© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Einfache Demonstration der Reflexkegel beim Laue- sowie Debye-Scherrer-Effekt mittels gewöhnlichen Lichtes.

Von **F. Rinne** in Leipzig.

Mit 9 Textfiguren.

I.

Die Laue-Friedrich-Knipping'sche Entdeckung des Beugungseffektes von Röntgenlicht durch Kristallplatten, die von den X-Strahlen durchsetzt werden, hat experimentell und rechnerisch durch Einführung der Bragg'schen fundamentalen Gleichung $n\lambda = 2\,d \sin\alpha$[1] ein ungemein nützliches Moment erfahren: der schwierige Fall der Beugung ist auf den einfachen Fall einer sprungweisen Reflexion zurückgeführt, die jeweils eintritt, wenn der obigen Gleichung Genüge geschieht. Jeder Punkt eines Lauediagramms, etwa der Fig. 1, ist in dieser Auffassung der Einstich eines reflektierten Strahls, der an einem inneren, kristallonomisch wichtigen Ebenensatz gespiegelt ist. Die einer früheren Mitteilung des Verf.'s[2] entnommene Fig. 2 macht das anschaulich. $S_1\,s_1$ = Primärstrahl, der die photographische Platte PP in s_1 senkrecht durchsticht. Z_z eine zur Zeichenebene der Fig. 2 zunächst senkrecht gedachte Strukturfläche des Kristalls K. Der Strahl S_1 K wird unter dem Spiegelungswinkel α als S_2 reflektiert und auf PP in s_2 aufgefangen. Beim Drehen der reflektierenden Ebene um die Zonenlinie K_z beschreibt S_2 um K_z einen Kreiskegel. Auf ihm liegen also K s_1 und S_2 in gleichem Winkelabstande von K_z. Auf PP schneidet dieser Kreiskegel in einer entsprechenden Ellipse ein; sie ist im Lauediagramm das Merkmal der Reflexe von tautozonalen Flächen mit Z_z als Zonenachse. In Wirklichkeit baut sich aber die Zonenfolge aus einzelnen Flächen auf; der elliptische Zonenbogen setzt sich dementsprechend aus diskreten Punkten zusammen.

Im Unterricht ist es von Interesse, diese fundamentale Reflexion mittels gewöhnlichen Lichtes zu demonstrieren. Dazu kann schicklich die kleine Einrichtung der Fig. 5 dienen. Sie besteht aus einem Fuß, ferner der Triebvorrichtung T, einer Tragstange, die um eine horizontale Achse zu drehen und mit einer Flügelschraube festzustellen ist. Am Ende der Stange ist ein zwischen

[1] mit $n = 1, 2, 3 \ldots$; λ = Wellenlänge des angewendeten Röntgenlichtes; d = Abstand der betreffenden reflektierenden Atomtafeln; α = Spiegelungswinkel der Reflexion = Komplement des Einfallswinkels.

[2] F. Rinne, Beiträge zur Kenntnis der Kristall-Röntgenogramme. 1. Mitt. Ber. Sächs. Ges. d. Wiss. Math.-phys. Kl. 1915. p. 303.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Glasschutzscheibchen eingeschlossener Silberspiegel S befestigt. Die Zahnradvorrichtung Z gestattet, den Spiegel von Hand schnell zu drehen. Der Strahl einer Projektionslampe fällt an einer durchlochten Stelle des Silberbelages auf S, geht durch S hindurch und

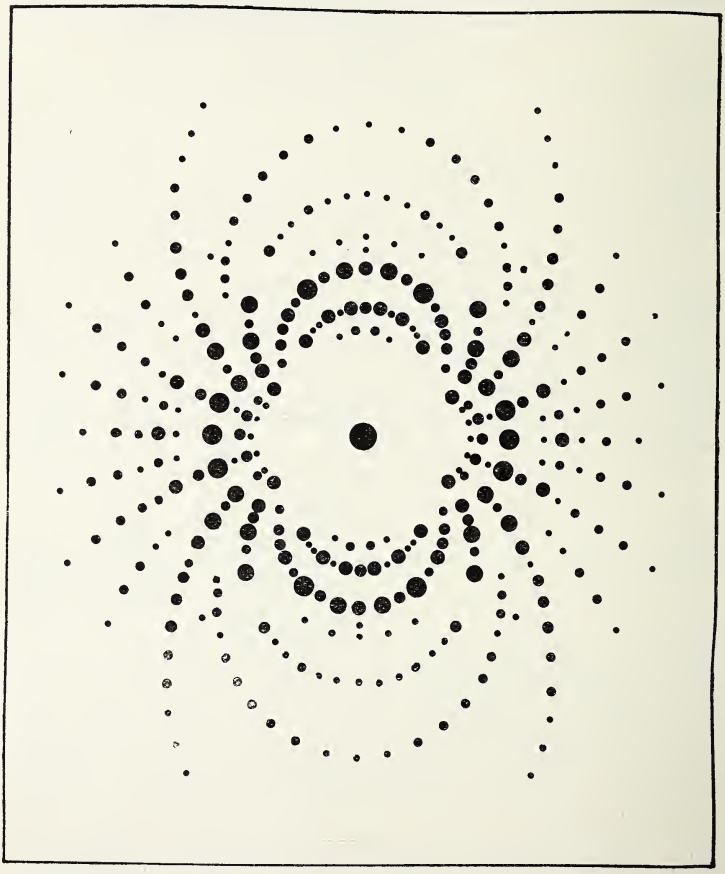

Fig. 1. Beispiel eines Lauediagramms. Anhydrit nach ⟨100⟩. Aufnahme von F. Rinne.

wird gleichzeitig gespiegelt, da seine Auffallstelle größer als das Loch gehalten wird. Eine matte Glastafel (oder sonstige Projektionsfläche) ersetzt PP der Fig. 2. Man erkennt auf dem Beobachtungsfelde beim Stillstand von Z die einzelnen Reflexe und bei Betätigung der Zahnräder die kennzeichnende, durch s_1 und s_2 gehende Zonenkurve.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Die schöne Mannigfaltigkeit der Lauediagramme, etwa der Fig. 3, kommt bekanntermaßen dadurch zustande, daß eine ganze Reihe von Zonen zur Wirksamkeit gelangen. Ihre verschiedenen Neigungen α zum Primärstrahle geben Veranlassung zu einer Veränderung der Schnittform zwischen PP und den Beugungskegeln. Ist die Neigung der Zonenachse zum Primärstrahl $= 0^0$, so liegen alle Reflexe dieser dem Primärstrahl parallelen Flächen in s_1. Bei Winkeln α bis zu 45^0 erscheinen im Diagramm als Zonenkurven Ellipsen (Fig. 2). Ist $\alpha = 45^0$, die Öffnung des Beugungskegels also ein rechter Winkel, so drückt sich der Zonenverband durch

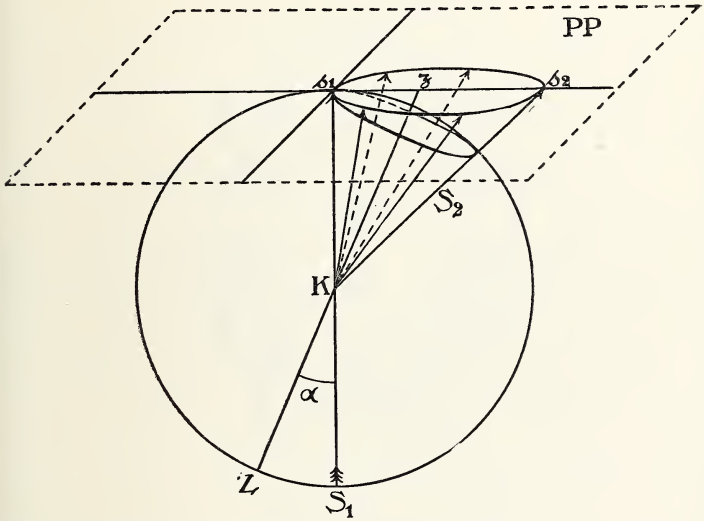

Fig. 2. Schema der Reflexion von Röntgenlicht an Flächen einer Zone.

eine Parabel aus; bei Zonenkegeln mit $\alpha > 45^0$ stellen sich Hyperbeln ein, und ist schließlich $\alpha = 90^0$, d. h. die Zonenachse senkrecht zum Primärstrahl gelegen, so ist im Lauediagramm eine Gerade das Zonensinnbild. Entsprechende Zonenkurven einschließlich der Geraden sind in Fig. 1 und 3 zu erkennen; es ist auch deutlich ersichtlich, daß sie alle durch s_1, den mittleren Einstich des Primärstrahls, gehen.

Der oben in Rede gestellte charakteristische Wechsel der Zonenbogen im Lauediagramm läßt sich mit dem Apparat der Fig. 5 nacheinander recht lehrhaft wiedergeben. Es ist nur nötig, der Zonenachse, d. h. der Drehachse des kleinen Instrumentariums, jeweils die gewünschte Neigung zu erteilen, so daß α nacheinander $\gtreqless 45^0$ bezw. 90^0 wird.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Eine weitere Demonstration ist leicht anzuschließen; sie betrifft die Gestalt der Zonenbogen, falls die auffangende Fläche nicht senkrecht zum Primärstrahl, sondern geneigt oder parallel zu ihm verläuft.

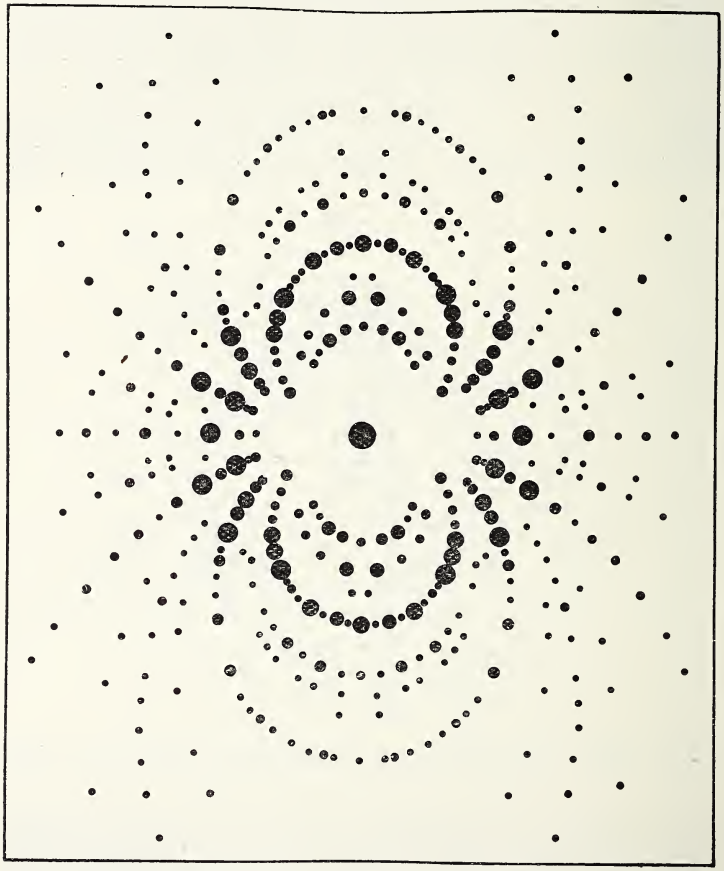

Fig. 3. Beispiel eines Lauediagramms mit sehr deutlichen Zonenkurven. Anhydrit nach ⟨001⟩. Aufnahme von F. Rinne.

Auf einer Kugel als auffangender Fläche der Fig. 2 würden natürlich stets Kreiskegelschnitte sich bekunden. Ebene Projektionsflächen geben je nach ihrer Lage veränderte Schnitte. Dabei interessieren vor allem die Kurven auf Platten, die parallel zum Primärstrahl durch den Beugungskegel geschoben werden. Es lassen sich die Verhältnisse je nach Art des speziellen Falles leicht zurechtlegen und mittels des Drehapparates demonstrieren. Fig. 6 bezieht sich auf einen tetragonalen Kristall. Sie bedarf keiner besonderen Erläuterung.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

II.

Beim Verfahren von P. Debye und P. Scherrer handelt es sich um die Benutzung eines sehr feinen Kristallpulvers an Stelle von jeweils lediglich einer orientierten Kristallplatte bei der Laue-Friedrich-Knipping'schen und der Bragg'schen Methode. Wie bekannt und oben schon erörtert ist (Fig. 2), spiegelt eine solche Platte einen auf sie fallenden Röntgen-Primärstrahl S_1 nach S_2, wenn die Bedingung $n\lambda = 2\,d \sin\alpha$ erfüllt ist. Beim Verfahren

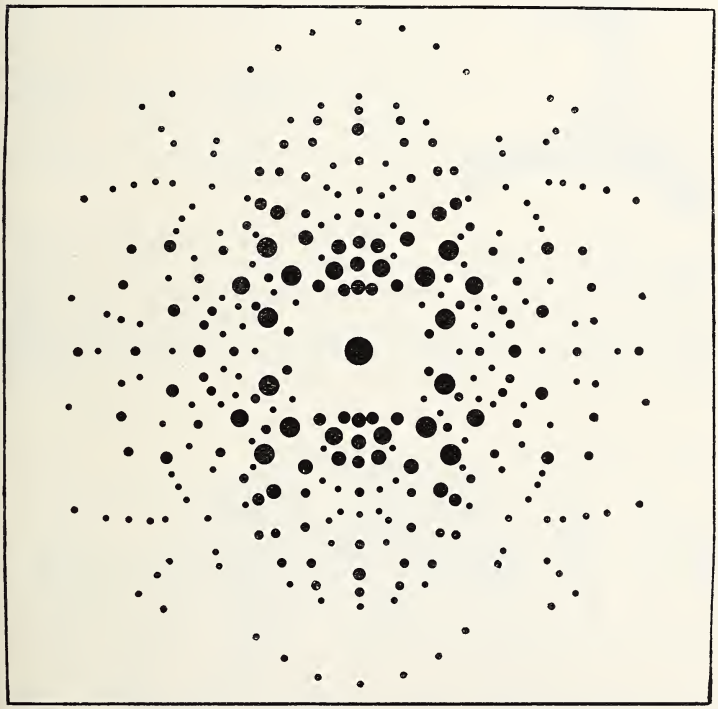

Fig. 4. Beispiel eines Lauediagramms mit verwickelteren Zonenkurven. Anhydrit nach {010}. Aufnahme von F. Rinne.

nach den Bragg's und auch nach Debye-Scherrer benutzt man monochromatisches Röntgenlicht; λ ist also festgelegt. Betrachte man nun einen Flächensatz bestimmter Art, der natürlich in allen Körnchen des Kristallpulvers enthalten ist. Sein d ist von der Orientierung zum Primärstrahl unabhängig. Jedem der Reihe nach einzusetzenden Werte von $n = 1, 2, 3 \ldots$ in der Gleichung $n\lambda = 2\,d \sin\alpha$ entspricht also ein genau definiertes α. Praktisch wird n höchstens $= 6$, in der Regel ist beim Debye-Scherrer-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

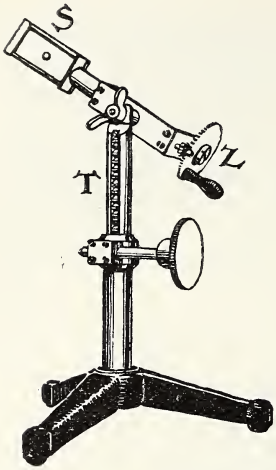

Fig. 5. Apparat zur Demonstration des Laueeffektes mittels gewöhnl. Lichtes.

Versuch n = 1, 2, 3, d. h. es gibt bei ihm nur drei Neigungswinkel α, unter denen eine Fläche jeweils reflektiert. Diese drei Neigungswinkel sind natürlich rund um den Primärstrahl anzutragen. Wenn nun auch der Ebenensatz (wie es beim feinen Kristallpulver ja der Fall ist) in allen möglichen Orientierungen zum Primärstrahl vorkommt, so entstehen an ihm reflektierte Strahlen doch nur, wenn er mit dem Primärstrahl die drei speziellen Neigungswinkel einschließt. Die gespiegelten Strahlen müssen in ihrer Gesamtheit also die Mäntel dreier Kreiskegel mit gemeinsamer Spitze und dem Primärstrahl als Achse bilden.

Natürlich sind in jedem Körnchen des Kristallpulvers außer dem eben betrachteten Flächensatz noch beliebig viele andere vorhanden. Für jeden neuen sind neue Kreiskegel abzuleiten, die mit den vorigen Achse und Spitze gemeinsam haben. Die Art des Experi-

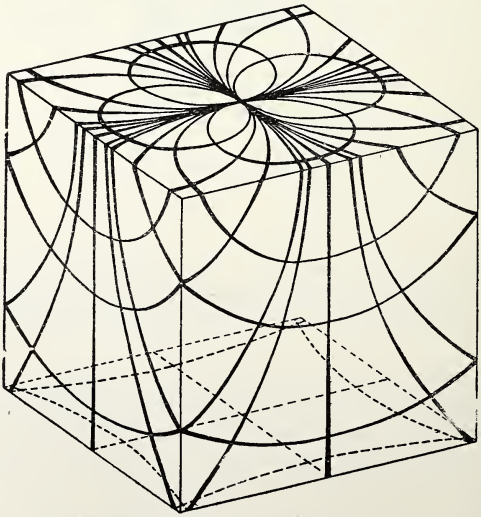

Fig. 6. Auffangen der Zonenbogen des Laueeffektes auf Platten senkrecht und parallel zum Primärstrahl. Tetragonaler Kristall.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

mentes[1] bringt es glücklicherweise mit sich, daß sich nur eine beschränkte Anzahl von Flächensätzen im Reflexbilde bemerkbar machen.

Eine auffangende ebene Fläche, auf welcher der Primärstrahl senkrecht einsticht, zeigt somit um den Mittelpunkt herum Reflex-

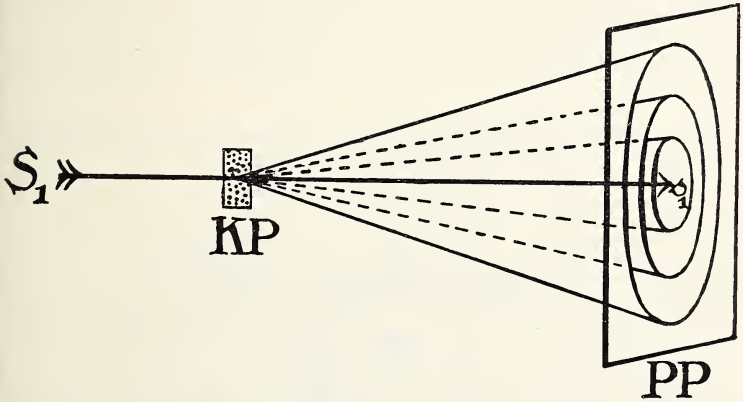

Fig. 7. Zusammengehörige (von einem Flächensatz in drei α-Lagen gespiegelte) Reflexkegel.

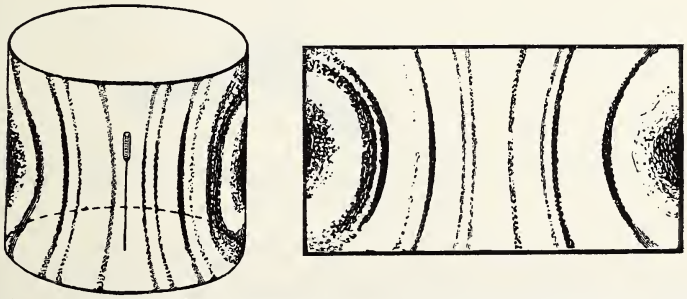

Fig. 8. Auffangen der Reflexkegel des Debye-Scherrer-Effekts auf einem zylindrischen Film. (Nach Figuren von Debye und Scherrer.)

kreise entsprechend den Halos atmosphärischer Erscheinungen. Debye und Scherrer fangen diese Kegel auf einem Zylinder auf, in dessen Achse auf mittlerer Höhe das monochromatisch zu durchleuchtende Kristallpulver sich befindet. Demzufolge gibt es eine räumliche Kegelschnittkurve, entsprechend Fig. 8.

[1] Anwendung monochromatischen Lichtes; Wahrnehmung lediglich der intensivsten Reflexe; beschränkte Anzahl genügend mit Atomen besetzter Flächensätze.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Diese fundamentalen Verhältnisse finden durch den kleinen Apparat der Fig. 9 ihre einfache unterrichtliche Erläuterung mittels gewöhnlichen Lichtes. Als Träger dient ein Dreifuß mit Trieb. Der Primärstrahl fällt wagerecht durch ein zylindrisches Rohr, an dessen linkem Ende eine große Blendenscheibe überschüssiges Licht abhält. Der Lichtstrahl gelangt durch das Loch eines Ansatzstückes auf einen Spiegel S_a, von dem er reflektiert wird. Läßt man S_a mittels Z um R rotieren, so erhält man einen Lichtkegel um R als Achse wie beim Debye-Scherrerversuch. Man fängt ihn

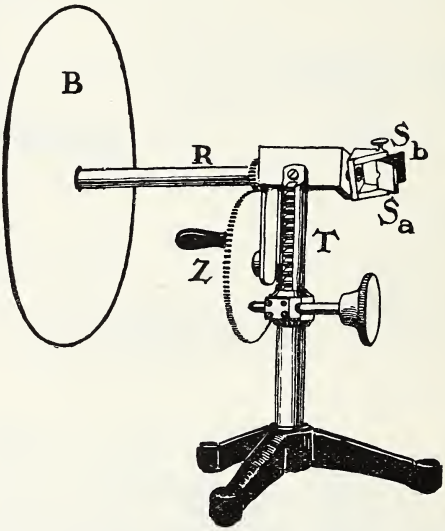

Fig. 9. Apparat zur Demonstration des Debye-Scherrer-Effektes mittels gewöhnlichen Lichtes.

auf einer matten Glastafel oder sonstigen Projektionswand in beliebiger Stellung der Projektionsfläche auf, bei ihrer Lage senkrecht R also als Kreis.

Dient S_a somit als Reflexionsebene mit bestimmtem Winkel α zwischen sich und dem Primärstrahl, so kann man durch Veränderung der Lage von S_a anders geöffnete Reflexionskegel demonstrieren. Weiterhin ist es bei gleichzeitiger Benützung von zwei oder noch mehr Spiegeln (S_a und S_b in Fig. 9) möglich, mit einem Male mehrere Reflexionskegel, wie beim Debye-Scherrer-Versuch mit gemeinsamer Achse, zu zeigen. Der Primärstrahl fällt stets durch eine seinem Auftreffen entsprechende randliche Lochöffnung an der einen kurzen Seite der Spiegel hindurch. Man erblickt also immer den Primärfleck konzentrisch umgeben von den Kreisen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

falls die auffangende Fläche senkrecht zum durchleuchtenden Lichtstrahl gestellt ist.

Jeder Mechaniker fertigt natürlich die einfachen Apparaturen leicht nach den hier gegebenen Zeichnungen an. Eine etwa dem Drei- bis Vierfachen der Figuren entsprechende Größe erscheint passend.

Institut für Mineral. u. Petrogr. d. Universität Leipzig.

Einiges über Terminologie und Entwicklung der Lobenelemente in der Ammonitensutur.

Von **C. Diener** in Wien.

Mit 12 Textfiguren.

Die heute übliche Terminologie der Lobenelemente in der Ammonitensutur, wie sie aus unseren Handbüchern der Paläontologie entnommen werden kann, geht auf die Arbeiten von L. v. Buch und A. d'Orbigny zurück. L. v. Buch[1] hat die Bezeichnungen „Loben" und „Sättel" in die Literatur eingeführt, die Trennung zwischen Hauptloben und Auxiliar- oder Hilfsloben in Vorschlag gebracht und darauf hingewiesen, daß die Grenze zwischen den lateralen Hauptloben und Hilfsloben durch die Lage der Projektionsspirale des vorhergehenden Umganges bestimmt sei. Er hat zugleich die Anwesenheit von sechs Hauptloben — unpaariger Extern- und Internlobus, zwei paarige Seitenloben — bei allen jenen Ammoniten festgestellt, die wir nach dem heutigen Sprachgebrauch als solche mit vollzähligen Loben, beziehungsweise mit normaler Lobenstellung bezeichnen. A. d'Orbigny hat L. v. Buch's Terminologie insbesondere durch die Abtrennung der lateroventralen oder internen Suturelemente von den extern gelegenen Auxiliaren vervollständigt.

L. v. Buch unterschied in der Richtung von der Externseite zur Internseite des Gehäuses die folgenden Suturelemente: Dorsallobus (gelegentlich durch einen Sekundärsattel geteilt), Dorsalsattel, Oberer Laterallobus, Lateralsattel, Unterer Laterallobus, Ventralsattel, Auxiliarloben und Auxiliarsättel, Ventrallobus. A. d'Orbigny[2] bezeichnete L. v. Buch's „Ventralsattel" als ersten Auxiliarsattel,

---

[1] Insbesondere in den folgenden Arbeiten: Note sur les Ammonites. Annales sci. nat. XVIII. 1829, p. 267—276. — Sur la distribution des Ammonites en familles. Ibidem. XVIII. 1829, p. 417—433. — Über Ammoniten, ihre Sonderung in Familien, über die Arten, welche in den älteren Gebirgsschichten vorkommen, und über Goniatiten insbesondere. Zwei Vorträge in der Akad. d. Wissensch. Berlin. 1832. — Über Ceratiten. Abhandl. kgl. Akad. d. Wissensch. Berlin, 1848.

[2] A. d'Orbigny, Paléontol. franç. I. Terr. crét. 1840, insbes. p. 103.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: 1916

Autor(en)/Author(s): Rinne Friedrich

Artikel/Article: Einfache Demonstration der Reflexkegel beim Laue- sowie Debye-Scherrer-Effekt mittels gewöhnlichen Lichtes. 545-553