Zeitschrift: Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 51 (1961)

Artikel: Die Binnite vom Lengenbach (Binnental) : Studien über die Freiburger Binnentalsammlung II

Autor: Schaller, I.

Kapitel: III: Zur Revisionsmethode des kristallographischen Daten

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308383

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: 16.07.2025

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

Erklärung der Gitterstruktur des Binnits und Präzisionsmessungen seiner Gitterkonstanten veröffentlichte Machatschki 1928 (84b), studiert an Debyediagrammen der Kristalle (S. 206/10). Dabei bestätigt sich die Raumgruppe der Fahlerze als hexakistetraedrisch Td^3. Er gibt den Lengenbacher Binnit nach De Jongs mit einer Gitterkonstanten $a_0 = 10{,}205$ Å an, wo sich in dieser Elementarzelle 8 Moleküle Cu_3AsS_3 befinden. Diese Zelle hat große Ähnlichkeit mit einer 8-fachen Zinkblendezelle : Bei der von ihm vorgeschlagenen Aufstellung unterscheidet sich die Fahlerzzelle von einer 8-fachen Zinkblendezelle nur dadurch, daß die Sb (bzw. As) Atome nicht genau in den Eckpunkten der Oktanten der großen Zelle liegen und daß 2 von den Oktanten beim Fahlerz keine S-Atome enthalten. Die Cu-Atome sitzen in den Mitten der Kanten der Oktanten und die Sb-Atome fast in der Mitte derselben, und jeder Oktant enthält drei S-Atome (S. 208/4).

« Die Atome der einwertigen Metalle z. B. Cu und Ag können im Fahlerzgitter bis zu einem gewissen Ausmaß durch solche von zweiwertigen Metallen, insbesondere Zn und Fe ersetzt werden. Dies bedingt gleichzeitig die Aufnahme von Schwefel über die einfache Fahlerzformel hinaus. Die überzähligen Schwefelatome können an jenen Stellen in das Gitter eingebaut werden, an denen (im Gegensatz zum Zinkblendegitter) beim Fahlerz die Schwefelatome fehlen (S. 212).»

Weitere Strukturuntersuchungen gehen auf Pauling und Neumann 1934 (97) zurück.

Berry 1943 (12b), Machatschki 1954 (84c), Ross 1957 (114), Hellner, Weitz, Rösch 1958 (49) referieren im wesentlichen den damaligen Stand.

III. Zur Revisionsmethode der kristallographischen Daten

1. Apparatives

Die Messungen mußten mit einem älteren Zweikreisgoniometer (Modell II von R. Fuess, Berlin Steglitz) durchgeführt werden. Es entspricht etwa der Abb. 55 des Gerätebuches von Leiss. Die durchgeführten Verbesserungen samt Justiermethode etc. sind in einem ausführlichen Apparateprotokoll im Institut festgehalten. Aus diesem Protokoll ist am Ende dieses Kapitels nur die Literaturliste wiedergegeben.

2. Gnomonische Projektion und Indizesermittlung

Die goniometrische Auswertung erfolgt über die gnomonische Projektion, weil nur diese eine genügend große Auflösung der Flächenwinkel erlaubt. Bei dem von uns gewählten Radius $R^* = 70$ cm, das

ist die Distanz der Fläche (001) von (110), liegt also der Pol einer um 45° geneigten Fläche 70 cm vom Projektionsmittelpunkt entfernt. Für ein rechtwinkliges Koordinatensystem ergeben sich auf der Lagenkugel $P_{x,y,z}$ ($R_{Kugel} = 1$, und Polarkoordinaten φ,ρ) die Werte :

$$\begin{aligned} x \text{ (a-Achse)} &= \sin\varphi . \sin\rho \\ y \text{ (b-Achse)} &= \cos\varphi . \sin\rho \\ z \text{ (c-Achse)} &= \cos\rho \end{aligned}$$

und für die polständige Projektionsebene (E*) :

$$\varphi^* = \varphi,\ \rho^* = R^*.\mathrm{tg}\,\rho$$

Die Indizesberechnung erfolgt aus den (in Polarkoordinaten erfaßten) Tangentialflächen der Lagenkugel wie folgt : (h k l) ≡ Tripel der reziproken Achsenabschnitte,

$$x = \frac{1}{h},\ y = \frac{1}{k},\ z = \frac{1}{l} \quad \text{(Achsenabschnitte).}$$

$$\sin\varphi = \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} = \frac{h}{\sqrt{h^2 + k^2}}$$

$$\cos\varphi = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} = \frac{k}{\sqrt{h^2 + k^2}}$$

$$\mathrm{tg}\,\rho = \frac{z}{x \sin\varphi} = \frac{h}{l \sin\varphi}$$

$$\mathrm{tg}\,\rho = \frac{z}{y \cos\varphi} = \frac{k}{l \cos\varphi}$$

Für kubische Kristalle kann man in dem durch die Flächenpole (001), (011), (111), (101) umgrenzten Quadrat der gnomonischen Projektion alle Positionen wiedergeben.

Die Abb. 1, siehe Seite 191, zeigt die Grundzonen innerhalb dieses repräsentativen Bereichs.

Die *Positionen x, y des gnomonischen Netzes* für die wichtigsten Flächen errechnen sich wie folgt :

$$x = R^*.\frac{h}{l} \quad y = R^*.\frac{k}{l}$$

also (bei R* = 70 cm) ergeben sich die folgenden Werte in cm :

a) für Tristetraeder ; Zone (001) (111) = [1$\bar{1}$1] x = y = A
A für (111) = 70 (334) = 52,5 (557) = 50 (223) = 46,$\bar{6}$.. (558) = 43,75 (10.10.17) = 41,17 (559) = 38,$\bar{8}$.. (10.10.19) = 36,84 (112) = 35 (12.12.25) = 33,6 (10.10.21) = 33,$\bar{3}$.. (449) = 31,108 (5.5.12) = 29,1$\bar{6}$.. (225) = 28 (5.5.13) = 26,92 (338) = 26,25 (10.10.27) = 26 (5.5.14) = 25 (6.6.17) = 24,702 (10.10.29) = 24,14 (113) = 23,$\bar{3}$..

(6.6.19) = 22,104 (5.5.16) = 21,875 (227) = 20 (5.5.18) = 19,$\bar{4}$.. (5.5.19) = 18,42 (114) = 17,5 (229) = 15,$\bar{5}$.. (10.10.47) = 14,89 (115) = 14 (2.2.11) = 12,$\bar{7}\bar{2}$.. (116) = 11,$\bar{6}$.. (2.2.13) = 10,768 (117) = 10 (5.5.37) = 9.45 (4.4.31) = 9,032 (118) = 8,75 (119) = 7,$\bar{7}$.. (1.1.10) = 7 (5.5.51) = 6,86 (1.1.12) = 5,8$\bar{3}$.. (1.1.14) = 5 (1.1.16) = 4,375 (2.2.35) = 4 (1.1.18) = 3,$\bar{8}$.. (1.1.20) = 3,5 (1.1.24) = 2,92 (1.1.25) = 2,8 (1.1.28) = 2,5 (1.1.30) = 2,$\bar{3}$.. (1.1.34) = 2,06 (1.1.40) = 1,75 (1.1.76) = 0,921 (001) = 0

b) für Deltoiddodekaeder; Zone (011) (111) = [0$\bar{1}$1] x = 70 y = A
Zone (101) (111) = [$\bar{1}$01] x = A y = 70

A für (111) = 70 (566)(bzw. (656) = 58,$\bar{3}$.. (233) bzw. (323) = 46,$\bar{6}$.. (588) bzw. (vertauscht wie oben) = 43,75 (477) = 40 (122) = 35 (499) = 31,$\bar{1}$.. (255) = 28 (133) = 23,$\bar{3}$.. (144) = 17,5 (1.12.12) = 5,83 (1.13.13) = 5,39 (1.30.30) = 2,$\bar{3}$..

c) für Pyramidenwürfel; Zone (001) (011) = [100] x = 0 y = A
Zone (001) (101) = [010] x = A y = 0

A für (012) bzw. (102) = 35 (013) bzw. (103) = 23,$\bar{3}$..

d) für Hexakistetraeder; Zone (112) (233) = [$\bar{3}$11] x = A y = B
Zone (112) (323) = [1$\bar{3}$1] x = B y = A

Also: (345) = A_1B_1 bzw. (435) = B_1A_1; (457) = A_2B_2 bzw. (547) = B_2A_2; (569) = A_3B_3 bzw. (659) = B_3A_3

A_1 = 42 B_1 = 56; A_2 = 40 B_2 = 50; A_3 = 38,$\bar{8}$.. B_3 = 46,$\bar{6}$..

Zone (112) (011) = [$\bar{1}\bar{1}$1) x = A y = B
Zone (112) (101) = [$\bar{1}\bar{1}$1) x = B y = A

Also: (123) = A_1B_1 bzw. (213) = B_1A_1; (347) = A_2B_2 bzw. (437) = B_2A_2; (11.12.23) = A_3B_3 bzw. (12.11.23) = B_3A_3

A_1 = 46,$\bar{6}$.. B_1 = 23,$\bar{3}$..; A_2 = 40 B_2 = 30; A_3 = 36,52 B_3 = 33,48

Zone (102) (113) = [21$\bar{1}$] x = A y = B
Zone (012) (113) = [12$\bar{1}$] x = B y = A

Also: (419) = AB bzw. (149) = BA; A = 7,$\bar{7}$.. B = 31,$\bar{1}$..

3. Messung und Zeichnung

Nach dem am Goniometer provisorisch gezeichneten Kopfbild und einer zugeordneten stereographischen Skizze ist es ohne weiteres möglich, auch Fragmente richtig zu indizieren. Da die Würfelflächen am Binnit häufig gestreift sind, wird man gegebenenfalls eine (112)-Fläche polar stellen, man muß dann allerdings das ganze System transformieren. – Erst jetzt wurde zur gnomonischen Projektion übergegangen und aus ihr die parallelperspektivische Zeichnung entwickelt. Zur naturgetreuen Abbildung ist es notwendig, die mittels Okularmikro-

meter gemessenen wahren Kantenlängen der stets verzerrten Kristalle heranzuziehen.

Die Sicherheit der Flächenmessung hängt weitgehend von der Güte der Signale ab. Liegen nämlich Flächen mäßiger Güte benachbart, und haben sie nur einen geringen Winkelabstand, dann muß man sich mit den Phänomenen vertraut machen, wie sie von Websky beschrieben worden sind.

Die Sicherstellung fraglicher Flächen erfolgt durch probeweise Indizierung eines begrenzten Indizesfeldes, indem man aus der Fehlerbreite der Messung und der Erwartungswahrscheinlichkeit der Fläche (kleine Indizeszahlen, Komplikationsgesetz, Zonenlage) den wahrscheinlichsten Wert ermittelt.

Eine Fehlerrechnung für die Einkreismessung gibt Websky, für die zweidimensionale Mannigfaltigkeit der Zweikreismessung hat Woyno eine Lösung mit Hilfe der Häufungsmethode anzugeben versucht.

4. Das Komplikationsgesetz (v. Goldschmidt 1897)

Das Komplikationsgesetz, oder vielmehr eine solche Regel, hilft die Auswahl möglicher Indizes einzuengen. Es besagt, daß sich bei normaler Entwicklung eines Zonenstückes die weniger häufigen Flächen durch Kantenabstumpfung der häufigeren Flächen ergeben: Zwischen die Hauptknoten (Normalreihe nullter Ordnung) schieben sich sekundäre Flächen, welche mit den Gliedern der vorigen Reihe eine Normalreihe erster Ordnung bilden, analog folgt eine zweite und dritte Ordnung usw. Dabei berechnen sich die neuen Glieder durch Addition der Indices aus den alten:

$$(h_1 + h_2,\ k_1 + k_2,\ l_1 + l_2)$$

oder in den Goldschmidt'schen polaren Symbolen geschrieben nach der Beziehung:

$$\left(\frac{h_1 + h_2}{l_1 + l_2},\ \frac{k_1 + k_2}{l_1 + l_2}\right) = p_3,\ q_3, \quad \text{wo } p_v = \frac{h_v}{l_v},\ q_v = \frac{k_v}{l_v} \text{ ist,}$$

was dann auf seine harmonischen Zahlenreihen

$$p_v^* = \frac{p_v}{q_v} \text{ führt.}$$

Die harmonischen Zahlen sind die Abstände ρ der Projektionen der Flächen auf die Tangentialebene des einen Hauptknotens A des Zonenstückes.

Dieses Komplikationsgesetz deckt sich bis zur dritten Komplikationsreihe mit den an Kristallen gemessenen Formen. Jedoch gibt es auch ein anderes Gesetz, nach Goldschmidt das der Kombinationsreihe, welche bis zur dritten Entwicklungsreihe dasselbe liefert. Dabei berechnet sich die v Kombinationsreihe als Kombination der Verhältnisse der Zahlen 1, 2, 3 ... v. Ab der Entwicklungsreihe dritter Ordnung werden die nach den beiden Gesetzen berechneten Reihen unterschiedlich :

$$\text{Komplikation } 4: \; 0 \; \frac{1}{4} \; \frac{1}{3} \; \frac{2}{5} \; \frac{1}{2} \; \frac{3}{5} \; \frac{2}{3} \; \frac{3}{4} \; 1 \; \frac{4}{3} \; \frac{3}{2} \; \frac{5}{3} \; 2 \; \frac{5}{2} \; 3 \; 4 \; \infty$$

$$\text{Kombination } 4: \; 0 \; \frac{1}{4} \; \frac{1}{3} \; - \; \frac{1}{2} \; - \; \frac{2}{3} \; - \; 1 \; - \; \frac{4}{2} \; \frac{3}{2} \; 2 \; - \; 3 \; 4 \; \infty$$

(in Form der Goldschmidt'schen harmonischen Zahlen geschrieben.) Gleichzeitig werden die Flächen auch so klein, die Formen so selten und unvollständig entwickelt, daß Goldschmidt schon 1921 die Frage offen lassen muß, welchem der beiden Gesetze der Vorrang gebührt ; Da ein Beweis noch ausstand, wandte er auf weiteres das Komplikationsgesetz an.

Abgesehen von den auf diese Art und Weise ermittelten « wahrscheinlichen Flächen » finden sich in der Nachbarschaft von Hauptflächen solche mit hohen Indizes, die man als Vizinalflächen zu eliminieren liebt. Indessen ist hier oft nicht sicher zu unterscheiden, ob nicht doch eine echte neue Flächenbildung vorliegt, die man zu indizieren hat, während eine bloß vizinale Neigung nicht sinnvoll zu indizieren wäre. Außerdem scheint sich eine « gestörte Lage » kleiner Flächen (das heißt eine winkelfalsche Position) dort zu ergeben, wo andere Zonen unter spitzem Winkel vorbeistreichen.

5. Die Meß- und Revisionsprotokolle

Für eine genauere Flächenerfassung scheiden alle aufgewachsenen Kristalle aus. Aber auch Splitter mit zu kleinem Flächenbereich sind ungeeignet, zumal sich in verschiedenen Zonen gleiche Winkel wiederholen können.

Am realen Kristall sind (abgesehen von Würfel und Rhombendodekaeder, manchmal auch Tetraeder) nie sämtliche möglichen Flächen realisiert, auch dann nicht, wenn die betreffenden Sektoren voll ausgebildet sind. Wir haben daher eine Flächenerwartbarkeit E eingeführt.

$$E = \frac{e}{m} \quad \begin{matrix} (e = \text{effektiv vorhandene Flächen}) \\ (m = \text{mögliche Flächen}) \end{matrix}$$

Ein Hexakistetraeder hat 24 Flächen, sind 2 der in Frage kommenden Oktanten am Kristall mit Flächen ausgebildet, so ist m = 6 ; beobachtet man 2 Flächen (e = 2), so wird also E = 2/6 = 1/3.–

Zur Flächengröße muß noch die Signalgüte (S) als Sicherheitskriterium hinzutreten. Oft haben noch sehr kleine Flächen gute Signale, scheinbar sichere Flächen bleiben flau.

Da man am Nonius optimal 10″ schätzen kann,[1] liegen die *großen* Ungenauigkeiten bei der Signaleinstellung ; nur beim kompletten Kreuz (einschließlich sichtbarer Signalbalken) bleibt der Fehler unter einer Minute. Für die schlechteren Signale ergeben sich folgende Genauigkeitsstufen :

Signalgüte	Signalbeschreibung	Fehler ± (in Minuten)
I	Kreuz u. zusätzlicher Diagonalbalken sichtbar	1
II	Kreuz ohne Diagonalbalken sichtbar	2
III	Kreuz mit verschwommenem Vertikalbalken (Spaltwirkung schmaler Flächen)	5
IV	Ausfall des Vertikalbalkens, verschwommener Horizontbalken	15
V	diffuse Gesichtsfeldaufhellung	45
VI	kaum merkliche Aufhellung	> 100

Der der Indizierung zugrundeliegende Mittelwert geht jeweils auf 4 Einzelmessungen zurück, wobei nach Schwenken des Horizontalkreises um 180° die Zonen jeweils auch invers zur Messung kamen. Von den Meßprotokollen sind nachstehend nur drei beispielhafte Ausschnitte wiedergegeben. Das Gesamtprotokoll ist im Institut einsehbar.

---

[1] Mittels des Doppelnonius (180° abstehend) wurde entsprechend dem Verfahren von Fedorow eine Verifikationstabelle aufgestellt, nach der der Exzentrizitätsfehler der Horizontalachse 5″ nicht übersteigt ; die Vertikalachse liefert allerdings eine Ungenauigkeit ± 20″.

Beispielhafte Ausschnitte aus den Messprotokollen

Form	Flächenerwartbarkeit E	Flächennummer	Flächenindex	Signalgüte S	Bemerkungen (neu :)	(Flächenausbildung :)	Winkelwerte ρ (theor. :)	(gemessen :)
Kristall B 571/7 Tetraeder								
+ (111)	1/2	28	(111)	IV		sehr klein		
− (111)	3/3	44	$(1\bar{1}1)$	III		klein		
		36	$(\bar{1}11)$	II		klein und glänzend		
		g	$(11\bar{1})$	II		relativ groß und glatt		
Kristall B 568/V Tetrakishexaeder (hko)								
(310)	3/6	1	(103)	III		groß und matt, zart gestreift ‖ (001)		
		7	(013)	III		wie oben		
		24	(031)	VI		sehr schmal		
(910)	2/6	19	(109)	VI	neu	äußerst schmal		
		18	(019)	V	neu	sehr schmal		
Kristall B 240 Ausschnitt aus der Liste der Tristetraeder (hkk)								
+ (722)	1/10	156	$(\bar{2}2\bar{7})$	III		sehr schmal	22°00′	21°36′
+ (16.5.5)	3/10	49	(5.5.16)	V		sehr, sehr schmal	23°51′	23°30′
		135	$(\bar{5}.\bar{1}\bar{6}.5)$	III		sehr schmal		23°30′
		195	$(5.\bar{1}\bar{6}.\bar{5})$	III		sehr schmal		24°10′
− (16.5.5)	1/10	8	$(\bar{5}.5.16)$	IV	neu	sehr schmal	23°51′	24°12′
+ (311)	2/10	59	$(\bar{1}\bar{1}3)$	III		schmal	25°14′	25°00′
		235	$(\bar{3}1\bar{1})$	IV		sehr schmal		24°30′
− (14.5.5)	1/10	9	$(\bar{5}.5.14)$	III	neu	sehr schmal	26°48′	26°40′

6. Literatur zum III. Kapitel

Das Zweikreisgoniometer

CORNU, A. : « Über eine mögliche Fehlerquelle bei goniometrischen Messungen ». Bull. Soc. min. Franc. Bd. 1. 1878, S. 35-37. Ref. in : Z. Krist. 3, 1879, S. 638.

FEDOROW, E. VON : « XXIV, Universal-(Theodolith) Methode in der Mineralogie und Petrographie. » (Zweikreisgoniometer mit Autokoll.) Z. Krist. 21, 1893, S. 574-714.

GOLDSCHMIDT, V. : « Goniometer mit zwei Kreisen ». Z. Krist. 21, 1893, S. 210-232.

GOLDSCHMIDT, V. : « Das zweikreisige Goniometer (Modell 1896) und seine Justierung ». Z. Krist. 29, 1898, S. 333-345.

LEISS, C. : « Optische Instrumente der Firma Fuess ». Verl. Engelmann, Leipzig 1899.

SCHROEDER, R. : « Kristallometrisches Praktikum ». Springer-Verl. Berlin 1950.

WEBSKY, M. : « Über Einrichtung und Gebrauch der von R. Fuess in Berlin nach dem System Babinet gebauten Reflexionsgoniometer (Modell II), (Einkreisgoniometer). Z. Krist. 4, 1880, S. 545.

Das Reflexbild in Abhängigkeit von der Flächenausbildung und -Größe

FEDOROW, E. VON : « Universal-(Theodolith-)Methode in der Mineralogie und Petrographie. » Z. Krist. 21, 1893, S. 574-678 z. B. : S. 662.

SCHRAUF, A. : « Über Eggonit » (Anhang : Über die Formen des Signals für Krystallmessungen). Z. Krist. 3, 1879, S. 356-358.

WEBSKY, M. : « Über die Lichtreflexe schmaler Kristallflächen » (für Websky' schen Spalt untersucht). Z. Krist. 3, 1879, S. 241-258.

Zur Fehlerrechnung

WEBSKY, M. : « Über Einrichtung und Gebrauch der von R. Fuess in Berlin nach dem System Babinet gebauten Reflexions-Goniometer, Modell II » (einkreisig). Z. Krist. 4, 1880, S. 545.

WOYNO T. : « Die Anwendung der Häufungsmethode auf zweikreisige Kristallmessungen ». Cbl. Min. 1918, S. 107-120 und S. 142-152.

Zur Komplikationsmethode

BAUMHAUER, H. : « Über den Ursprung und die gegenseitigen Beziehungen der Krystallformen ». Rektoratsrede Freiburg/Schweiz 1901 Druckerei St. Paul.

BAUMHAUER, H. : « Über die Aufeinanderfolge und die gegenseitigen Beziehungen der Krystallformen in flächenreichen Zonen ». Sitzber. d. k. preuss. Akad. d. Wiss., phys-math. Kl. 1904, S. 543-554.

BAUMHAUER, H. : « Untersuchungen über die Entwicklung der Krystallflächen im Zonenverbande ». Z. Krist. 38, S. 628-655, 1904.

BAUMHAUER, H. : « Über das Gesetz der Komplikation und die Entwicklung der Krystallformen ». Verhandl. d. Schweiz. Naturf. Ges. 1910, 93.

BAUMHAUER, H. : « Über die Entwicklung der Krystallflächen im Anschluß an neue Beobachtungen am Binnit ». Z. Krist. 52, 1913, 581-591.

BAUMHAUER, H. : « Beitrag zur vergleichenden Kristallographie ». Schw. Min. Petr. Mitt. 5, 1925, S. 348-426.

FEDOROW, E. VON : « Beiträge zur zonalen Kristallographie, Complikationsgesetz und richtige Aufstellung der Kristalle. » Z. Krist. 35, 1902, S. 25-74.

GOLDSCHMIDT, V. : « I Über Entwicklung der Krystallformen ». Z. Krist. 28, 1897, S. 1-35.

GOLDSCHMIDT, V. : « II. Über Entwicklung der Krystallformen ». Z. Krist. 28, 1897, S. 414-451.

GOLDSCHMIDT, V. : « Über Harmonie und Complikation ». Springer, Berlin, 1901, S. 1-7.

GOLDSCHMIDT, V. : « Über Komplikation und Displikation ». Sitz. Ber. d. Heidelb. Akad. d. Wiss. 1921/12. Abh. S. 1-90.

HAAG, FR. : « Bemerkungen zum Complikationsgesetz ». Z. Krist. 45, 1908, S. 63-75.

KLEBER, W. : « Die strukturtheoretische Diskussion kristallmorphologischer Fragen ». Fortschr. Min. 21, 1937, S. 172-224.

SOMMERFELD, E. : « Kettenbruchähnliche Entwicklung zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens bestimmter Flächenkombinationen an Krystallen ». Cbl. Min. 1903, S. 537-554.

WONDRATSCHEK, H. : Über die Möglichkeit der Beschreibung kristallphysikalischer Eigenschaften durch Flächen ». Z. Krist. 110, 1958, S. 127-135.

Vizinalflächen und Korrosionserscheinungen

BAUMHAUER, H. : « Neue Beobachtungen am Binnit und Dufrenoysit ». Z. Krist. 28, 1897, S. 548.

EXNER : « An Lösungsfiguren in Krystallen ». Ber. Akad. Wien LXIX, 6, 1874.

GOLDSCHMIDT, V. : « Index der Krystallformen der Mineralien ». Springer, Berlin 1886, S. 146-147.

GOLDSCHMIDT, V. : « Über Entwicklung der Krystallformen. Teil I u. II. » Z. Krist. 28, 1897, S. 1-35 und 414-451.

GOLDSCHMIDT, V. : « Über krumme Flächen (Übergangsflächen). Mit Beobachtung am Phosgenit. » Z. Krist. 26, 1896, S. 1-15.

HAMBERG, A. : « Natürliche Corrosionserscheinungen und neue Kristallflächen am Adular von Schwarzenstein ». Z. Krist. 15, 1888, S. 84.

KREUTZ, ST. : « Über die Vizinalflächen ». Jahrb. Min. 1918, Ref. S. 110.

TERTSCH, H. : « Vom Kristallwachstum ». Der Karinthin, Folge 39, 1959, S. 32-42.

WULFF G. : « Zur Frage der Geschwindigkeit des Wachstums und der Auflösung der Kristallflächen ». Z. Krist. 34, 1901, S. 449-530.

Kristallzeichnen mit Hilfe der Zentraldistanz

BOEKE, H. E. : « Über die graphische Ermittlung der Krystallelemente und den Zonenverband in der gnomonischen Projektion ». Z. Krist. 52, 1913, S. 175-178.

HERITSCH, H. : « Über die Herstellung porträtgetreuer Kristallbilder aus der stereographischen Projektion.» Tscherm. Min. Petr. Mitt. 2, 1951, S. 67-82.

MÖLLER, H. : « Zur Topometrie des Wachstumskörpers. » Jahrb. Min. Beil. Bd. 52, Abt. A. 1925, S. 182-191.

TERTSCH, H. : « Verwendbarkeit parallelperspectivischer Krystallbilder zu Trachtmessungen ». Z. Krist. 47, 1910, S. 630-638.

TERTSCH, H. : « Trachtrichtige Kristallzeichnung aus den Zentralsdistanzen ». Z. Krist. 88, 1934, S. 460-465.

VIOLA, C. : « Ausgleichsmethoden der geometrischen Krystallographie ». Z. Krist. 23, 1894, S. 333-343.