P. Kaemmerer, Weitere Studien etc.

zwischen dem Kristall und dem Photogramm kennen, finden wir leicht

$$\operatorname{tg} 2 \varphi = \frac{0 \operatorname{m}}{Z}, \ 0 \operatorname{p} = \operatorname{Z} \operatorname{tg} \varphi.$$

Ziehen wir auf dem Photogramm eine in p zu Om (Fig. 2) senkrechte Gerade, so stellt diese Gerade die lineare Projektion der Netzebene E dar. So kann man leicht das Photogramm in eine lineare Projektion des Kristalls verwandeln und den Kristall vollständig bestimmen. Das ist insofern wichtig, als für die Herstellung eines Kristallröntgenogramms ein Bruchstück eines Kristalls genügen kann. Damit ist



261

eine neue Methode der Kristallbestimmung gegeben, die ich "Kristallröntgenogrammetrie" nennen möchte.

Moskau, Kristallographisches Laboratorium der Städtischen Schaniawski-Universität, 14. März 1913.

Weitere Studien über die Struktur des Meteoreisens von Carthage (Tennessee).

Von Paul Kaemmerer in Dresden.

Mit 6 Textfiguren.

A. Allgemeiner Überblick.

An den im Kgl. Mineralog. Musenm zu Dresden befindlichen Stücken des Meteoreisens von Carthage (Tennessee) hatte sich die merkwürdige Tatsache herausgestellt, daß die Kamazitlamellen nicht parallel den Flächen des Oktaeders gehen. Bei ihnen fand sich vielmehr die Annahme gut bestätigt, daß sie nach zwei Zonen des Dodekaeders augeordnet sind¹. Durch das änßerst dankenswerte Entgegenkommen des Herrn Geh. Bergrat Prof. Dr. LIEBISCH wurde es mir ermöglicht, die Studien über die Struktur des Eisens an den im Kgl. Mineral.-petr. Museum zu Berlin aufbewahrten Stücken desselben fortzusetzen, indem mir diese Stücke für längere Zeit zur Verfügung gestellt wurden.

Das Hauptergebnis der Untersuchungen war, daß sich die beiden Berliner Stücke der gleichen Annahme unterordnen lassen, die ich zur Erklärung der Struktur der Dresdener Stücke machte,

¹ P. KAEMMERER, Versuch zu einer neuen Deutung der Struktur des Meteoreisens von Carthage (Tennessee). Dies. Centralbl. 1913. p. 17.

262 P. Kaemmerer, Weitere Studien über die Struktur

d. h. auch in diesem vierten und fünften Stück des Meteoreisens von Carthage haben die Kamazitlamellen nicht eine oktaedrische Anordnung, sondern scharen sich nach zwei Zonen des Rhombendodekaeders.

Merkwürdig bleibt ja immer, daß die dritte Zone des Dodekaeders vollständig unterdrückt erscheint. Nur an einer einzigen Stelle wurden Lamellenspuren gefunden, die als der dritten Zone angehörig gedeutet werden könnten. Sie treten als Umgrenzung eines Troiliteinschlusses auf. (Vergl. T in Fig. 1.) Dagegen spricht, daß andere Troiliteinschlüsse ganz unregelmäßig von Kamazit umgrenzt sind.

Wenn man nun bedenkt, daß die Anordnung von zwei Zonen des Dodekaeders der Anordnung nach Oktaederflächen nicht unähnlich ist, so könnte etwa noch der Vermutung Raum gegeben werden, daß die Oktaedritstruktur durch eine Deformation des gesamten Eisenkörpers in die dodekaedrische übergegangen wäre. Dann wäre allerdings erstaunlich, wie gleichmäßig und störungsfrei die neue Strukturform sich gebildet hätte, und daß sie sich so gut gerade durch das Dodekaeder erklären läßt.

Während die bisherigen einschlägigen Arbeiten meist nur mit der Orientierung der Schnittflächen bei vorausgesetzter Oktaederstruktur zu tun hatten, wurde bei den gegenwärtigen Untersuchungen eine Methode gebraucht, nach der aus den Spurenwinkeln auf den Schnittflächen die gegenseitige Lage der Kamazitlamellen, also die Kristallform bestimmt werden kann, die der Struktur zugrunde liegt. Eine dahingehende Anregung war mir schon bei der Untersuchung der Dresdener Stücke von Herrn Geheimrat Prof. Dr. Katkowsky gegeben worden. Es wurde ein rechnerisches, sowie ein parallel gehendes graphisches Verfahren benützt, worüber im folgenden Näheres berichtet werden wird.

B. Einzelheiten der Strukturstudien.

1. Das Eisen IV.

a) Beobachtungen. Das größere der Berliner Stücke des Meteoreisens von Carthage soll als Eisen IV bezeichnet werden. Es ist 771,5 g schwer und hat ungefähr die Form eines dreiseitigen steilen Pyramidenstumpfes von 12,6 cm Höhe. Eine Seitenfläche ist eine natürliche Begrenzungsfläche, an der besonders eine ihr parallel angelagerte rhombusförmige Lamelle auffällt. Die beiden anderen Seitenflächen F_2 und F_3 , sowie die größere Grundfläche F_1 wurden in Fig. 1 als Netz dargestellt. Die fünfte Begrenzungsfläche ist annähernd parallel zu F_1 . In Fig. 1 sind auf jeder Fläche die Spurenrichtungen der vier Lamellenscharen a. b. c. d eingezeichnet. Unter Beachtung der

263

des Meteoreisens von Carthage (Tennessee).

Zusammengehörigkeit der Spuren auf benachbarten Flächen ergab die Messung der Winkel zwischen den Spuren im Mittel folgende Werte:

				F ₁	₽ 2	\mathbf{F}_3
a.	b			62 °	190	33 0
b,	d			30	78	60
d.	с			58	13	2



Fig. 1. Netz von drei Flächen des Eisens IV mit Lamellenspuren a, b, c, d. — T ein Troiliteinschluß, von Kamazit umgeben.

Auf F_2 fanden sich außerdem noch zwei Richtungeu x und y als Umgrenzung eines Troiliteinschlusses: x liegt zwischen b und d, so daß $\not\equiv$ b, x = 45⁰, y zwischen a und c, wobei $\not\equiv$ a, y = 35⁰ ist.

Auf F₃ schienen zunächst nur drei Spurenrichtungen vorhanden zu sein. Doch bestätigte sich sehr gut die Annahme, daß hier c und d nahe zusammenfallen.

b) Graphische Bestimmung der Orientierung der Schnittflächen. Unter Zugrundelegung der Polfigur des Rhombendodekaeders wurde nach dem Isoklinenverfahren von A. HIMMELBAUER¹, das ich schon bei der Untersuchung der Dresdener Stücke auf das Rhombendodekaeder übertragen hatte²,

¹ A. HIMMELBAUER, Orientierung von Schnittflächen an Meteoreisen. Min. u. petr. Mitt. 28. p. 153, 1909.

² P. KAEMMERER, a. a. O. p. 23.

264 P. Kaemmerer, Weitere Studien über die Struktur

die Lage der Flächen F_1 , F_2 , F_3 bestimmt. Sie sind in Fig. 2 durch die Großkreise f_1 , f_2 , f_3 dargestellt. F_1 liegt sehr nahe einer Oktaederfläche, wie die Hauptschnittflächen der Dresdener Eisen I und II. Der Pol von f_1 ist P_1 . Bei den Polen P_2 und P_3 von f_2 und f_3 ist der Verlauf der Isoklinen, durch die sie bestimmt werden, durch punktierte Linien augedeutet.



Fig. 2. Polfigur des Rhombendodekaeders (a, b, c, d, x, y), geschnitten durch die am Eisen IV vorkommenden Flächen f_1, f_2, f_3 .

Anf dem Kreis f_2 sind die Punkte T_1 und T_2 markiert. Sie bedeuten die Richtungen, die die rhombusförmige Begrenzung des Troiliteinschlusses (T in Fig. 1) zeigt und haben nahezn die Lage, die den Spuren der gewöhnlich fehlenden Zone des Dodekaeders mit den Flächen x und y auf F_2 zukommt.

Jedenfalls lassen sich alle geometrischen Einzelheiten des Eisens IV ebeufalls mit der für die Dresdener Eisen I—III angenommenen dodekaedrischen Struktur in Einklang bringen.

Aus der Lage der Pole P_1 , P_2 und P_3 gegen die Koordinatenachsen X, Y, Z wurden noch die Parameterverhältnisse der Schnittflächen F_1 , F_2 und F_3 berechnet. Es wurde gefunden:

des Meteoreisens von Carthage (Tennessee).

2. Das Eisen V.

a) Beobachtungen. Das zweite untersuchte Stück soll als Eisen V bezeichnet werden. Es wiegt 33 g, ist tafelförmig, etwa 0,5 cm dick und hat als Grundfläche ungefähr ein Trapez. In

Fig. 3 sind fünf Flächen des Eisens als Netz gezeichnet. Die Größe geht aus dem beigefügten Maß hervor. Der Verlauf der Lamellenspuren ist eingetragen. Man sieht, daß auf der Vorderfläche F_v , sowie auf den Seitenflächen F_1 und F_r nur je drei Spuren vorhanden sind. Auf F_v rührt das daher, daß c und d sehr nahe zusammenfallen, bei F_1 und F_r ist es in der Lage der Flächen begründet, indem sie bezw. parallel zu den Lamellen b und d geschnitten sind. Übrigens waren die Flächen

a



265

Fig. 3. Netz von fünf Flächen des Eisens V mit Lamellenspuren a, b, c, d.

z. T. etwas gekrümmt, so daß die Winkelmessung darunter litt, die außerdem anch durch die ziemlich kleinen Flächen beeinträchtigt wurde.

Folgende Winkel der Spuren wurden festgestellt:

$$\begin{array}{l} {\rm auf} \ {\rm F_o} \\ {\rm auf} \ {\rm F_o} \\ {\rm b, \ d=90 \\ {\rm b, \ d=22} \\ {\rm auf} \ {\rm F_v} \\ {\rm auf} \ {\rm F_v} \\ {\rm b, \ d=54 \\ {\rm d, \ c \ nicht \ vorhanden, \ oder \ sehr \ klein} \\ {\rm auf} \ {\rm F_1=b} \\ {\rm auf} \ {\rm c, \ d=55 \\ {\rm c, \ d=55 \\ {\rm b, \ c=70 \\ } \\ {\rm b, \ c=70 \\ } \end{array} } \end{array}$$

b) Allgemeine Methoden zur Bestimmung der Lamellenstruktur aus Winkelmessungen auf zwei Schnittflächen. Da das Eisen V bei der Annahme von Dodekaederstruktur zunächst gewisse Schwierigkeiten bot, schien es nützlich, eine Methode zu besitzen, nach der man aus den Spuren auf den Schnittflächen die gegenseitige räumliche Lage der Lamellen, m. a. W. den Winkel ihrer Ebeneu, bestimmen kann. Ich folgte hierbei gleichzeitig einer schon früher gegebenen Anregung von Herrn Geheimrat Prof. Dr. KALKOWSKY.

I. Rechnerische Methode.

Man habe an einem Eisen zwei zueinander senkrechte Schnittflächen, und die Schnittkante sei OX (Fig. 4). In jeder Fläche

266 P. Kaemmerer, Weitere Studien über die Struktur

sei eine zur Kante senkrechte Gerade OY bezw. OZ gedacht, so daß OX, OY, OZ das Achsenkreuz eines rechtwinkligen Koordinatensystems bilden, das in Fig. 4 in einer Ebene gezeichnet ist. Haben zwei Lamellenebenen L₁ und L₂ die Spuren a₁ und a₂ in der XY-Ebene, die Spuren b₁ und b₂ in der XZ-Ebene, und werden die Winkel $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varphi_1, \varphi_2$ der Spuren gegen die X-Achse in dem aus der Figur ersichtlichen Sinne gerechnet, so ergibt die analytische Geometrie für den Winkel $\boldsymbol{\Psi}$ der Ebenen L₁ und L₂ die Formel

$$\cos \Psi = \frac{\operatorname{tg} \varepsilon_1 \operatorname{tg} \varepsilon_2 + \operatorname{tg} q_1 \operatorname{tg} q_2 + \operatorname{tg} \varepsilon_1 \operatorname{tg} \varepsilon_2 \operatorname{tg} q_1 \operatorname{tg} q_2}{\pm \sqrt{(\operatorname{tg}^2 \varepsilon_1 + \operatorname{tg}^2 q_1 + \operatorname{tg}^2 \varepsilon_1 \operatorname{tg}^2 \varphi_1)(\operatorname{tg}^2 \varepsilon_2 + \operatorname{tg}^2 q_2 + \operatorname{tg}^2 \varepsilon_2 \operatorname{tg}^2 \varphi_2)}}$$

Hiernach kann man den Winkel zweier Lamellen-



Fig. 4. Zur Berechnung des Winkels zweier Lamellenebenen L_1 und L_2 .

ebenen berechnen, deren Spuren auf zwei zueinander senkrechten Schnittflächen des Eisens man kennt. Damit wird dann die vorliegende Kristallform bestimmt sein.

Sind die Schnittflächen uicht senkrecht zueinander, so kann man ebenfalls eine Formel für cos Φ finden. Auf deren Ableitung habe ich verzichtet, da schon die obige kompliziert genug und für die logarithmische Rechnung uicht sehr bequem ist. Übrigens hat man in dem allgemeinen Falle nicht senkrechter Schnittflächen einen Ersatz in der graphischen Methode.

II. Graphische Methode.

Statt mit den Winkeln ε_1 , ε_2 , φ_1 und φ_2 der Lawellenspuren gegen die Schnittkante in die Formel für cos Φ einzugehen, kann man mit ihrer Hilfe die Lage der Lamellenspuren in eine stereographische Projektion eintragen, in der die Schnittflächen die Koordinatenebenen sind. Danach sind die durch die Spuren bestimmten Ebenen als Großkreise der Projektion einznzeichnen, etwa mit Hilfe des auch bei der Isoklinenmethode verwandten WULFF'schen Netzes unter durchsichtigen Papier. Die Winkel zwischen diesen Großkreisen kann man dann aus der Figur entnehmen und hiernach die Kristallform festlegen.

Es lenchtet ein, daß das graphische Verfahren auch ohne Schwierigkeit sofort auf den allgemeinsten Fall zweier beliebigen Schnittflächen am Eisen übertragen werden kann, wenn man nur den Winkel dieser Flächen und die Winkel zusammengehöriger Lamellenspuren gegen die Schnittkante kennt.

267

des Meteoreisens von Carthage (Tennessee).

Das graphische Verfahren geht bei einiger Übung und Verwendung des Wulffischen Netzes so leicht von der Hand, daß ihm der Vorzug vor der Rechnung gegeben werden muß, um so mehr, als es auf änßerste Genauigkeit nicht ankommt.

c. Anwendung auf das Eisen V.

I. Berechnung der Winkel zwischen den Lamellen.

Die Flächen F., und F. am Eisen V sind nahezn senkrecht zueinander und boten sich daher zur Durchführung der Methode dar. Die Spuren der Lamelle a haben die Winkel $\varepsilon_a = 25^{\circ}$, $\mathcal{G}_{a} = 36^{\circ}$, die der Lamelle b die Winkel $\varepsilon_{b} = 70^{\circ}$, $\mathcal{G}_{b} = 106^{\circ}$ gegen die Schnittkante. Hierans wurde nach der Formel für cos $\boldsymbol{\Psi}$ berechnet:

$$\cos \Phi_{a, b} = \frac{-4,499}{+9,794}$$

worans

$$\Phi_{a,b} = 62^{\circ} 39'$$
 bezw. 117° 21'.

folgt.

Für die Lamellen d und b erhält man. da für d die Winkel $\epsilon_d = 120^{\circ}, \ \mathcal{G}_d = 85^{\circ}$ sind,

und

os
$$\Psi_{b, d} = \frac{145,1}{242,1}$$

$$\Phi_{\rm b-d} = 53^{\circ} 11'$$
 bezw. $126^{\circ} 49'$.

Diese Winkel deuten unzweifelhaft auf das Dodekaeder. Die Ungenauigkeit ist wohl mit der etwas unsicheren Winkelmessung, besonders auf F_{τ} , und der nicht genau senkrechten Lage von F_{o} und F_{v} genügend erklärt. Wie die graphische Methode zeigt, beträgt übrigens der Winkel $\Phi_{a, d}$ ungefähr 90°. Das ist eine weitere Stütze für die Annahme der Dodekaederstruktur.

11. Ermittelung der Winkel zwischen den Lamellen durch Zeichnung.

In Fig. 5 ist dargestellt, wie die Lage der Lamellen a, b und d graphisch ermittelt wurde. Die Fläche F_o ist durch die XZ-Ebene (f_o), F, durch die XY-Ebene (f_v), den Grundkreis der Projektion, dargestellt. In diesen Ebenen wurden mit Hilfe der gemessenen Winkel ε_a und \mathcal{I}_a der a-Spuren gegen die Schnittkante (die X-Achse) die Punkte E und F bestimmt. Dann wurde der Großkreis EQPF = a gezogen. Analog sind die Kreise b (f₁) und d (f_r) gefunden. In dem sphärischen Dreieck PQR ist $\rightleftharpoons Q$ der vorhin berechnete $\gneqq \mathcal{P}_a$, $\circlearrowright R$ der $\gneqq \mathcal{P}_b$, während Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at.

268

P. Kaemmerer, Weitere Studien etc.



Graphische Ermittelung der Lage der Lamellen a, b und d im Eisen V.



Polfigur von zwei Zonen des Dodekaeders (a, b, c, d) mit den am Eisen V vorkommenden Schnittflächen f_0 , f_v , f_l , f_r .

H. Quiring. Eifeldolomit und alttriadische Verebnung. 269

 $\swarrow P = \bigstar \Phi_{a,d}$ ist und, wie sich hier zeigt, annähernd 90[°] beträgt. Damit ist entschieden, daß die drei Lamellen a, b, d die Lage von drei Flächen des Rhombendodekaeders zueinander haben.

Die Fig. 5 wurde weiter in die Fig. 6 umgewandelt, wo die Polfigur des Dodekaeders in der gewöhnlichen Form erscheint und die vierte Fläche c noch hinzugefügt ist. Im übrigen stellt sie dasselbe dar wie Fig. 5. Natürlich sind jetzt die Koordinatenebenen nicht mehr die Schnittflächen. Diese sind f_o und f_v mit den Polen P_o und P_v . Aus deren Lage gegen X, Y, Z wurde ermittelt, daß die Flächen F_o und F_v folgende Parameterverhältnisse besitzen:

F1 und Fr sind zwei Dodekaederflächen.

C. Zusammenfassung.

1. Die im Kgl. Mineral.-petr. Museum zu Berliu befindlichen beiden Stücke des Meteoreisens von Carthage (Tennessee) zeigen dieselbe Anordnung der Kamazitlamellen wie die früher untersuchten Stücke aus dem Kgl. Mineralogischen Museum zu Dresden und aus der Sammlung der Kgl. Technischen Hochschule zu Dresden. Es gilt also für diese fünf Stücke und wahrscheinlich wohl auch für das ganze Eiseu. daß seine Struktur nicht oktaedrisch ist, sondern daß die Anordnung der Kamazitlamellen am besten durch zwei Zonen des Rhombendodekaeders dargestellt wird.

2. Da also außer der Oktaedritstruktur bei Meteoreisen auch die Struktur nach zwei Zonen des Rhombendodekaeders vorkommeu kann und beide Strukturen viel Ähnlichkeit miteinander haben, so wird es nicht zulässig sein, ein Eisen, das auf manchen Schnittflächen vier, auf manchen drei verschiedene Spurenrichtungen von Lamellen zeigt, ohne weiteres zu den Oktaedriten zu rechnen. Vielmehr ist erst auf rechnerischem, oder am praktischsten auf graphischem Wege (vergl. p. 266) die Entscheidung über die Strukturart zu fällen.

Dresden-A, März 1913.

Eifeldolomit und alttriadische Verebnung. Von H. Quiring, Breslau.

Die höheren Schichtenglieder des Mitteldevons der Eifelkalkmulden sind bekanntlich dolomitisch ausgebildet, doch hat bereits

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: <u>Centralblatt für Mineralogie, Geologie und</u> <u>Paläontologie</u>

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: 1913

Autor(en)/Author(s): Kaemmerer Paul

Artikel/Article: <u>Weitere Studien über die Struktur des Meteoreisens</u> von Carthage (Tennessee). 261-269