Nicht einzeln im Buchhandel | *Ueberreicht vom Verfasser*

Abdruck
aus

Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie.

Herausgegeben von der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft
unter der Redaktion von

Dr. W. Eitel
Professor an der Technischen Hochschule
Berlin-Charlottenburg

Zwölfter Band

Berlin 1927

Vorschläge zur Systematik und Nomenklatur der 32 Symmetrieklassen.

Von

F. Becke.

Wien.

Folgende Sätze I—III werden als bekannt und richtig vorausgesetzt:

I. Unter Symmetrie versteht man das Auftreten von kristallographisch gleichen Kristallflächen. Gleiche Kristallflächen bilden gleiche Neigungswinkel mit ihren Nachbarflächen, stimmen untereinander in physikalischer Beziehung überein, insbesondere auch in bezug auf ihre Wachstumsgeschwindigkeit, haben daher bei ebenmäßigem Wachstum gleiche Größe, Gestalt und Zentraldistanz.

II. Die kristallographische Gleichheit ist von zweierlei Art:

A. Die kristallographisch gleichen Flächen sind deckbar gleich (kongruent). Dann läßt sich der ebenmäßig ausgebildete Kristall durch Drehung um bestimmte Linien, Deckachsen, mit sich selbst zur Deckung bringen. Die Deckachsen können in der Einzahl oder zu mehreren in bestimmten Zahlen und Lagen auftreten, sie gehen vorhandenen oder möglichen Kanten (Zonen) parallel durch den Mittelpunkt des Kristalls. Der einer Deckachse zugehörige Drehungswinkel ist ein aliquoter Teil von 360^{0}: $360/n$; n kann bei Kristallen infolge ihres Gitterbaues nur die Werte 2, 3, 4, 6 annehmen. Diese Ziffern bezeichnen die „Zähligkeit" der Deckachse. Ihr Zeichen ist: An.

B. Die Kristallflächen sind spiegelbildlich gleich. In diesem Falle sind drei Möglichkeiten zu unterscheiden:

1. Zwei spiegelbildlich gleiche Flächen liegen einander parallel gegenüber (Inversion). Der Kristall besitzt ein Symmetriezentrum. Dessen Zeichen ist: C.

2. Zwei spiegelbildlich gleiche Flächen sind gleich geneigt gegen eine vorhandene oder mögliche Kristallfläche. Eine parallel zu dieser durch den Mittelpunkt des Kristalls gelegte Ebene teilt diesen in zwei Hälften, welche sich zueinander verhalten wie Gegenstand zum Spiegelbild. Der Kristall besitzt eine Spiegelebene. Ihr Zeichen ist: S.

3. Die Lage der spiegelbildlich gleichen Kristallflächen läßt sich beschreiben durch Drehung des Kristalls um eine Kantenrichtung um einen Winkel von 360/n, verbunden entweder mit einer Inversion oder mit einer Spiegelung an einer zur Drehungsachse senkrechten Ebene. Beide Operationen sind gleichberechtigt und jede Lage der spiegelbildlich gleichen Flächen kann durch beide Konstruktionen gefunden werden.

Die Kombination einer Drehung um 360/n mit einer Inversion bezeichnet man als n-zählige Inversionsachse. Ihr Zeichen ist: Jn.

Die Kombination einer Drehung um 360/n, verbunden mit einer Spiegelung an einer zur Drehungsachse senkrechten Ebene, heißt Spiegelachse. Ihr Zeichen ist: Sn.

Über diese beiden „zusammengesetzten Symmetrieelemente" gibt es überflüssigerweise ziemlich viel Streit. Beide sind völlig gleichberechtigte Krücken für das räumliche Anschauungsvermögen.

Man kann sich leicht überzeugen, daß ganz allgemein jede Operation mit einer Inversionsachse vom Drehwinkel φ dasselbe Resultat liefert, wie eine Operation mit einer Spiegelachse vom entgegengesetzt gerichteten Drehwinkel $180-\varphi$, also:

$$J\varphi = S-(180-\varphi).$$

Beschränkt man sich auf die kristallographisch allein möglichen Zähligkeiten $n = 2, 3, 4, 6$, so ergeben sich die Beziehungen:

$$J\,3 = S\,6 \qquad J\,4 = S\,4 \qquad J\,6 = S\,3.$$

Außerdem ist leicht einzusehen, daß J 2 äquivalent ist einer Spiegelebene S, und S 2 dem Symmetriezentrum C.

Die geometrische Untersuchung der drei oben aufgezählten Fälle zeigt, daß $J\,3 = S\,6$ wiedergegeben werden kann durch die dreizählige Deckachse A 3 und das Symmetriezentrum C, während $J\,6 = S\,3$ äquivalent sind einer dreizähligen Deckachse A 3, plus einer zu ihr senkrechten Spiegelebene S. $J\,4 = S\,4$ lassen sich nicht durch eine Kombination einfacher Symmetrieelemente wiedergeben (vgl. die Tabelle S. 105).

Sonach ergibt sich folgende Übersicht der bei Kristallen vorkommenden Symmetrieelemente:

I. Symmetrieelemente erster Art, 2-, 3-, 4-, 6-zählige Deckachsen. A 2, A 3, A 4, A 6. Kristalle, die gar keine Symmetrie besitzen und jene, denen bloß Symmetrieelemente erster Art zukommen, zeigen die Erscheinung der Enantiomorphie.

II. Symmetrieelemente zweiter Art. Diese sind:

A. Das Symmetriezentrum C.
B. Die Spiegelebene S.
C. Die zusammengesetzten Symmetrieelemente und zwar:

1. 3-, 4-, 6-zählige Inversionsachsen J 3, J 4, J 6.
2. 3-, 4-, 6-zählige Spiegelachsen S 3, S 4, S 6.

III. Mit Hilfe der aufgezählten Symmetrieelemente lassen sich geometrisch die 32 Symmetrieklassen der Kristalle ableiten. Diese Ableitung kann auf sehr verschiedene Art durchgeführt werden, entweder unter Benutzung aller Symmetrieelemente oder nur mit einer Auswahl derselben. Eine Kritik dieser Ableitungen ist nicht Aufgabe der Kommission. Wichtig ist, daß alle richtig durchgeführten Ableitungen dasselbe Resultat liefern, welches also als bekannt und sichergestellt anzusehen ist: daß es, die vollkommen asymmetrischen Kristalle als eine Klasse mitgezählt, 32 Symmetrieklassen der Kristalle gibt.

IV. Die Benennung dieser 32 Symmetrieklassen ist von FEDOROW und GROTH in einer wissenschaftlich einwurfsfreien Weise durchgeführt worden, nach der geometrischen Gestalt der allgemeinsten aus kristallographisch gleichen Flächen bestehenden, in der betreffenden Symmetrieklasse möglichen einfachen Kristallform. Diese Namen sind in manchen Fällen etwas lang und etwas unbequem auszusprechen. Das sind aber ertragbare Unvollkommenheiten, die uns nicht hindern sollten, diese logisch begründete Bezeichnungsweise als sicheres Verständigungsmittel festzuhalten. Die Verbesserungsvorschläge von A. K. BOLDIREW (Zeitschr. f. Krist. 1925. Bd. 62, S. 145) möchte ich nicht empfehlen. Ob man neben der FEDOROW-GROTH'schen Benennung, die sich zur Abkürzung und symbolischen Bezeichnung nicht eignet, noch eine zweite in dieser Hinsicht tauglichere Bezeichnung einführen will, bleibt zu überlegen.

V. Die 32 Symmetrieklassen lassen sich zu Gruppen zusammenfassen, die Kristallsysteme (Syngonieen, Symmetriesysteme) genannt werden. Sieben Kristallsysteme lassen sich aufstellen, jedes ist charakterisiert durch die Fundamentalform oder, was gleichbedeutend ist, durch die Beschaffenheit des Zonenverbandes; jedes enthält eine höchstsymmetrische Klasse, deren Symmetrieelemente diejenigen der mindersymmetrischen Klassen als Untergruppen enthalten. Diese höchstsymmetrische Klasse führt den Namen: holoedrische Klasse. Folgende Kristallsysteme sind zu unterscheiden:

Kristallsysteme.

I. Triklines Kristallsystem: Fundamentalform: Schiefwinkliges Parallelipiped, Achsenwinkel α, β, γ, Achsenverhältnis der Einheitsform a : b : c, schiefwinkliger Zonenverband; pediale und pinakoidale Klasse.

II. Monoklines Kristallsystem: Fundamentalform: Gerades rhomboidisches Prisma, Achsenwinkel $\alpha, \gamma = 90^0, \beta \gtrless 90^0$, Achsenverhältnis der Einheitsform: a : b : c. Eine Medianzone steht senkrecht auf einer Schar schief geneigter Zonen. Sphenoidische, domatische, prismatische Klasse.

III. Rhombisches Kristallsystem: Fundamentalform: Rechtwinkliges Parallelepiped. Achsenwinkel $\alpha = \beta = \gamma = 90^0$, Achsenverhältnis der Einheitsform: a : b : c. Drei zueinander senkrechte, ungleiche Zonen. Disphenoidische, rhomb.-pyramidale, rhomb.-bipyramidale Klasse.

IV. Trigonales Kristallsystem: Fundamentalform: Rhomboeder, Achsenwinkel $\alpha = \beta = \gamma \gtrless 90^0$, Achsenverhältnis der Einheitsform: a : a : a. Drei zueinander gleich und schief geneigte Achsenzonen. Trig.-pyramidale, rhomboedrische, trig.-trapezoedrische, ditrigonal-pyramidale, trig.-skalenoedrische Klasse.

V. Tetragonales Kristallsystem: Fundamentalform: Quadratisches Prisma. Achsenwinkel $\alpha = \beta = \gamma = 90^0$. Achsenverhältnis der Einheitsform: a : a: c. Zonenverband: Eine vertikale Hauptzone und zwei gleiche horizontale Achsenzonen senkrecht zueinander, zwei gleiche horizontale Zwischenzonen unter 45^0 gegen die letzteren. Tetrag.-pyramidale, tetrag.-bipyramidale, tetr.-trapezoedrische, ditetrag.-bipyramidale, ditetr.-pyramidale, tetrag.-bisphenoidische, tetrag.-skalenoedrische Klasse.

VI. Hexagonales Kristallsystem: Fundamentalform: Hexagonales Prisma. Achsenwinkel der 3 horizontalen Achsen 60^0, mit der Vertikalachse 90^0. Achsenverhältnis der Einheitsform: a : ∞ a : a : c. Zonenverband: Vertikale Hauptzone, senkrecht dazu drei gleiche horizontale Achsenzonen unter Winkeln von 60^0, drei gleiche horizontale Zwischenzonen unter 30^0 gegen die letzteren. Hexagonal-pyramidale, hexag.-bipyramidale, hexag.-trapezoedrische, dihexag.-pyramidale, dihexag.-bipyramidale, trigonal-bipyramidale, ditrigonal-bipyramidale Klasse.

VII. Tesserales Kristallsystem: Fundamentalform: Würfel, Achsenwinkel $\alpha = \beta = \gamma = 90^0$. Achsenverhältnis der Einheitsform: a : a : a. Zonenverband: Drei gleiche Achsenzonen senkrecht zueinander, deren Winkel von je 2, zusammen 6 Nebenzonen halbiert werden. Tetraedrisch-pentagondodekaedrische, dyakis-dodekaedrische, pentagon-ikositetraedrische, hexakistetraedrische, hexakis-oktaedrische Klasse.

Die Kristalle des trigonalen Systems lassen sich auch auf die Fundamentalform des hexagonalen Systems beziehen, und für manche trigonale Kristalle führt diese Beziehung zu einfacheren Indices der wichtigen und häufigen Formen als die Beziehung auf die Fundamentalform des Rhomboeders. Dagegen ist die Beziehung der Kristalle des hexagonalen Systems auf das Rhomboeder als Fundamentalform unmöglich, da Flächen derselben einfachen Form verschiedene Indices erhalten würden. Diese Verhältnisse sind in den möglichen Strukturen begründet und sprechen für die Trennung des trigonalen (rhomboedrischen) und des hexagonalen Systems.

Die folgende Tabelle führt die Symmetrieklassen, chrakterisiert durch ihre erzeugenden Symmetrieelemente in jener Anordnung auf, wie sie von G. Tschermak gegeben wurde (Zeitschr. f. Krist. 1904, Bd. 39, S. 433).

Erzeugende Symmetrieelemente der 32 Symmetrieklassen der Kristalle.

Stufen	I polar	II diedrisch	III hemitrop	IV sympolar	V holoedrisch	Ia allomer	IVa dimer
Triklin	0	C	A2	S	A2·C	Monoklin	
Rhombisch	—	—	A2·A2′	A2·S	A2·A2′·C	—	—
Trigonal	A3	A3·C	A3·A2′	A3·S	A3·A2′·C	—	—
Tetragonal	A4	A4·C	A4·A2′	A4·S	A4·A2′·C	J4	J4·S
Hexagonal	A6	A6·C	A6·A2′	A6·S	A6·A2·C	J6	J6·S
Tesseral	4A3	4A3·C	4A3·6A2′	4A3·6S	4A3·6A2′·C	—	—

Die zweite Tabelle (s. unten) gibt in der gleichen Anordnung die vollständigen Symmetrieelemente der 32 Symmetrieklassen.

Eine ähnliche Anordnung der 32 Kristallklassen hat bereits 1887 B. MINNIGERODE gegeben (N. Jahrb. f. Min., Beil.-Bd. V, S. 145); hier tritt zum erstenmal die Hervorhebung der Analogie zwischen der sphenoidischen und der skalenoedrischen Klasse des tetragonalen mit der trigonal-bipyramidalen und der ditrigonal-bipyramidalen Klasse des hexagonalen Systems zutage. Ähnlich ist auch die Anordnung bei TH. LIEBISCH (Grundriß der physikalischen Kristallographie 1896, S. 34 ff.). Bei beiden erscheint das trigonale System als Unterabteilung des hexagonalen. In dem Buche von A. SCHOENFLIES (Kristallsysteme und Kristallstruktur 1891, S. 555) ist eine fast ganz übereinstimmende Tabelle gegeben, die das trigonale System selbständig anführt.

Vollständige Symmetrieelemente der 32 Symmetrieklassen der Kristalle.

Stufen	I	II	III	IV	V	I a	IV a
riklin	0	C	A2	S	A2·C·S	Monoklin	
hombisch	—	—	A2·A2'·A2''	A2 S' S''	A2·A2'·A2'' C S·S'·S''	—	
rigonal	A3	A3·C	A3·2A2'	A3·3S	A3·3A2 C·3S	—	—
etragonal	A4	A4 C S	A4·2A2·2A2'	A4 2S'·2S2	A4·2A2·2A2' C S·2S'·2S''	J4(A2)	J4(A2)·2A2 2S''
exagonal	A6	A6 C S	A6·3A2·3A2	A6 3S' 3S''	A6·3A2·3A2' C S·3S'·3S''	J6(A3) S	J6(A2)·3A2 S·3S''
esseral	4A3·3A2	4A3·3A2 C 3S	4A3·3A4·6A2	4A3·3A2 6S'	4A3·3A4·6A2 C 3S·6S'		–

G. TSCHERMAK hat in der oben zitierten Abhandlung (1904) und in der 6. Auflage des Lehrbuches der Mineralogie (1905) diese Systematik aufgenommen und eigenartig durchgebildet. Neu ist die Hervorhebung der 5 einfachsten Fälle der Symmetrie („Stufen“ oder „Prinzipien“), nämlich I. Stufe: Mangel jeder Symmetrie, II. Stufe: Symmetriezentrum C, III. Stufe: 2-zählige Symmetrieachse, IV. Stufe: Symmetrieebene, V. Stufe: Kombination von II., III. und IV. Die Reihenfolge II., III., IV. ist absichtlich gewählt um die 2 triklinen Klassen und die 3 monoklinen aufeinander folgen zu lassen. Sie läßt sich auch geometrisch rechtfertigen, denn die charakteristischen Symmetrieelemente haben die Dimensionen 0 (Punkt), 1 (Linie), 2 (Ebene), auch geben die zugehörigen Substitutionen der Indices der gleichwertigen Flächen eine natürliche Reihe:

C	A 2	S
h k l	h k l	h k l
$\bar{h}\,\bar{k}\,\bar{l}$	$\bar{h}\,k\,\bar{l}$	$h\,\bar{k}\,l$

Änderung des Vorzeichens bei allen drei, bei zwei und bei einem Index.

Von besonderer Bedeutung ist aber die Feststellung, daß sich die Symmetrieverhältnisse der höhersymmetrischen Systeme durch gesetzmäßige Wiederholung der Stufen I—V aufbauen lassen. Kombiniert man die Symmetrie der 5 Stufen mit einer vertikalen 2-zähligen Deckachse, so liefern Stufe I und II die Stufen III und V des monoklinen Systems, Stufe III, IV, V die 3 Klassen des rhombischen Systems. Kombination der Stufen I—V mit einer 3-, 4-, 6 zähligen vertikalen Deckachse gibt je 5 Klassen des trigonalen, tetragonalen und hexagonalen Systems. Ferner 5 Stufen des tesseralen Systems die Kombination der Stufen I—V mit dem für das tesserale System charakteristischen Komplex von 4 dreizähligen Deckachsen parallel den Körperdiagonalen des Würfels.

Nun bleiben noch folgende 4 Klassen übrig: Disphenoidisch und skalenoedrisch im tetragonalen System, trigonal- und ditrigonal-dipyramidal im hexagonalen System. Für deren Einordnung hat G. Tschermak folgenden Weg gefunden. Der Vergleich der Stufen II, III, IV lehrt, daß der monopolaren Anordnung der gleichen Flächen von Stufe III, welche die 2-zählige Achse auf derselben Seite schneiden, zwei bipolare Anordnungen entsprechen, die man erhält, indem man die eine der gleichen Flächen nach Stufe III ersetzt, entweder durch ihre parallele Gegenfläche (Stufe IV), oder durch die an einer zur Achse senkrecht liegenden Ebene gespiegelte Fläche (Stufe II). Indem er dieses „Gesetz der Bipolarität" auf die Stufen I und IV des tetragonalen und des hexagonalen Systems anwendet, erhält er die 4 noch fehlenden Symmetrieklassen Ia und IVa.

Das „Gesetz der Bipolarität" ist offenbar nur ein anderer Ausdruck für die zusammengesetzten Symmetrieelemente: Inversionsachse und Spiegelachse. In der oben aufgestellten Tabelle der 32 Symmetrieklassen sind die betreffenden Klassen in Stufe Ia charakerisiert durch die 4- und 6-zählige Inversionsachse, zu der in Stufe IVa noch vertikale Spiegelebenen in der erforderlichen Zahl hinzutreten. Im tetragonalen System können auch 4-zählige Spiegelachsen verwendet werden. Im hexagonalen System müßte man die 3-zähligen Spiegelachsen heranziehen, deren Zähligkeit nicht gut ins hexagonale System paßt.

Hierauf hat Harald Hilton (Mineralogical Magazine 1907, Bd. XIV) die Forderung begründet, statt der Spiegelachsen die Inversionsachsen zur Charakterisierung der Symmetrieklassen zu benutzen und Wyckoff ist ihm hierin gefolgt. Da Spiegelachsen und Inversionsachsen einander völlig gleichwertig gegenüberstehen, ist in der Tat nicht einzusehen, warum man nicht die Inversionsachsen gebrauchen sollte, wenn sie eine einfachere, übersichtlichere und dem Gedächtnis besser entgegenkommende Charakterisierung der Symmetrieklassen zulassen. Aus diesem Grunde wurde in den oben aufgestellten Tabellen den Jn vor den Sn der Vorzug gegeben.

Die Systematik Tschermak's hat wesentliche Vorzüge vor jener, welche auf Fedorow zurückgeht (Zeitschr. f. Krist. 1892, Bd. 20) und in der Modifikation, welche ihr Paul Groth in der 3. Auflage der Physikalischen Kristallographie (1895) gegeben hat, in der deutschen kristallographischen Literatur weite Verbreitung gefunden hat.

Abgesehen von der Reihenfolge der Klassen innerhalb der Systeme ist diese gekennzeichnet durch die Zuteilung der trigonal-dipyramidalen und der ditrigonal-dipyramidalen Klasse zum trigonalen System. Diese Zuteilung ist äußerlich plausibel wegen der 3-Zähligkeit der Hauptachse, ist aber innerlich aus folgenden Gründen nicht zu rechtfertigen:

1. In dem trigonalen System mit 7 Klassen gäbe es keine holoedrische Klasse. Weder die Calcitklasse noch die Benitoitklasse enthält in ihrem Symmetrieschema die Symmetrieelemente aller 6 anderen Klassen als Untergruppen.

2. Die beiden fraglichen Klassen lassen sich nur auf das hexagonale Prisma mit Endfläche als Fundamentalform beziehen, während die 5 übrigen Klassen auch die Beziehung auf das Rhomboeder gestatten.

3. Die durchgreifende Analogie zwischen dem tetragonalen und dem hexagonalen System geht verloren. Bei Zuteilung der fraglichen Klassen zum hexagonalen System hat jedes der beiden Systeme 2 Klassen mit auf die Hälfte reduzierter Zähligkeit der Hauptachse und diese, sowie die übrigen 5 Klassen entsprechen einander Zug für Zug.

4. In bezug auf Spaltbarkeit, auf die Oberflächen der Dehnungs- und der Torsionselastizität, sowie in betreff der Symmetrie der LAUE'schen Interferenzmuster bei der Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen verhalten sich die zwei fraglichen Klassen wie hexagonale Kristalle, während die übrigen 5 trigonalen Klassen ein anderes Verhalten zeigen. (Vgl. BECKENKAMP Zeitschr. f. Physik 1926, Bd. 40, H. 3/4.)

5. Auch die Strukturtheorie der Kristalle spricht für die Vereinigung der beiden fraglichen Klassen mit dem hexagonalen System. Uuter den 230 Raumgruppen, welche SCHOENFLIES aufgestellt hat, entfällt eine auf die trigonal-dipyramidale Klasse, vier auf die ditrigonal-bipyramidale Klasse. Alle enthalten die Translationsgruppe Γ_h, das heißt, die entsprechenden Strukturen sind aufgebaut aus ineinandergestellten BRAVAIS'schen Raumgittern von der Art des hexagonalen Prismas. Dasselbe gilt von den 22 Raumgruppen, die den übrigen 5 Symmetrieklassen des hexagonalen Systems zufallen. Auch sie enthalten als Translationsgruppe ausschließlich Γ_h, das BRAVAIS'sche Raumgitter des hexagonalen Prismas. Dagegen sind den 5 Symmetrieklassen des trigonalen (rhomboedrischen) Systems Translationsgruppen zugeordnet, welche teils Γ_h, teils Γ_{rh} entsprechen, also sich zum Teil aus hexagonal-prismatischen, teils aus rhomboedrischen BRAVAIS-Gittern aufbauen. Diese Verhältnisse sind schon von dem Erforscher der 230 Raumgruppen, A. SCHOENFLIES, klar ausgesprochen worden.

Der Systematik mit 5 Klassen im trigonalen, 7 Klassen im hexagonalen System hat sich unter den Kristallphysikern W. VOIGT angeschlossen (Lehrbuch der Kristallphysik 1910, S. 97). Desgleichen A. K. BOLDIREW (Zeitschr. f. Krist. 1925, Bd. 62, S. 145) und AUSTIN F. ROGERS (Proc. of the American Academy of Arts and Sciences, Bd. 61, Nr. 7, June 1926, S. 161). F. RINNE hat sich als erster für die TSCHERMAK'schen „Stufen", die er Urformen nennt, ausgesprochen und auf der Versammlung der D. M. G. in Duisburg 1926 die Einreihung der beiden fraglichen Klassen in das hexagonale System befürwortet. In seinen letzten Veröffentlichungen seit 1926 hat auch J. BECKENKAMP die gleiche Gruppierung, wenngleich mit einigen Abweichungen in der Reihenfolge der Klassen innerhalb der Systeme angenommen (Zeitschr. f. Physik 1926, Bd. 40, H. 3/4, S. 237).

Benennung und Bezeichnung. Wenn die Frage der Systematik der 32 Kristallklassen nach dem Vorangegangenen als ziemlich gelöst angesehen werden kann, so scheint die Frage nach der Benennung und Bezeichnung noch wenig geklärt. Die Groth'schen Namen sollen aufrecht erhalten bleiben. Aber zur Abkürzung und Symbolisierung sind sie nicht geeignet. Die zweifache Mannigfaltigkeit der systematischen Tabelle legt eine zweiteilige Benennung und Bezeichnung nahe, der eine Bezeichnung bestehend aus zwei Zeichen entsprechen sollte, ein Name und ein Zeichen für das Kristallsystem, ein Name und ein Zeichen für die Stufe (Urform). Dabei sollte man sich möglichst an den bestehenden Gebrauch anschließen, der als historisch Gewordenes eine Daseinsberechtigung hat. Ich bin daher nicht der Meinung, daß die von Beckenkamp vorgeschlagene ganz neue Nomenklatur angenommen werden sollte. Die Tschermak'schen Stufenbenennungen kann ich auch nicht durchwegs empfehlen. Polar für die erste Stufe möchte hingehen. Diedrisch für die zweite ist nicht zu gebrauchen, weil Diedrisch von Schoenflies in ganz anderem Sinn gebraucht wurde. Hemitrop für die Stufe III wäre nicht übel, gibt aber keine eindeutige Abkürzung. Das „h" kommt auch in hexagonal und holoedrisch vor. Sympolar scheint mir sehr bezeichnend und ist mit „s" gut abzukürzen. Allomer und Dimer scheinen mir wenig bezeichnend für die Stufen I a und IV a.

Rinne hat vorgeschlagen die Groth'schen Namen der fünf „Urformen": pedial, pinakoidal, sphenoidisch, domatisch, prismatisch als Gruppenbenennung mit den Namen der Systeme zu verbinden. Abgesehen von der Schwierigkeit der Abkürzung (drei von den Namen beginnen mit P) habe ich Bedenken Namen, die als Benennung von Symmetrieklassen eine ganz bestimmte Bedeutung haben, nunmehr als Gruppennamen einzuführen.

Ich lege der Kommission folgenden Vorschlag zur Erwägung vor:

Namen der Kristallsysteme.

1.	Triklin	Zeichen	T
2.	Monoklin	„	M
3.	Rhombisch (Orthorhombisch)	„	O
4.	Trigonal (Rhomboedrisch)	„	R
5.	Tetragonal (Quadratisch)	„	Q
6.	Hexagonal	„	H
7.	Tesseral (Kubisch)		K

Namen der Stufen.

Stufe	I	Polar	Zeichen	p	(kann wegbleiben)
„	II	Zentrisch	„	c	
„	III	Axial		a	
	IV	Sympolar		s	
	V	Holoedrisch		h	
	I a	Inversionsaxial		i	
	IV a	Inversionsaxial-symmetrisch		is	

Übersicht der Polyeder mit einer Inversionsachse.

	Kronrandige Doppelpyramiden gradzählige I $J\,4\,q = S\,4\,q\,(A\,2\,q)$ (fehlt bei BRAVAIS	Kronrandige Doppelpyramiden ungradzählige II $J\,(2\,q+1) = S\,2\,(2\,q+1)$ $= A\,(2\,q+1) + C$ BRAVAIS: Cl·11	Ebenrandige Doppelpyramiden ungradzählige III $J\,2\,(2\,q+1) = S\,(2\,q+1)$ $= A\,(2\,q+1) + S$ BRAVAIS: Cl·12
J 1	—	J 1 = S 2 = C	—
J 2	—	—	J 2 = S 1 = S
J 3	—	J 3 = S 6	—
J 4	J 4 = S 4	—	—
J 5	—	J 5 = S 10	—
J 6	—	—	J 6 = S 3
J 7	—	J 7 = S 14	—
J 8	J 8 = S 8	—	—
J 9	—	J 9 = S 18	—
J 10	—	—	J 10 = S 5
J 11	—	J 11 = S 22	—
J 12	J 12 = S 12	—	—
J 13	—	J 13 = S 26	—
J 14	—	—	J 14 = S 7
J 15	—	J 15 = S 30	—
J 16	J 16 = S 16	—	—
J 17	—	J 17 = S 34	—
J 18	—	—	J 18 = S 9
J 19	—	J 19 = S 38	—
J 20	J 20 = S 20	—	—

Übersicht der Polyeder mit einer Spiegelachse.

	Kronrandige Doppelpyramiden gradzählige I $S\,4\,q = J\,4\,q\,(A\,2\,q)$ (fehlt bei BRAVAIS)	Kronrandige Doppelpyramiden ungradzählige II $S\,2\,(2\,q+1) = J\,(2\,q+1)$ $= A\,(2\,q+1) + C$ BRAVAIS: Cl·11	Ebenrandige Doppelpyramiden ungradzählige III $S\,(2\,q+1) = J\,2\,(2\,q+1)$ $= A\,(2\,q+1) + S$ BRAVAIS: Cl·12
S 1	—	—	S 1 = J 2 = S
S 2	—	S 2 = J 1 = C	—
S 3	—	—	S 3 = J 6
S 4	S 4 = J 4	—	—
S 5	—	—	S 5 = J 10
S 6	—	S 6 = J 3	—
S 7	—	—	S 7 = J 14
S 8	S 8 = J 8	—	—
S 9	—	—	S 9 = J 18
S 10	—	S 10 = J 5	—
S 11	—	—	S 11 = J 22
S 12	S 12 = J 12	—	—
S 13	—	—	S 13 = J 26
S 14	—	S 14 = J 7	—
S 15	—	—	S 15 = J 30
S 16	S 16 = J 16	—	—
S 17	—	—	S 17 = J 34
S 18	—	S 18 = J 9	—
S 19	—	—	S 19 = J 38
S 20	S 20 = J 20	—	—

Die Tabelle der 32 Symmetrieklassen der Kristalle würde dann folgende Gestalt annehmen:

Stufen	I polar	II zentrisch	III axial	IV sympolar	V holoedrisch	I a inversionsaxial	IV a inversionsaxialsymm.	Bau
Triklin	T	Tc	Ma	Ms	Mh	Monoklin		einfach
Rhombisch	—	—	Oa	Os	Oh	—	—	
Trigonal	R	Rc	Ra	Rs	Rh	—	—	
Tetragonal	Q	Qc	Qa	Qs	Qh	Qi	Qis	wirtelig
Hexagonal	H	Hc	Ha	Hs	Hh	Hi	His	
Tesseral	K	Kc	Ka	Ks	Kh	– –	—	regulär
	enantiom.-polare Achsen	zentrisch	enantiom.	polare Achsen	zentrisch			