Reuck

Geschäftsgründung 1833

Preisgekrönt:
Mainz 1842 · Berlin 1844 · London 1854 · Paris 1855 · London 1862
Paris 1867 · Sidney 1879 · Bologna 1881 · Antwerpen 1885
Chicago 1893 · Brüssel 1897

DR F. KRANTZ
RHEINISCHES MINERALIEN-CONTOR
VERLAG MINERALOGISCHER UND GEOLOGISCHER LEHRMITTEL

IN

BONN A. RH.

Katalog Nr 14

Verzeichnis und Beschreibung
einer
Sammlung von 58 Glas-Krystallmodellen
mit eingezogenen Symmetrieaxen

zur Erläuterung der Symmetrieeigenschaften der 32 Gruppen krystallisierter Körper

Von **Dr. Th. Liebisch,**
Prof. der Mineralogie an der Universität Göttingen.

BEZUGS-BEDINGUNGEN

1. Die **Preise** verstehen sich ohne Verbindlichkeit und loco Bonn. Die Rechnungsbeträge sind nach drei Monaten in Bonn zahlbar. Für Baarzahlung innerhalb der ersten vier Wochen wird $1^1/_2$ % Sconto vergütet. Nach Ablauf der Zahlungsfrist werden die fälligen Beträge durch Sichtwechsel oder Postauftrag eingezogen. Die Beträge der Rechnungen für noch unbekannte Abnehmer werden unter Abzug von $1^1/_2$ % Sconto auf die Sendungen nachgenommen.

2. Bei **Lieferungen für öffentliche Institute** können den Etats-Fonds entsprechende besondere Zahlungsbedingungen vereinbart werden.

3. **Ansichtsendungen** einzelner Mineralien oder Petrefacten stehen auf Wunsch zur Verfügung. Die nicht gewählten Stücke sind unbeschädigt innerhalb 14 Tagen nach Empfang gut verpackt und kostenfrei zurückzusenden.

4. Krystallmodelle, Mineralpräparate, Dünnschliffe, Gesteine, Gypsmodelle, geologische Modelle aller Art, sowie alle **Apparate, Instrumente, Werkzeuge** und **Utensilien** werden nur auf feste Bestellungen geliefert.

5. In den eigenen Werkstätten des Geschäftes können alle nicht in den Katalogen angeführten **Krystallmodelle** aus Holz, Glas oder Pappe, nach eingesandten krystallographischen Zeichnungen auf Wunsch hergestellt werden. Ebenso werden **Gesteinsdünnschliffe** und **orientirte Mineralschliffe** von eingesandtem Material sorgfältig und pünktlich angefertigt.

6. Die **Verpackung** geschieht unter besonderer Aufsicht und mit gröſster Sorgfalt.

7. Das **Verpackungsmaterial** wird zum Selbstkostenpreise berechnet.

Das Verzeichnis sämtlicher **Specialkataloge für Krystallographie** befindet sich auf der dritten Seite des Umschlages.

Verzeichnis und Beschreibung

einer

Sammlung von 58 Glas-Krystallmodellen

mit eingezogenen Symmetrieaxen

zur Erläuterung der Symmetrieeigenschaften der 32 Gruppen krystallisierter Körper

von

Dr. Th. Liebisch,
Prof. der Mineralogie an der Universität Göttingen.

Katalog Nr 14

HERAUSGEGEBEN VON

DR. F. KRANTZ

RHEINISCHES MINERALIEN-CONTOR

VERLAG MINERALOGISCHER UND GEOLOGISCHER LEHRMITTEL

BONN A. RH.

360
310

Preisverzeichnis.

Die ganze Sammlung von 58 Modellen in Durchschnittsgrösse von 25 cm Mk. ~~300~~.—. 325.–

335

+ 125% ab 1. 1. 1928

Zu nachstehenden Preisen können die einzelnen Nummern der Sammlung in beliebiger Auswahl bezogen werden:

Nr.	Mk.	Nr.	Mk.	Nr.	Mk.	Nr.	Mk.	Nr.	Mk.
1	4.25	13	3.40	25	10.—	37	4.50	49	4.25
2	7.50	14	11.75	26	7.50	38	12.—	50	7.25
3	7.50	15	11.75	27	5.35	39	5.85	51	3.40
4	2.60	16	4.75	28	8.50	40	5.—	52	3.—
5	5.—	17	4.75	29	9.25	41	4.75	53	4.25
6	2.60	18	5.—	30	10.—	42	8.50	54	5.—
7	5.—	19	5.—	31	11.75	43	3.—	55	3.—
8	3.—	20	5.85	32	3.40	44	4.25	56	4.25
9	4.25	21	5.85	33	4.25	45	3.40	57	8.50
10	3.40	22	10.—	34	5.—	46	9 25	58	10.—
11	3.40	23	10.—	35	5.85	47	3.40		52.90
12	3.40	24	10.—	36	7.50	48	5.—		
	51.90		83.10		88.35		68.90		

10 –

Bei Bestellung einzelner Modelle genügt die Angabe der Nummern.

Dr. F. Krantz
Rheinisches Mineralen-Contor.

51.90
83.10
88.35
68.90
52.90
350.25

Einleitung.

Die folgende Sammlung von Krystallmodellen ist dazu bestimmt, bei der Ableitung der 32 Gruppen krystallisierter Körper, die nach der Symmetrie des Wachstumsvorganges zu unterscheiden sind, eine Anschauung der Symmetrieeigenschaften jeder Gruppe zu vermitteln. Obwohl die Eigenart aller physikalischen Vorgänge in einem anisotropen Körper durch die Abwesenheit gewisser Symmetrieelemente bedingt wird, ist die Angabe der vorhandenen Symmetrieelemente nicht nur kürzer, sondern vor allem auch anschaulicher als die Beschreibung des herrschenden Mangels an Symmetrie.

An Modellen ideal ausgebildeter Krystallpolyëder ist eine Anschauung der vorhandenen Symmetrieebenen unabhängig von dem Material, aus dem die Modelle ausgeführt sind, leicht zu gewinnen, zumal wenn zu ihrer Unterstützung Ausschnitte der inneren Flächenwinkel aus Karton an korrespondierende Kanten angelegt werden. Dagegen gelingt die Demonstration von Deckbewegungsaxen am besten an Modellen aus Glasscheiben, in denen jene Axen durch eingezogene Fäden dargestellt sind. Auch das Symmetriecentrum und die aus der Verbindung der drei elementaren Symmetrieelemente hervorgehenden zusammengesetzten Symmetrieelemente sind an solchen Modellen am bequemsten zu beurteilen. Daher enthält die vorliegende Sammlung nur Glasmodelle.

Für die Auswahl der Modelle waren folgende Gesichtspunkte massgebend.

Aus der für eine Gruppe charakteristischen Anordnung von Symmetrieelementen ergeben sich die in ihr möglichen Arten von einfachen Formen und die Symmetrieeigenschaften, welche die Flächen, Kanten und Ecken dieser Formen besitzen. Die Flächen einer Form von allgemeinster Flächenlage sind stets im krystallographischen Sinne asymmetrisch. In vielen Fällen genügt ein Modell einer solchen Form, um die Symmetrieeigenschaften ihrer Gruppe zur Anschauung zu bringen. Dazu ist nicht nur erforderlich, dass die Form schon für sich ein allseitig geschlossenes Polyëder bildet; sie muss auch die weitere Bedingung erfüllen, dass ihre rein geometrische Symmetrie, die lediglich von den Werten ihrer Flächenwinkel abhängt, mit ihrer krystallographischen Symmetrie übereinstimmt. Unter diesem Gesichtspunkte sind die folgenden 5 Polyëder nicht geeignet als Repräsentanten ihrer Gruppen zu dienen: Rhomboëder (Gruppe XIV), tetragonale Bipyramiden (XV), hexagonale Bipyramiden (XVI), tetragonale Bisphenoide (XXIX) und trigonale Bipyramiden (XXXI); denn ihre geometrische Symmetrie ist von höherem Grade als ihre krystallographische, insbesondere ist die krystallographische Asymmetrie ihrer Flächen an deren polygonaler Begrenzung nicht zu erkennen. Dagegen gestatten die folgenden 15 Formen unmittelbar die Symmetrie ihrer Gruppen zu demonstrieren: rhombische Bisphenoide (Gruppe VI), trigonale Trapezoëder (VII), tetragonale Trapezoëder (VIII), hexagonale Trapezoëder (IX), tetraëdrische Pentagondodekaëder (X), Pentagonikositetraëder (XI), rhombische Bipyramiden (XVII), ditrigonale Skalenoëder (XVIII), ditetragonale Bipyramiden (XIX), dihexagonale Bipyramiden (XX), Dyakisdodekaëder (XXI), Hexakisoktaëder (XXII), Hexakistetraëder (XXVIII), tetragonale Skalenoëder (XXX) und ditrigonale Pyramiden (XXXII). In allen übrigen Gruppen kann die wahre krystallographische Symmetrie erst an Kombinationen einfacher Formen veranschaulicht werden.

Die Anordnung der 32 Gruppen in der folgenden Übersicht entspricht ihrer Reihenfolge in der Ableitung, die ich in der „Physikalischen Krystallographie" (1891) nach dem Vorgange von B. Minnigerode (1887) auf analytischem Wege und in dem „Grundriss der physikalischen Krystallographie" (1896) im Wesentlichen damit übereinstimmend, aber mit den einfachsten geometrischen Hülfsmitteln entwickelt habe. Diese Hülfsmittel sind: a) die allgemeine Definition der Symmetrie; b) das geometrische Grundgesetz der Krystallpolyëder in den beiden Fassungen des Gesetzes der Zonen und des Gesetzes der rationalen Doppelverhältnisse; c) der Satz, dass der Wert des Doppelverhältnisses von vier Strahlen eines Strahlenbüschels und der Wert des gleichgebildeten Doppelverhältnisses der Ebenen, die in einem über dem Strahlenbüschel stehenden Ebenenbüschel jenen vier Strahlen entsprechen, einander gleich sind; d) der Ausdruck für den Flächeninhalt eines regelmässigen sphärischen p-Ecks mit den Winkeln $360^0/n$; e) der Eulersche Satz über die Zusammensetzung von Drehungen einer Kugel um Axen, die sich im Kugelmittelpunkt schneiden.

Die allgemeine Definition der Symmetrie beruht auf dem Nachweise, dass zwei Arten von Operationen unterschieden werden müssen, durch die ein endlich begrenzter fester Körper aus einer Anfangslage in eine Endlage übergeführt werden kann, so dass die beiden Lagen sich decken.

Die Deckoperationen erster Art bestehen nur aus D r e h u n g e n. Eine Gerade, um die man einen Körper um einen aliquoten Teil einer ganzen Umdrehung derart drehen kann, dass er in allen seinen Punkten mit Punkten der Anfangslage zusammenfällt, nennt man D e c k b e w e g u n g s a x e oder S y m m e t r i e a x e. Beträgt der kleinste Drehwinkel einer Deckbewegung den n-ten Teil von 360^0, so heisst die Axe n-z ä h l i g. Eine Deckbewegungsaxe ist z w e i s e i t i g, wenn eine Richtung dieser Axe und die entgegengesetzte Richtung derselben Axe deckbar gleich sind; dazu ist erforderlich, dass auf dieser

Axe eine geradzählige, also mindestens 2-zählige Axe senkrecht steht. Alle Axen, bei denen diese Bedingung nicht erfüllt ist, sind einseitig.

Die Deckoperationen zweiter Art bestehen in den einfachsten Fällen aus einer reinen Spiegelung oder aus der Inversion. Man bezeichnet die Spiegelungsebene auch als Symmetrieebene und kann daher sagen: Ein Krystallpolyëder besitzt eine Symmetrieebene, wenn es sich mit seinem Spiegelbilde an dieser Ebene in Deckung befindet. In Bezug auf eine Symmetrieebene sind die Flächen und Kanten des Polyëders paarweise angeordnet, so dass die von einem Flächenpaare oder einem Kantenpaare begrenzten und auf der Symmetrieebene senkrechten Geraden von dieser halbiert werden. Es ist bemerkenswert, dass nach dem Gesetz der Zonen jede Symmetrieebene eines Krystallpolyëders die Richtung einer vorhandenen oder möglichen Krystallfläche besitzt, denn sie ist der geometrische Ort der Kanten, in denen spiegelbildlich gleiche Krystallflächen sich schneiden.

Als Inversion bezeichnet man die Operation, welche einem Richtungssinne einer Geraden den entgegengesetzten Richtungssinn derselben Geraden als gleichberechtigt hinzufügt. Wenn die Inversion unter den Deckoperationen eines Krystallpolyëders selbstständig auftritt, so ist die Normale einer beliebigen Fläche mit der Normalen der parallelen Gegenfläche gleichberechtigt, so dass an dem ideal gestalteten Polyëder niemals eine Fläche ohne ihre Gegenfläche auftritt. Wir können dann im Innern des Polyëders einen Punkt O angeben, der alle durch ihn gezogenen und von dem Polyëder begrenzten Geraden halbiert. Man nennt O ein Centrum der Symmetrie und kann daher den Satz aussprechen: Ein Krystallpolyëder, an dem jede Fläche mit der parallen Gegenfläche gleichberechtigt ist, besitzt ein Centrum der Symmetrie.

Allgemeinere Deckoperationen zweiter Art gehen aus der Verbindung der Inversion oder einer Spiegelung mit Drehungen hervor (Drehinversionen und Drehspiegelungen). Die einfachsten Drehspiegelungen werden erhalten, wenn eine Drehung zusammengesetzt wird mit einer Spiegelung, deren Ebene auf der Drehungsaxe senkrecht steht.

Die Inversion, eine Spiegelung und eine Drehung um 180° um die Normale der spiegelnden Ebene stehen, wie leicht einzusehen ist, in der Beziehung zu einander, dass jede dieser Operationen durch die Kombination der beiden andern ersetzt werden kann. Dieser Zusammenhang gestattet, bei der Beschreibung der Operationen zweiter Art eine der beiden einfachsten Operationen dieser Art mit Übergehung der andern zu bevorzugen. Es kann also z. B. an Stelle der Inversion jedesmal die Verbindung einer Spiegelung an einer beliebigen Ebene mit einer Drehung um die Normale dieser Ebene um 180° eingeführt werden. Indessen würde dieses Verfahren nicht nur die unmittelbare Anschauung der Symmetrieverhältnisse erschweren, sondern auch verhindern, dass die wichtigen Unterschiede im physikalischen Verhalten centrisch-symmetrischer und acentrischer Krystalle in der auf die Symmetrieeigenschaften begründeten Charakteristik und Einteilung der Krystalle klar hervortreten.

Mit Hülfe der Deckoperationen zweiter Art können die in der Natur der einseitigen Symmetrieaxen vorhandenen bemerkenswerten Verschiedenheiten präcisiert werden. Ist die auf einer einseitigen Axe senkrecht stehende Ebene eine Symmetrieebene, sind also die beiden Richtungen dieser Axe spiegelbildlich gleich, so nennen wir die Axe einseitig von der ersten Art. Wir finden diese Einseitigkeit in den Gruppen XIII, XV, XVI, XXXI und an den Queraxen in Gruppe XVIII. Hiervon ist die Einseitigkeit der zweiten Art zu unterscheiden, die einer n-zähligen Symmetrieaxe zukommt, wenn das Polyëder durch eine Drehung um diese Axe um 180°/n, also um die Hälfte des kleinsten zu der Axe gehörigen Drehungswinkels 360°/n, in eine Lage kommt, in der dieses Polyëder das Spiegelbild der ursprünglichen Lage in Bezug auf die zu jener Axe senkrechte Ebene darstellt. Wir begegnen dieser Einseitigkeit in den Vertikalaxen der Gruppen XIV, XXIX und an den vier 3-zähligen Axen der Gruppe XXI.

Alle übrigen einseitigen Axen sollen polar genannt werden. Es gelingt weder durch Drehungen noch durch Deckoperationen zweiter Art ein Polyëder in die Lage zu bringen, dass eine Richtung einer polaren Axe so verläuft, wie vorher die entgegengesetzte Richtung dieser Axe. Durch polare Axen sind 12 Gruppen ausgezeichnet. Eine einzige polare Axe besitzen die Gruppen II, III, IV, V, XXIV, XXV, XXVI, XXVII. Drei polare Queraxen treten in den Gruppen VII und XXXII auf. Vier polare dreizählige Axen finden wir in den Gruppen X und XXVIII.

Da bei der Bestimmung der wahren Symmetrie der Krystalle sehr oft von der durch Ätzeindrücke vermittelten Symmetrie der Krystallflächen auf die Symmetrie der Krystalle geschlossen wird, ist in der folgenden Übersicht neben jeder einfachen Form der Symmetriecharakter ihrer Flächen angegeben. Dabei sind folgende Bezeichnungen gebraucht worden. Eine Fläche heisst asymmetrisch, wenn sie weder auf einer Symmetrieaxe noch auf einer Symmetrieebene senkrecht steht. Liegt eine Fläche senkrecht zu einer Symmetrieaxe von der Periode 2, 3, 4 oder 6, so sagen wir, sie besitze einen Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 2, 3, 4 oder 6. Andererseits wenden wir nach einem Vorschlag von G. Tschermak die Benennungen monosymmetrisch, disymmetrisch, trisymmetrisch, tetrasymmetrisch oder hexasymmetrisch auf Flächen an, die auf 1, 2, 3, 4 oder 6 Symmetrieebenen senkrecht stehen.

Übersicht der 32 Gruppen.

A. (Gruppe I—XI.)

Krystalle, deren Formen völlig unsymmetrisch sind oder nur solche Deckbewegungen gestatten, die aus Drehungen bestehen. Die hierher gehörigen Polyëder können durch Deckoperationen zweiter Art, also durch die Inversion, durch Spiegelung oder durch Drehinversion nicht mit sich selbst zur Deckung gebracht werden (gewendete Polyëder). Ihre Begrenzungselemente sind so angeordnet, dass ein Gegensatz möglich ist, der durch jede Deckoperation zweiter Art erzeugt werden kann; am einfachsten wird er durch eine Spiegelung hervorgerufen.

I. Krystalle mit völlig unsymmetrischen Formen; jede Fläche ist von allen übrigen Flächen physikalisch verschieden. (Asymmetrische Gruppe; Hemiëdrie des triklinen Systems.)

Beispiel: [**1**] Saures rechtsweinsaures Strontium = $SrH_2(C_4H_4O_6)_2 . 5H_2O$. $a:b:c = 1,2136:1:0,9630$; $\alpha = 66^0 53'$, $\beta = 102^0 48'$, $\gamma = 105^0 40'$. Combination der Flächen 100, $\bar{1}00$, 010, $0\bar{1}0$, 001, $10\bar{1}$, $\bar{1}22$. (A. Scacchi: Dei tartrati di stronziana e di barite. Atti Accad. delle Sc. Fis. e Mat. Napoli. *1*, p. 13, fig. 30—35; 1863. Della polisimmetria dei cristalli, ibid. p. 73, fig. 49, 50; 1863. Untersuchungen über Hemiëdrie. Nuovo Cimento, I. 169; 1855. Pogg. Ann. *109*, 373; Taf. III. fig. 14—16; 1860.)

Über das Hydrat mit $2H_2O$ vgl. Th. Liebisch: Grundriss der physikal. Kryst. 1896, 176, Fig. 540.

II—V: Krystalle mit einer einzigen Symmetrieaxe.

II. Krystalle mit einer polaren 2-zähligen Symmetrieaxe. (Sphenoidische Gruppe; Hemimorphie des monoklinen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Sphenoide	asymmetrisch
Pinakoide	asymmetrisch
Eine zur Axe senkrechte Fläche	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 2.

Beispiele: [**2**] Rechtsweinsäure.
[**3**] Linksweinsäure.
$a:b:c = 1,2747:1:1,0266$. $\beta = 100^0 17'$.

An den Krystallen der Rechtsweinsäure findet man neben vier Pinakoiden aus der Zone der Symmetrieaxe $\{100\}$, $\{001\}$, $\{101\}$ und $\{\bar{1}01\}$ die beiden rechten Sphenoide $\{110\}$, $\{011\}$ und das linke Sphenoid $\{1\bar{1}0\}$. Krystalle der Linksweinsäure zeigen dieselben Pinakoide, aber die korrelaten Sphenoide, nämlich links $\{1\bar{1}0\}$, $\{0\bar{1}1\}$ und rechts $\{110\}$. Grundriss Fig. 512, 511.

III. Krystalle mit einer polaren 3-zähligen Symmetrieaxe. (Trigonal-pyramidale Gruppe; Ogdoëdrie des hexagonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Trigonale Pyramiden	asymmetrisch
Trigonale Prismen	asymmetrisch
Eine zur Axe senkrechte Fläche	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 3.

Beispiele: [4] Trigonale Pyramide mit der gegenüberliegenden zur Symmetrieaxe senkrechten Fläche. Dieses Modell lässt die wahre Symmetrie noch nicht erkennen, da nach den Flächenwinkeln anscheinend auch drei durch die Symmetrieaxe hindurchgehende Symmetrieebenen vorhanden sind. Grundriss Fig. 123, 388.

[5] Natriumperjodat = $NaJO_4 . 3H_2O$. $a:c = 1:1{,}094$. Linksdrehender Krystall: Combination der unteren Basisfläche $000\bar{1}$ mit den trigonalen Pyramiden $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{02\bar{2}1\}$ und $\{\bar{1}5\bar{4}9\}$; erst durch das Auftreten der zuletzt genannten Pyramide erhalten alle Pyramidenflächen asymmetrische polygonale Begrenzungen. Grundriss Fig. 390.

IV. Krystalle mit einer polaren 4-zähligen Symmetrieaxe. (Tetragonal-pyramidale Gruppe; hemimorphe Tetartoëdrie des tetragonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Tetragonale Pyramiden	asymmetrisch
Tetragonale Prismen	asymmetrisch
Eine zur Axe senkrechte Fläche	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 4.

Beispiele: [6] Tetragonale Pyramide mit der gegenüberliegenden zur Symmetrieaxe senkrechten Fläche. Nach den Flächenwinkeln sind anscheinend noch vier durch die Axe hindurchgehende Symmetrieebenen vorhanden. Grundriss Fig. 124, 427.

[7] Rechtsweinsaures Antimonyl-Baryum = $Ba(SbO)_2 (C_4H_4O_6)_2 . H_2O$. $a:c = 1:0{,}4406$. Neben den tetragonalen Prismen $\{110\}$ und $\{100\}$ treten oben die tetragonalen Pyramiden $\{111\}$ und $\{201\}$ auf, während unten nur die tetragonale Pyramide $\{11\bar{1}\}$ vorhanden ist. Auch dieses Modell besitzt anscheinend jene Symmetrieebenen. Die Asymmetrie der Prismenflächen $\{110\}$ ergiebt sich aber aus den Eindrücken, die durch Behauchen entstehen. Grundriss Fig. 428.

Die linksweinsauren Krystalle würden sich nur durch die spiegelbildliche Orientirung der Aetzeindrücke von den rechtsweinsauren unterscheiden.

V. Krystalle mit einer polaren 6-zähligen Symmetrieaxe. (Hexagonal-pyramidale Gruppe; hemimorphe Tetartoëdrie des hexagonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Hexagonale Pyramiden	asymmetrisch
Hexagonale Prismen	asymmetrisch
Eine zur Axe senkrechte Fläche	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 6.

Beispiele: [8] Hexagonale Pyramide mit der gegenüberliegenden zur Symmetrieaxe senkrechten Fläche. Grundriss Fig. 125, 315.

[9] Rechtsweinsaures Antimonyl-Strontium = $Sr(SbO)_2 (C_6H_4O_6)_2$. $a:c = 1:0{,}8442$. Das hexagonale Prisma $\{10\bar{1}0\}$ ist an dem einen Ende begrenzt durch die hexagonale Pyramide $\{10\bar{1}1\}$, an dem andern durch die Pyramide $\{20\bar{2}1\}$. Grundriss Fig. 321.

Auf diese beiden Modelle sind die soeben an die Modelle [6] und [7] angeknüpften Bemerkungen zu übertragen.

VI.—XI. Krystalle mit mehreren Symmetrieaxen.

VI. Krystalle mit drei auf einander senkrechten 2-zähligen Symmetrieaxen, die zweiseitig und nicht vertauschbar sind. (Rhombisch-bisphenoidische Gruppe; Hemiëdrie des rhombischen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Rhombische Bisphenoide	asymmetrisch
Rhombische Prismen	asymmetrisch
Pinakoide.	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 2.

Beispiele: [10] Linkes rhombisches Bisphenoid. Grundriss Fig. 459.

[11] Rechtes rhombisches Bisphenoid. Grundriss Fig. 142, 460.

VII. Krystalle mit einer zweiseitigen 3-zähligen Symmetrieaxe und drei gleichberechtigten polaren 2-zähligen Queraxen. (Trigonal-trapezoëdrische Gruppe; trapezoëdrische Tetartoëdrie des hexagonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Trigonale Trapezoëder	asymmetrisch
Rhomboëder	„
Trigonale Bipyramiden	„
Ditrigonale Prismen	„
Hexagonales Prisma	„
Zwei trigonale Prismen	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 2
Basisches Pinakoid	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 3.

Beispiele: [12] Linkes trigonales Trapezoëder. Grundriss Fig. 354.

[13] Rechtes trigonales Trapezoëder. Grundriss Fig. 143, 355.

[14] Quarz, Linker Krystall; Combination des hexagonalen Prismas $\{10\bar{1}0\}$ mit dem direkten Rhomboëder $\{10\bar{1}1\}$, dem inversen Rhomboëder $\{01\bar{1}1\}$, der linken trigonalen Bipyramide $\{2\bar{1}\bar{1}1\}$ und dem linken direkten trigonalen Trapezoëder $\{6\bar{1}\bar{5}1\}$. Grundriss Fig. 364.

[15] Quarz, Rechter Krystall; Spiegelbild von [14] mit der rechten trigonalen Bipyramide $\{11\bar{2}1\}$ und dem rechten direkten trigonalen Trapezoëder $\{5\bar{1}\bar{6}1\}$. Grundriss Fig. 365.

VIII. Krystalle mit fünf zweiseitigen Symmetrieaxen: einer 4-zähligen Vertikalaxe und zwei + zwei 2-zähligen Queraxen. (Tetragonal-trapezoëdrische Gruppe; trapezoëdrische Hemiëdrie des tetragonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Tetragonale Trapezoëder	asymmetrisch
Tetragonale Bipyramiden I. Art	"
Tetragonale Bipyramiden II. Art	"
Ditetragonale Prismen	"
Tetragonales Prisma I. Art	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 2
Tetragonales Prisma II. Art	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 2
Basisches Pinakoid	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 4.

Beispiele: [16] Linkes tetragonales Trapezoëder. Grundriss Fig. 144, 413.

[17] Rechtes tetragonales Trapezoëder. Grundriss Fig. 414.

IX. Krystalle mit sieben zweiseitigen Symmetrieaxen: einer 6-zähligen Vertikalaxe und drei + drei 2-zähligen Queraxen. (Hexagonal-trapezoëdrische Gruppe; trapezoëdrische Hemiëdrie des hexagonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Hexagonale Trapezoëder	asymmetrisch
Hexagonale Bipyramiden I. Art	"
Hexagonale Bipyramiden II. Art	"
Dihexagonale Prismen	"
Hexagonales Prisma I. Art	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 2
Hexagonales Prisma II. Art	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 2
Basisches Pinakoid	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 6.

Beispiele: [18] Linkes hexagonales Trapezoëder. Grundriss Fig. 304.

[19] Rechtes hexagonales Trapezoëder. Grundriss Fig. 145, 305.

X. Krystalle mit sieben Symmetrieaxen, die wie die Symmetrieaxen des regelmässigen Tetraëders angeordnet sind: nämlich drei auf einander senkrechten und gleichberechtigten 2-zähligen Axen, deren Ecken von vier polaren 3-zähligen Axen halbiert werden. (Tetraëdrisch-pentagondodekaëdrische Gruppe; Tetartoëdrie des regulären Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Tetraëdrische Pentagondodekaëder	asymmetrisch
Triakistetraëder	"
Deltoiddodekaëder	"
Pentagondodekaëder	"
Tetraëder	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 3
Dodekaëder	asymmetrisch
Hexaëder	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 2.

Beispiele: [20] Linkes tetraëdrisches Pentagondodekaëder $\{321\}$. Grundriss Fig. 152, 278.

[21] Rechtes tetraëdrisches Pentagondodekaëder $\{231\}$. Grundriss Fig 279.

[22] Natriumchlorat, Linker Krystall; Combination des Hexaëders $\{100\}$ mit dem Tetraëder $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ und dem linken Pentagondodekaëder $\{210\}$. Grundriss Fig. 281.

[23] Natriumchlorat, Rechter Krystall; Combination des Hexaëders mit demselben Tetraëder und dem rechten Pentagondodekaëder $\{120\}$. Grundriss Fig. 282.

XI. Krystalle mit 13 zweiseitigen Symmetrieaxen, die wie die Symmetrieaxen des regelmässigen Hexaëders angeordnet sind: nämlich drei 4-zähligen Axen parallel zu den Kanten, vier 3-zähligen nach den Eckendiagonalen und sechs 2-zähligen parallel zu den Flächendiagonalen. (Pentagonikositetraëdrische Gruppe; plagiëdrische Hemiëdrie des regulären Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Pentagonikositetraëder	asymmetrisch
Ikositetraëder	"
Triakisoktaëder	"
Tetrakishexaëder	"
Oktaëder	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 3
Dodekaëder	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 2
Hexaëder	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 4.

Beispiele: [24] Linkes Pentagonikositetraëder $\{321\}$. Grundriss Fig. 153, 257.

[25] Rechtes Pentagonikositetraëder $\{231\}$. Grundriss Fig. 258.

B. (Gruppe XII—XXXII).

Krystalle mit Symmetrieelementen zweiter Art. In elf Gruppen (XII—XXII) treten centrisch-symmetrische Polyëder auf, während in den übrigen zehn Gruppen (XXIII—XXXII) Polyëder zu erwarten sind, die wie die gewendeten Formen unter ihren Symmetrieelementen das Symmetriecentrum für sich nicht aufweisen.

XII—XXII: Centrisch-symmetrische Krystalle.

XII. Krystalle, die nur centrisch symmetrisch sind. Mit jeder Fläche ist die parallele Gegenfläche und nur diese gleichberechtigt. (Pinakoidale Gruppe; Holoëdrie des triklinen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Pinakoide	asymmetrisch.

Beispiel: [26] Wasserhaltige Traubensäure $= C_4H_6O_6 . C_4H_6O_6 . 2H_2O$. $a:b:c = 0{,}8017:1:0{,}4911$. $\alpha = 75^0 16'$, $\beta = 97^0 59'$, $\gamma = 120^0 22'$. Combination der Pinakoide }100{, }010{, }110{, }1$\bar{1}$0{, }101{, }$\bar{1}$01{, }0$\bar{1}$1{, }111{. Grundriss Fig. 539.

XIII. Centrisch-symmetrische Krystalle mit einer Symmetrieebene und einer auf dieser Ebene senkrecht stehenden 2-zähligen Symmetrieaxe. (Prismatische Gruppe; Holoëdrie des monoklinen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Prismen	asymmetrisch
Pinakoide senkrecht zur Symmetrieebene	monosymmetrisch
Pinakoid parallel zur Symmetrieebene	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 2.

Beispiele: [27] Gyps $= CaSO_4.2H_2O$. $a:b:c = 0{,}6895:1:0{,}4132$. $\beta = 98^0 58'$. Combination der Prismen }110{ und }111{ mit dem zur Symmetrieebene parallelen Pinakoid }010{. Grundriss Fig. 155, 491.

[28] Traubensaures Ammonium-Natrium $= (NH_4NaC_4H_4O_6 . H_2O)_2$. $a:b:c = 2{,}0278:1:3{,}0038$. $\beta = 94^0 14'$. Combination der Pinakoide }100{, }001{, }101{, }$\bar{1}$01{, }302{ mit den Prismen }110{, }111{, }$\bar{1}$11{ und }211{. Grundriss Fig. 510.

XIV. Centrisch symmetrische Krystalle mit einer einseitigen 3-zähligen Symmetrieaxe. (Rhomboëdrische Gruppe; »rhomboëdrische Tetartoëdrie des hexagonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Rhomboëder	asymmetrisch
Hexagonale Prismen	"
Pinakoid senkrecht zur Symmetrieaxe	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 3.

Die geometrische Symmetrie eines einzelnen Rhomboëders (Grundriss Fig. 156, 378) ist von höherem Grade als die Symmetrie dieser Gruppe, denn sie enthält alle Symmetrieelemente, die für die höher symmetrische Gruppe XVIII charakteristisch sind. Daher kann die krystallographische Symmetrie eines hierher gehörigen Rhomboëders und seiner Flächen erst an Combinationen mit anderen Formen veranschaulicht werden.

Beispiele: [29] Dioptas $= H_2CuSiO_4$. $a:c = 1:0{,}5342$. Combination des hexagonalen Prismas }11$\bar{2}$0{ mit den Rhomboëdern }02$\bar{2}$1{ und }$\bar{1}$. 14. 13. 6{. Das zweite Rhomboëder ist unentbehrlich, wenn die krystallographische Symmetrie des Dioptas und insbesondere die Asymmetrie der Flächen der beiden zuerst genannten Formen am Modell demonstriert werden soll. Grundriss Fig. 384.

XV. Centrisch symmetrische Krystalle mit einer einseitigen 4-zähligen Symmetrieaxe und einer zu dieser senkrechten Symmetrieebene. (Tetragonal-bipyramidale Gruppe; pyramidale Hemiëdrie des tetragonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie:
Tetragonale Bipyramiden	asymmetrisch
Tetragonale Prismen	monosymmetrisch
Pinakoid senkrecht zur Symmetrieaxe	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 4.

Die rein geometrische, durch die Werte der Flächenwinkel gegebene Symmetrie einer einzelnen tetragonalen Bipyramide (Grundriss Fig. 158, 308) stimmt überein mit der Symmetrie der Gruppe XIX.

Beispiel: [30] Calciumwolframat (Scheelit) $= CaWO_4$. $a:c = 1:1{,}536$. Combination der tetragonalen Bipyramiden }101{, }111{, }131{, }313{. Die vorherrschende Bipyramide }101{ oder ihre Combination mit }111{ würden nicht genügen, um die Symmetrie des Calciumwolframats zu demonstrieren; dazu ist ausserdem eine der zuletzt genannten Bipyramiden }131{ oder }313{ erforderlich. Grundriss Fig. 222.

XVI. Centrisch symmetrische Krystalle mit einer einseitigen 6-zähligen Symmetrieaxe und einer zu dieser senkrechten Symmetrieebene. (Hexagonal-bipyramidale Gruppe; pyramidale Hemiëdrie des hexagonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Hexagonale Bipyramiden	asymmetrisch
Hexagonale Prismen	monosymmetrisch
Pinakoid senkrecht zur Symmetrieaxe	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 6.

Die geometrische Symmetrie einer einzelnen hexagonalen Bipyramide (Grundriss Fig. 158, 308) entspricht der Symmetrie der Gruppe XX.

Beispiel: **[31]** Apatit = $(F,Cl)Ca_5(PO_4)_3$. $a:c = 1:0{,}73$. Combination des Pinakoids $\{0001\}$ und des hexagonalen Prismas $\{10\bar{1}0\}$ mit den hexagonalen Bipyramiden $\{10\bar{1}1\}$ und $\{21\bar{3}1\}$. In diesem Falle wird die Veranschaulichung der Symmetrieeigenschaften ermöglicht durch das Auftreten der Bipyramide $\{21\bar{3}1\}$. Grundriss Fig. 310.

XVII. Centrisch symmetrische Krystalle mit drei auf einander senkrechten, nicht vertauschbaren, 2-zähligen Symmetrieaxen, deren Verbindungsebenen Symmetrieebenen sind. (Rhombisch-bipyramidale Gruppe; Holoëdrie des rhombischen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Rhombische Bipyramiden	asymmetrisch
Rhombische Prismen	monosymmetrisch
Pinakoide	disymmetrisch.

Beispiel: **[32]** Rhombische Bipyramide. Grundriss Fig. 159, 437.

XVIII. Centrisch symmetrische Krystalle mit vier Symmetrieaxen: einer zweiseitigen 3-zähligen Vertikalaxe und drei einseitigen 2-zähligen Queraxen und drei Symmetrieebenen, die auf den Queraxen senkrecht stehen. (Ditrigonal-skalenoëdrische Gruppe; rhomboëdrische Hemiëdrie des hexagonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Ditrigonale Skalenoëder	asymmetrisch
Rhomboëder	monosymmetrisch
Hexagonale Bipyramiden	asymmetrisch
Dihexagonale Prismen	"
Hexagonales Prisma I. Art	monosymmetrisch
Hexagonales Prisma II. Art	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 2
Basisches Pinakoid	trisymmetrisch.

Beispiel: **[33]** Ditrigonales Skalenoëder. Grundriss Fig. 160, 328.

XIX. Centrisch symmetrische Krystalle mit fünf zweiseitigen Symmetrieaxen: einer 4-zähligen Vertikalaxe und zwei + zwei 2-zähligen Queraxen und fünf Symmetrieebenen, die auf diesen Axen senkrecht stehen. (Ditetragonal-bipyramidale Gruppe; Holoëdrie des tetragonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Ditetragonale Bipyramiden	asymmetrisch
Tetragonale Bipyramiden I. Art	monosymmetrisch
Tetragonale Bipyramiden II. Art	"
Ditetragonale Prismen	"
Tetragonales Prisma I. Art	disymmetrisch
Tetragonales Prisma II. Art	"
Basisches Pinakoid	tetrasymmetrisch.

Beispiel: **[34]** Ditetragonale Bipyramide. Grundriss Fig. 161, 393.

XX. Centrisch symmetrische Krystalle mit sieben zweiseitigen Symmetrieaxen: einer 6-zähligen Vertikalaxe und drei + drei 2-zähligen Queraxen und sieben Symmetrieebenen, die auf diesen Axen senkrecht stehen. (Dihexagonal-bipyramidale Gruppe; Holoëdrie des hexagonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Dihexagonale Bipyramiden	asymmetrisch
Hexagonale Bipyramiden I. Art	monosymmetrisch
Hexagonale Bipyramiden II. Art	"
Dihexagonale Prismen	"
Hexagonales Prisma I. Art	disymmetrisch
Hexagonales Prisma II. Art	"
Basisches Pinakoid	hexasymmetrisch.

Beispiel: **[35]** Dihexagonale Bipyramide. Grundriss Fig. 162, 290.

XXI. Centrisch symmetrische Krystalle mit sieben Symmetrieaxen und drei auf einander senkrechten gleichberechtigten Symmetrieebenen. Diese Ebenen schneiden sich in drei auf einander senkrechten und gleichberechtigten 2-zähligen Axen, deren Ecken von vier einseitigen 3-zähligen Axen halbiert werden. (Dyakisdodekaëdrische Gruppe; pentagonale Hemiëdrie des regulären Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Dyakisdodekaëder	asymmetrisch
Ikositetraëder	"
Triakisoktaëder	"
Pentagondodekaëder	monosymmetrisch
Oktaëder	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 3
Dodekaëder	monosymmetrisch nach der längeren Diagonale des Rhombus
Hexaëder	disymmetrisch nach den Richtungen der Kanten.

Beispiele: **[36]** Dyakisdodekaëder $\{321\}$. Grundriss Fig. 163, 265.
[37] Pentagondodekaëder $\{210\}$. " Fig. 266.

XXII. Centrisch symmetrische Krystalle mit 13 zweiseitigen Symmetrieaxen und 9 Symmetrieebenen; die drei 4-zähligen Axen laufen den Kanten des Hexaëders parallel, die vier 3-zähligen sind gerichtet wie die Eckendiagonalen, die sechs 2-zähligen haben die Richtungen der Flächendiagonalen. Drei gleichberechtigte Symmetrieebenen p laufen den Flächen des Hexaëders parallel und sechs gleichberechtigte Symmetrieebenen d liegen wie die Verbindungsebenen gegenüberliegender Kanten. (Hexakisoktaëdrische Gruppe; Holoëdrie des regulären Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Hexakisoktaëder	asymmetrisch
Ikositetraëder	monosymmetrisch nach d
Triakisoktaëder	„ „ „
Tetrakishexaëder	monosymmetrisch nach p
Oktaëder	trisymmetrisch
Dodekaëder	disymmetrisch
Hexaëder	tetrasymmetrisch.

Beispiele: {38} Hexakisoktaëder {321}. Grundriss Fig. 164, 204.
{39} Dodekaëder {110}. „ Fig. 209
{40} Oktaëder {111}. „ Fig. 151, 208.
{41} Hexaëder {100}. „ Fig. 150, 201.

Die Symmetrieelemente stehen in folgender Beziehung zu den Flächen und Kanten der drei zuletzt genannten Formen, die einzig in ihrer Art sind: Die 4-zähligen, 3-zähligen und 2-zähligen Axen sind der Reihe nach parallel den Kanten des Hexaëders, Dodekaëders und Oktaëders; die Symmetrieebenen p und d sind den Flächen des Hexaëders bezw. den Flächen des Dodekaëders parallel.

XXIII—XXII. Acentrische Krystalle mit Symmetrieelementen zweiter Art.

XXIII. Krystalle mit einer Symmetrieebene. (Domatische Gruppe; Hemiëdrie des monoklinen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Domen	asymmetrisch
Einzelne Flächen senkreckt zur Symmetrieebene	monosymmetrisch
Pinakoid parallel zur Symmetriebene	asymmetrisch.

Beispiel: [42] Skolezit. a : b : c = 0,976 : 1 : 0,343. $\beta = 90^0 42'$. Combination der Domen {110} und {111} mit dem zur Symmetrieebene parallelen Pinakoid {010}; Zwilling zweier Individuen, die zu $\bar{1}00$ symmetrisch liegen. Grundriss Fig. 523.

XXIV. Krystalle mit einer polaren 2-zähligen Symmetrieaxe und zwei durch diese Axen hindurchgehenden Symmetrieebenen, die auf einander senkrecht stehen. (Rhombisch-pyramidale Gruppe; Hemimorphie des rhombischen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Rhombische Pyramiden	asymmetrisch
Rhombische Prismen	„
Domen	monosymmetrisch
Pinakoide, die auf einer Symmetrieebene senkrecht stehen	„
Fläche senkrecht zur Symmetrieaxe	disymmetrisch.

Beispiele: [43] Rhombische Pyramide mit der gegenüberliegenden zur Symmetrieaxe senkrechten Fläche. Grundriss Fig. 166, 479.

[44] Magnesium-Ammoniumorthophosphat (Struvit) = $Mg(NH_4)PO_4 \cdot 6H_2O$. a : b : c = 0,5667 : 1 : 9,9121. Combination der Domen {101}, {011} und {10$\bar{1}$} mit dem Pinakoid {010} und der zur Symmetrieaxe senkrechten Fläche 00$\bar{1}$. Grundriss Fig. 480.

XXV. Krystalle mit einer polaren 3-zähligen Symmetrieaxe und drei durch sie hindurchgehenden Symmetrieebenen. (Ditrigonal-pyramidale Gruppe; zweite hemimorphe Tetartoëdrie des hexagonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Formen:
Ditrigonale Pyramiden	asymmetrisch
Trigonale Pyramiden	monosymmetrisch
Hexagonale Pyramiden	asymmetrisch
Ditrigonale Prismen	„
Trigonale Prismen	monosymmetrisch
Hexagonales Prisma	asymmetrisch
Fläche senkrecht zur Symmetrieaxe	trisymmetrisch.

Beispiele: [45] Ditrigonale Pyramide mit der gegenüberliegenden zur Symmetrieaxe senkrechten Fläche. Grundriss Fig. 167, 345.

[46] Turmalin. Combination des trigonalen Prismas {01$\bar{1}$0} mit dem hexagonalen Prisma {11$\bar{2}$0} und den trigonalen Pyramiden {10$\bar{1}\bar{2}$}, {02$\bar{2}$1}, {01$\bar{1}\bar{1}$}, {10$\bar{1}$2}. Grundriss Fig. 347.

XXVI. Krystalle mit einer polaren 4-zähligen Symmetrieaxe und zwei + zwei durch sie hindurchgehenden Symmetrieebenen. (Ditetragonal-pyramidale Gruppe; hemimorphe Hemiëdrie des tetragonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen
Ditetragonale Pyramiden	asymmetrisch
Tetragonale Pyramiden I. Art	monosymmetrisch
Tetragonale Pyramiden II. Art	„
Ditetragonale Prismen	asymmetrisch
Tetragonales Prisma I. Art	monosymmetrisch
Tetragonales Prisma II. Art	„
Fläche senkrecht zur Symmetrieaxe	tetrasymmetrisch.

Beispiele: [47] Ditetragonale Pyramide mit der gegenüberliegenden zur Symmetrieaxe senkrechten Fläche. Grundriss Fig. 168, 410.

[48] Pentaerythrit (Tetramethylolmethan) = $C_5H_{12}O_4$. a : c = 1 : 1,0326. Combination der tetragonalen Pyramiden {111} und {11$\bar{1}$} mit der zur Symmetrieaxe senkrechten Fläche 001 und dem tetragonalen Prisma zweiter Art {100}. Grundriss Fig. 411.

XXVII. Krystalle mit einer polaren 6-zähligen Symmetrieaxe und drei + drei durch sie hindurchgehenden Symmetrieebenen. (Dihexagonal-pyramidale Gruppe; hemimorphe Hemiëdrie des hexagonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Dihexagonale Pyramiden	asymmetrisch
Hexagonale Pyramiden I. Art	monosymmetrisch
Hexagonale Pyramiden II. Art	„
Dihexagonale Prismen	asymmetrisch
Hexagonales Prisma I. Art	monosymmetrisch
Hexagonales Prisma II. Art	„
Fläche senkrecht zur Symmetrieaxe	hexasymmetrisch.

Beispiel: [49] Dihexagonale Pyramide mit der gegenüberliegenden zur Symmetrieaxe senkrechten Fläche. Grundriss Fig. 169, 298.

XXVIII. Krystalle mit sieben Symmetrieaxen und sechs Symmetrieebenen, die wie die geometrischen Symmetrieelemente des regelmässigen Tetraëders angeordnet sind. Drei zweiseitige 2-zählige Axen verbinden die Mitten gegenüberliegender Kanten des Tetraëders; vier polare 3-zählige Axen sind durch die Eckendiagonalen des Tetraëders gegeben. Jede der Symmetrieebenen verbindet eine Kante mit der Mitte der Gegenkante. (Hexakistetraëdrische Gruppe; tetraëdrische Hemiëdrie des regulären Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Hexakistetraëder	asymmetrisch
Triakistetraëder	monosymmetrisch
Deltoiddodekaëder	„
Tetrakishexaëder	asymmetrisch
Tetraëder	trisymmetrisch
Dodekaëder	monosymmetrisch nach der kürzeren Diagonale des Rhombus
Hexaëder	disymmetrisch nach den Diagonalen des Quadrats.

Beispiele: [50] Hexakistetraëder {321}. Grundriss Fig. 170, 236.
[51] Tetraëder {111}. „ Fig. 148, 233.

XXIX. Krystalle mit einer 2-zähligen Symmetrieaxe, welche einseitig von der zweiten Art ist. Ein hierher gehöriges Krystallpolyëder kommt durch eine Drehung um die Symmetrieaxe um 90°, also um die Hälfte des kleinsten Drehungswinkels einer Deckbewegung, in eine Lage, in der es das Spiegelbild der Anfangslage in Bezug auf die zu jener Axe senkrechte Ebene bildet (Grundriss S. 66). (Tetragonal-bisphenoidische Gruppe; sphenoidische Tetartoëdrie des tetragonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Tetragonale Bisphenoide	asymmetrisch
Tetragonale Prismen	„
Pinakoid senkrecht zur Symmetrieaxe	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 2.

Beispiel: [52] Tetragonales Bisphenoid. Grundriss Fig. 173, 435. Dieses Modell besitzt nach seinen Flächenwinkeln anscheinend alle Symmetrieelemente der folgenden Gruppe XXX; der niedrigere Symmetriegrad würde in geeigneten Combinationen an der Asymmetrie der Flächen aller Bisphenoide hervortreten.

XXX. Krystalle mit drei aufeinander senkrechten 2-zähligen und zweiseitigen Symmetrieaxen, von denen nur zwei gleichberechtigt sind; in der dritten schneiden sich zwei, die Winkel zwischen den beiden andern Symmetrieaxen halbierende Symmetrieebenen. (Tetragonal-skalenoëdrische Gruppe; sphenoidische Hemiëdrie des tetragonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Tetragonale Skalenoëder	asymmetrisch
Tetragonale Bisphenoide	monosymmetrisch
Tetragonale Bipyramiden	asymmetrisch
Ditetragonale Prismen	„
Tetragonales Prisma I. Art	monosymmetrisch
Tetragonales Prisma II. Art	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 2
Pinakoid senkrecht zu der ausgezeichneten Symmetrieaxe	disymmetrisch.

Beispiele: [53] Tetragonales Skalenoëder. Grundriss Fig. 175, 430.

[54] Kupferkies = $CuFeS_2$. $a : c = 1 : 0{,}9784$. Combination der tetragonalen Bisphenoide {111} und {1$\bar{1}$1} mit der tetragonalen Bipyramide {201}. Grundriss Fig. 432.

XXXI. Krystalle mit einer 3-zähligen Symmetrieaxe und einer zu ihr senkrechten Symmetrieebene. (Trigonal-bipyramidale Gruppe; trigonale Tetartoëdrie des hexagonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Trigonale Bipyramiden	asymmetrisch
Trigonale Prismen	monosymmetrisch
Pinakoid senkrecht zur Symmetrieaxe	Drehungsmittelpunkt von der Ordnung 3.

Beispiel: [55] Trigonale Bipyramide. Grundriss Fig. 177, 325. Nach seinen Flächenwinkeln besitzt dieses Modell anscheinend die Symmetrie der folgenden Gruppe XXXII.

XXXII. Krystalle mit vier Symmetrieaxen: einer zweiseitigen 3-zähligen Vertikalaxe und drei polaren 2-zähligen Queraxen — und vier Symmetrieebenen, welche jene Axen verbinden. (Ditrigonal-bipyramidale Gruppe; trigonale Hemiëdrie des hexagonalen Systems.)

Einfache Formen:	Symmetrie der Flächen:
Ditrigonale Bipyramiden	asymmetrisch
Hexagonale Bipyramiden	"
Trigonale Bipyramiden	monosymmetrisch
Ditrigonale Prismen	"
Hexagonales Prisma	"
Trigonale Prismen	"
Basis	trisymmetrisch.

Beispiel: [56] Ditrigonale Bipyramide. Grundriss Fig. 178, 323.

Anhang.

Krystallpolyëder können nur 2-, 3-, 4- oder 6-zählige Symmetrieaxen besitzen. Daher können von den fünf regelmässigen (platonischen) Polyëdern: Tetraëder, Hexaëder, Oktaëder, Pentagondodekaëder und Ikosaëder, nur die drei ersteren als Krystallformen auftreten; die beiden zuletzt genannten, einander dual gegenüberstehenden Polyëder:

[57] Regelmässiges Pentagondodekaëder, Grundriss Fig. 121,

[58] Regelmässiges Ikosaëder, Grundriss Fig. 122,

haben neben sechs 5-zähligen Symmetrieaxen noch zehn 3-zählige und fünfzehn 2-zählige, also im Ganzen 31 Symmetrieaxen. Dazu treten fünfzehn Symmetrieebenen und das Centrum der Symmetrie.

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.

Specialkataloge für Krystallmodelle.

Katalog No. Ia: **Allgemeiner krystallographischer Katalog (neue Ausgabe Mai 1899),** enthaltend alle Zusammenstellungen von Krystallmodellen aus Birnbaumholz, Tafelglas und Pappe, soweit sie nicht in den Specialkatalogen aufgeführt sind, sowie Modelle zur Erläuterung der krystallographischen Projection, der Symmetrie Ebenen, der Dispersions-Erscheinungen etc. etc., mit Beiträgen der Professoren Dr. H. Baumhauer in Freiburg (Schweiz), Dr. J. Beckenkamp in Würzburg, Dr. K. Busz in Münster, Dr. P. Groth in München, Dr. U. Grubenmann in Zürich, Dr. C. Hintze in Breslau, Dr. J. Hirschwald in Charlottenburg, Dr. H. Lenk in Erlangen, Dr. Th. Liebisch in Göttingen und Dr. K. Vrba in Prag. Ein Anhang enthält die wichtigsten krystallographischen Apparate, Instrumente und Utensilien.

" " V: **Mineralogisch-krystallographische Sammlung** von 743 Krystallmodellen in Birnbaumholz, zusammengestellt von Professor Dr. P. Groth in München (1880). Preis der ganzen Sammlung in Durchschnittsgrösse von 5 cm = ℳ 1200. —

" " VI: **Systematisch-krystallographische Sammlung** von 412 Krystallmodellen in Birnbaumholz, enthaltend sämmtliche in Professor P. Groth's Lehrbuch der physikalischen Krystallographie (2. Aufl. Leipzig 1885) abgebildeten Krystallformen und Combinationen, zusammengestellt von Professor Dr. P. Groth in München (1886). Preis der ganzen Sammlung in Durchschnittsgrösse von 5 cm = ℳ 600. — Die 88 colorirten Modelle zur Erläuterung der Hemiëdrie und Tetartoëdrie der Krystallformen in Durchschnittsgrösse von 5 cm = ℳ 200. —

" " VIa: **Systematisch-krystallographische Sammlung** von 396 Krystallmodellen in Birnbaumholz, enthaltend sämmtliche in Professor P. Groth's Lehrbuch der Krystallographie (3. Aufl. Leipzig 1895) abgebildeten Krystallformen und Combinationen, zusammengestellt von Prof. Dr. P. Groth in München (1896). Preis der ganzen Sammlung in Durchschnittsgrösse von 5 cm = ℳ 575. —

" " VII: Sammlung von 213 Krystallmodellen in Birnbaumholz, **Supplement zur grossen mineralogisch-krystallographischen Sammlung,** zusammengestellt von Prof. Dr. P. Groth in München (1887). Preis der ganzen Sammlung in Durchschnittsgrösse von 5 cm = ℳ 650. —

" " VIIIa: **Mineralogisch-krystallographische Unterrichts-Sammlung** von 150 Krystallmodellen in Birnbaumholz, zusammengestellt von Prof. Dr. C. Hintze in Breslau (II. Ausgabe 1897). Preis der ganzen Sammlung in Durchschnittsgrösse von 5 cm = ℳ 142.—
" " " 10 " = " 425.—.

" " XI: **Sammlung von 280 Krystallmodellen aus Pappe** zum Gebrauch bei Vorlesungen über Mineralogie und Krystallographie an Hochschulen, Gymnasien und Realschulen, zusammengestellt von Prof. Dr. K. Vrba in Prag. Preis der ganzen Sammlung in Durchschnittsgrösse von 16 bis 25 cm = ℳ 530.

" " XII: **Sammlung von 102 Krystallmodellen aus Tafelglas** mit eingezogenen farbigen Axen resp. mit eingeschlossener Grundform, enthaltend die Grundformen der Krystallsysteme und die daraus abgeleiteten Theilgestalten (30 Klassen), zusammengestellt und erläutert von Prof. Dr. H. Baumhauer in Freiburg (Schweiz). Preis der ganzen Sammlung in Durchschnittsgrösse von 10 bis 25 cm = ℳ 350.—.

Sämmtliche Modelle aus vorstehenden Katalogen können auch einzeln bezogen werden.