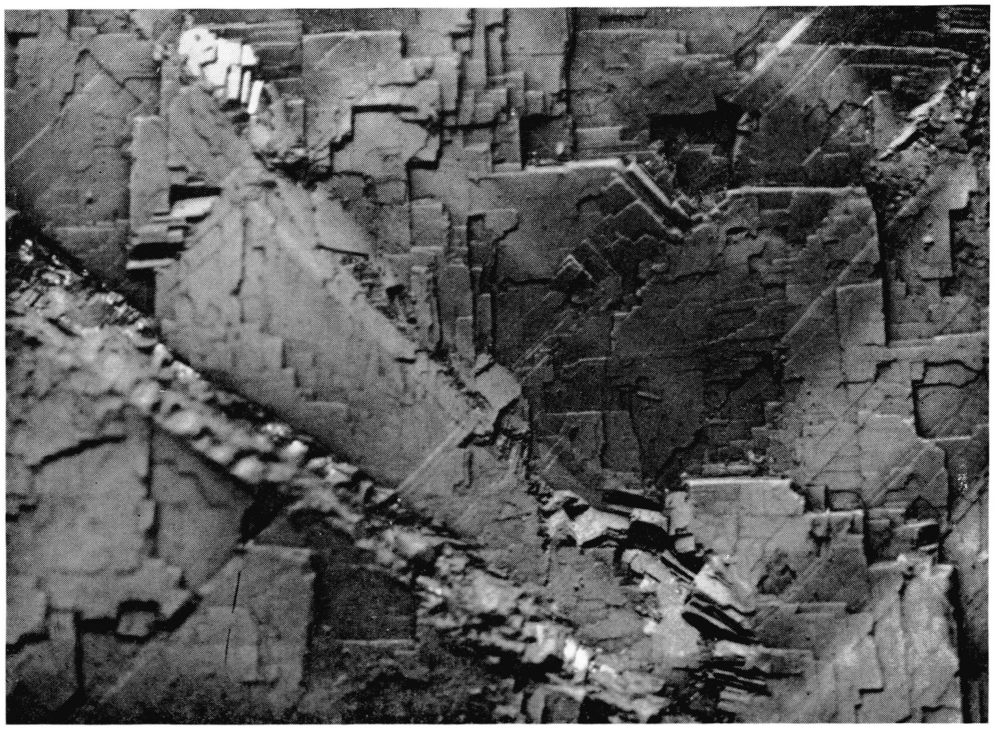

Fig. 2. Bleiglanz (Vergrösserung 12 ×). Der linke untere Teil des Kristalls befindet sich über der Bildebene.

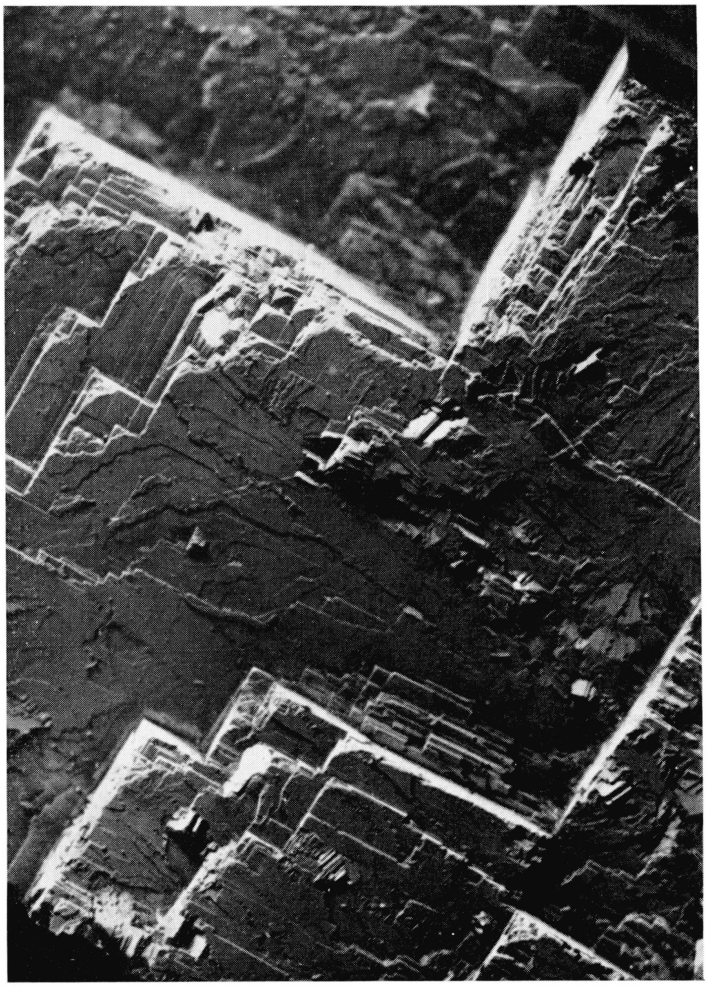

Fig. 3. Bleiglanz (Vergrösserung 8 ×).

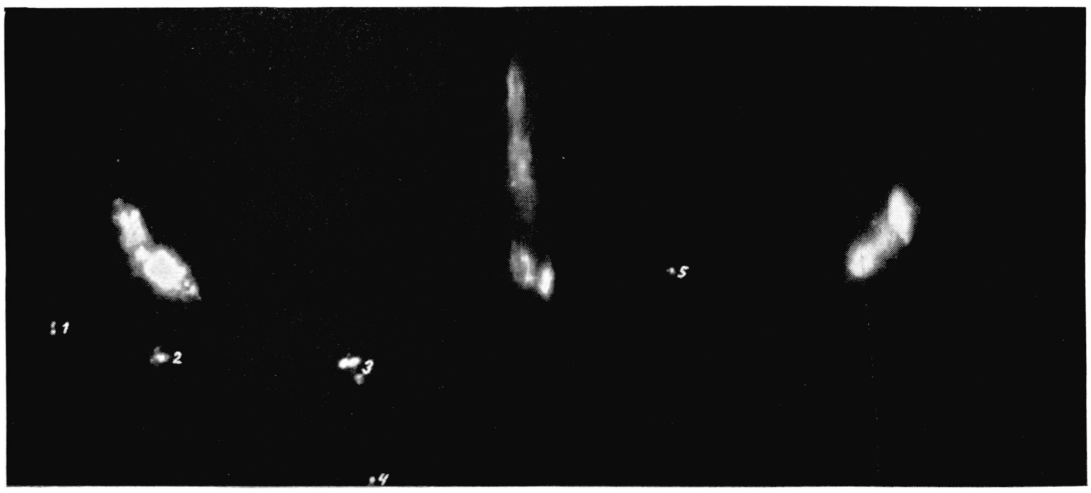

Fig. 4. Photogoniogramm des deformierten und rekristallisierten Bleiglanzes. Die kürzere Seite ist der optischen Achse des Photogoniometers parallel.

ursachen. Es sei bemerkt, dass die Oberfläche der einzelnen Blöcke ebenfalls nicht eben ist, weil die Blöcke in sich deformiert sind und aus Subblöcken verschiedener Grösse bestehen. Betrachtet man die Grenze zwischen dem linken und rechten Teil der Abbildung, so sieht man, dass sich mitten auf dem Mosaikfeld kleine Keime mit anderer Orientierung befinden und bereits kompakte feinkörnige Massen mit verschiedener Orientierung auftreten. Schon auf dieser Aufnahme ist zu sehen, dass die Spaltflächen der kleinen Kristalle im linken Teil der Probe einer ganz anderen Charakter besitzen — sie sind vollkommen glatt. Das Bild stellt also einen grossen, deformierten Kristall mit Mosaikstruktur dar, in dem kleine Keime ohne irgendwelche Zeichen einer Deformation wachsen.

An anderen Bleiglanzstufen aus der Erzgrube Akatui sind „Verschiebungsstreifen" und mechanische Zwillinge sehr gut ausgebildet. In Fig. 2 ist wieder die Mosaikstruktur des Bleiglanzes an den unebenen Spaltflächen und dem ungleichen Glanz der Oberfläche zu erkennen. Man sieht auf dem Kristall von links oben nach rechts unten zwei breite Verschiebungsstreifen. Die laminaren Kristallblöcke geben der Oberfläche des Kristalles eine gefältelte Form. Die weniger starke Fältelung längs der beiden Diagonalen des Bildes wird durch die ungleiche Beleuchtung verstärkt abgebildet. Von rechts oben nach links unten laufen feine Striche der mechanischen Zwillingsbildung. Aus der Fortsetzung der Striche auf der seitlichen Fläche ergibt sich das Zwillingsgesetz zu {441}. In einem derart verschieden stark deformierten Feld besitzen die Kristalle ihre eigene Orientierung, besonders auch neben einem der Translationsstreifen. Die Oberfläche dieser kleinen Kristalle ist völlig glatt und nicht deformiert.

In einigen Proben des akatuischen Bleiglanzes kommt der Mosaikbau nicht so stark zum Ausdruck, hingegen besitzen die Spaltflächen auch eine unebene Oberfläche. Auch hier findet man kleine Kristalle über die ganze Probe verteilt, die keinerlei Deformationen zeigen.

Die kubischen Spaltstücke wurden auf dem Photogoniometer untersucht. Die Justierung erfolgte nach den drei Flächen {100}, so dass die Achse G_3 mit der optischen Achse des Gerätes zusammenfällt, was infolge der Deformation des Minerals nur angenähert möglich war. In Fig. 4 ist ein solches Photogoniogramm abgebildet.

Auf dem Photogoniogramm sind hauptsächlich drei stark verbreiterte und verwaschene Signale mit komplizierter Struktur zu sehen — eine Widerspiegelung der starken Deformation der Flächen {100} des Grundkristalles. Weiter sieht man an verschiedenen Stellen der Aufnahme

scharfe Signale, die von den ebenen Oberflächen der kleinen Kristalle verursacht werden. Die Lage aller Signale ist aus der stereographischen Projektion ersichtlich (Fig. 5). Die Verbreiterung und Verschmierung der Grundreflexe zeigen, dass die Würfelflächen des Ausgangskristalles in mehrere Blöcke geteilt sind, die untereinander verschiedene Winkel bilden (bis zu 30°). Die verschiedenen {100}-Flächen besitzen jedoch ungleiche Deformationsrichtung. Die auf dem Photogramm die zentrale Stelle einnehmenden Signale der deformierten Würfelflächen, die wir mit den Symbolen (100) bezeichnen, sind in Richtung der {111} geneigt. Dies spricht für eine Krümmung dieser Flächen längs [011]. Die Signale der Flächen (010) und (001) sind gegen die entsprechenden {100} geneigt, was für eine Krümmung der Flächen längs [110] spricht. Die Symmetrieebenen im Photogramm der Signale von {100} des Grundkristalles lassen vermuten, dass die deformierende Kraft ungefähr auf die Fläche {110} orientiert war. Anders verhalten sich die auf dem Photogoniogramm gruppenweise auftretenden scharfen Reflexe, die mit den Ziffern 1—5 bezeichnet sind. Es ist zu sehen, dass die Intensität der scharfen Signale nicht einheitlich ist. Das gruppenweise Auftreten der

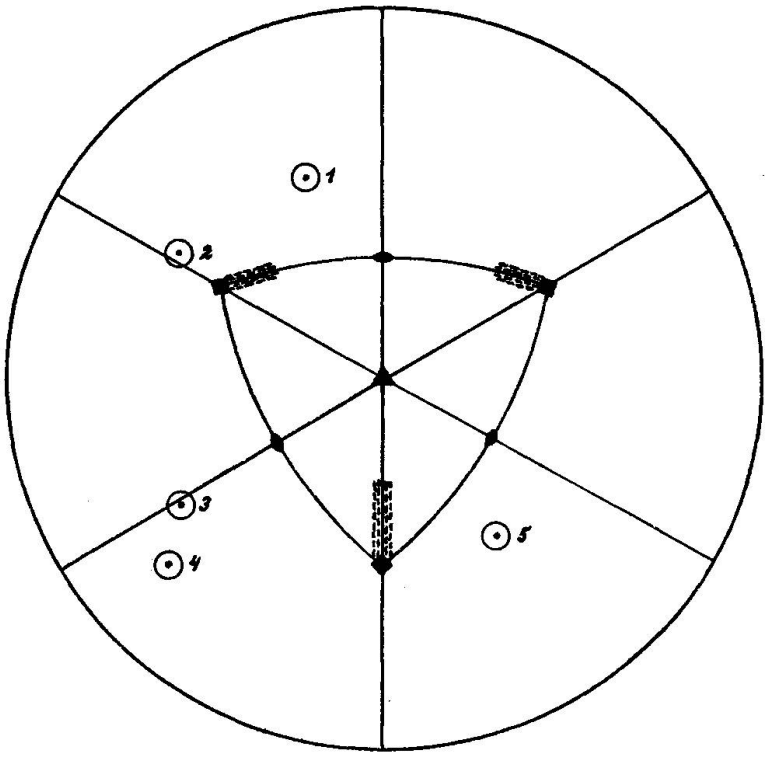

Fig. 5. Stereographische Projektion der Reflexe auf dem Photogoniogramm des Bleiglanzes.

scharfen Reflexe spricht für das Vorhandensein sehr ähnlich orientierter Kristalle verschiedener Grösse. Eine Gruppe solcher hell beleuchteter Kristalle ist in Fig. 2 in der linken oberen Ecke zu sehen. Scharfe Reflexe beobachtet man auch an den Grenzen der verwischten Signale der Fläche {100} des Grundkristalles. Es ist anzunehmen, dass diese Reflexe nicht von den deformierten Blöcken, sondern von den neu gewachsenen kleinen Kristallen herrühren. Die Flächen {100} sind hier ähnlich zu den Flächen {100} des Grundkristalles orientiert.

Die Winkel zwischen den Punktsignalen der verschiedenen Gruppen sind nie genau 90°. Folglich erscheinen auf dem Photogoniogramm nie zwei {100}-Signale ein und desselben kleinen Kristalls. Die Koordination der Punktsignale fällt nicht mit einer kristallographischen Form des Bleiglanzes zusammen, obwohl die Gruppe der Signale Nr. 3 mit der Zone [hkl] zusammenfällt. Daraus lässt sich sagen, dass bei den untersuchten Proben die kleinen Kristalle nicht einfach wie der Ausgangskristall orientiert sind. Das alles zeugt von einer komplizierten Spannungsverteilung im deformierten Stoff. Früher wurde gezeigt, dass die Orientierung der Körner im absolut rekristallisierten Bleiglanz nur statistisch mit der Richtung der deformierenden Kraft verbunden ist (D. Schachner-Korn, 1954).

Wir sehen, dass das Photogoniogramm die Kennzeichen der Rekristallisation, das heisst die Anwesenheit kleiner, undeformierter Kristalle in einem grossen deformierten Kristall sehr gut wiedergibt.

Schlussfolgerung: 1. Das Photogoniometer ist ein bequemes Instrument für die Untersuchung der Rekristallisationsprozesse in Mineralien. 2. In einem deformierten Stück von Bleiglanz aus Akatui wurde der Rekristallisierungsprozess beobachtet.

Selbstverständlich wurden neben dem Photogoniometer auch noch andere Analysenverfahren verwendet.

Der Verfasser dankt dem Dozenten V. A. Mokijewskij für die erwiesene Hilfe bei der Arbeit mit dem Photogoniometer.

Literaturverzeichnis

1. Grigorjew D. P. (1956): Die Rekristallisation der Mineralien. Schriften der Mineralog. Ges. der SU., t. 85, No. 2, S. 147—170 (russisch).
2. Grigorjew D. P. (1958): Drei Typen der plastischen Verformung des Bleiglanzes. Mineral. Schriften d. Geolog. Ges. Lwov, No. 12, S. 129—143 (russisch). Englische Übersetzung: Three types of plastic deformation in Galena. Intern. Geol. Review, vol. 3, No. 7, S. 586—597 (1961).

3. Grigorjew D. P. (1961): Die Ontogenie der Mineralien. Herausgegeben von der Universität Lwow, 284 S. (russisch).
4. Mokiewsky W. A. (1961): Über die Entwicklungsperspektiven der photogoniometrischen Untersuchungsmethode von Kristallen (Zusammenfassung eines Vortrags). Schriften der Mineralog. Ges. der SU., t. 90, No. 5, S. 620 (russisch).
5. Schachner-Korn D. (1954): Ein Wachstums- und ein Rekristallisationsgefüge von Bleiglanz aus einer rheinischen Lagerstätte. Tscherm. Miner. Petr. Mitt., Bd. IV, S. 111—116.

Manuskript eingegangen am 19. Dezember 1962.