

F. Becke, Wien: Systematik der 32 Symmetrieklassen der Kristalle.

Veranlassung zu dem Vortrag bot ein Bericht von L. J. Spencer im *Mineral Magazine*, Juni 1925: „International agreement in mineralogical and crystallographical nomenclature“. Hier beklagt der Autor mit Recht den Mangel an Übereinstimmung in der Benennung und Bezeichnung der 32 Symmetrieklassen der Kristalle. In der Tat herrscht nicht einmal in der deutschen Literatur Übereinstimmung. Eine systematische Tabelle geht auf Fedorow zurück, wurde durch Groth in der 3. Auflage der *Physikalischen Kristallographie* 1895 aufgenommen und stark verbreitet. Eine zweite Tabelle erscheint in Schoenflies' Buch: *Kristallsysteme und Kristallstruktur* 1891, S. 255, als eine dem Bedürfnis der Mineralogen entgegenkommende Systematik neben der streng mathematischen Ableitung. Diese Gruppierung wurde u. a. von Voigt im Lehrbuch der *Kristallphysik* 1910 benützt, auch Hilton und Wyckoff sind ihr zum Teil gefolgt. Eine nur wenig abweichende findet sich bereits bei Minnigerode 1884 und Liebisch. Die beiden Tabellen unterscheiden sich hauptsächlich in der Einreihung der beiden Klassen: Trigonal-bipyramidal (ohne Vertreter) und Ditrigonal-bipyramidal (Benitoit), welche von Fedorow-Groth in das trigonale System eingereiht werden, während Schoenflies-Voigt sie ins Hexagonale stellen.

Aus guten pädagogischen Gründen hat G. Tschermak (*Mineralogie* 6. Aufl. 1904) diese letztere Systematik aufgenommen und in ansprechender Weise durchgebildet. Er stellt fünf einfachste Stufen der Symmetrie auf, welche I. dem Mangel jeder Symmetrie, II. dem Symmetriezentrum, III. der zweizähligen Deckachse, IV. der Spiegelebene, V. der Kombination von II, III, IV entsprechen. So erhält man fünf Klassen, I und II dem triklinen, III—V dem monoklinen System zugehörig. Durch Kombination dieser 5 einfachsten Fälle mit einer vertikalen 2-, 3-, 4- und 6zähligen Deckachse erhält man 3 Klassen des rhombischen, je 5 Klassen des trigonalen, tetragonalen und hexagonalen Systems. Den 5 Klassen des trigonalen Systems entsprechen die 5 Klassen des Tesserale Systems, wenn man die dreizählige Achse viermal wiederholt in die Körperdiagonalen des Würfels legt.

Es bleiben dann noch die 4 Klassen: tetragonal sphenoidisch und skalenoedrisch, trigonal und ditrigonal bipyramidal übrig, welche leicht mit den Stufen tetragonal I und IV, hexagonal I und IV in Beziehung gebracht werden können, indem man von den monopolar angeordneten Flächen der Stufen I und IV je die Hälfte durch die parallelen Gegenflächen ersetzt. Diese Klassen können aber auch charakterisiert werden durch 4- und 6zählige Inversionsachsen

ohne weitere Symmetrie, oder mit vertikalen Spiegelebenen in der Zahl 2 und 3 kombiniert.

Durch die durchgreifende Gliederung in 5 bzw. 7 Vertikalreihen entsprechend den einfachsten Symmetriestufen und in 6 Horizontalreihen, entsprechend den 7 Kristallsystemen, entsteht eine sehr übersichtliche, leicht einprägbare zweidimensionale Anordnung, welche die wichtigsten (wenn auch nicht alle) Analogien der 32 Kristallklassen zur Anschauung bringt, was der Vortragende an Hand ausgehängter Tabellen des näheren ausführte.

Sie bringt auch die beiden trigonotypen Klassen in die einzig richtige Position, ins hexagonale System, wohin sie gehören nach der allein möglichen Fundamentalform: hexagonales Prisma mit Endfläche, nach Spaltbarkeit, Elastizität, Symmetrie der Laueschen Interferenzmuster. Dagegen lassen die 5 Klassen des trigonalen, besser rhomboedrischen Systems als Fundamentalform auch das Rhomboeder zu, zeigen in Bezug auf Spaltbarkeit, Elastizität und Lauebilder untereinander die innigsten Beziehungen. Auch bei tieferem Eingehen in die mögliche Kristallstruktur zeigen die beiden trigonotypen Klassen ihre Zugehörigkeit zum hexagonalen System.

Diskussion: Niggli, Johnsen, Valeton, Schneiderhöhn, Christa.

F. Rinne: Nach meinen Erfahrungen ist keine Systematik der 32 Kristallklassen für die Einführung in die Kristallformenlehre so geeignet, wie die Gruppierung der Klassen nach steigender Symmetrie auf Grund ihrer Ableitung aus den 5 Urformen Pedion, Pinakoid, Sphenoid, Doma, Prisma, sowie deren 2-, 3-, 4-, 6zähliger, sowie oktantenweise (naturgemäß 3zähliger) Wiederholung in gyrischem (einfachem) und gyroidischem (Drehspiegelungs-)Rhythmus. Bezeichnet man zwecks Abkürzung die 5 Urformen mit p , pi , s , d , m und kennzeichnet man den Rhythmus durch die Zahlen 2, 3, 4, 6 bzw. (im Drehspiegelungsfall) durch $\underline{4}$ (gesprochen 4 Strich) und $\underline{2.3}$ (zweimal drei Strich), so ergibt sich das folgende, besonders einfache Schema¹⁾.

Bei Verwendung der beim kristallographischen Unterricht unentbehrlichen stereographischen Projektion stellt nebenseitiges Schema erfahrungsgemäß eine außerordentlich leicht faßliche Methode dar.

Was die Bezeichnung zunächst der Kristallsysteme anlangt, so erscheint mir die völlige Durchführung des Gebrauches der ja schon fast völlig eingebürgerten Benennungen Triklin, Monoklin, Rhombisch, Trigonal, Tetragonal, Hexagonal, Regulär das Gegebene. Hinsichtlich der Untergruppen sind nach meinem Dafürhalten Umstände hinsichtlich der zur Kennzeichnung zu verwendenden Ausdrücke gleich bedeutsam *a*) die Charakterisierung der Herleitungsweise, *b*) das allgemeine Formenergebnis dieser Herleitung. In ersterer Hinsicht gibt das obige Schema bereits das Nötige in der gewählten Abkürzungsform, wie z. B. in der Reihe $3p$, $3pi$, $3s$, $3d$, $3m$, in Worten:

¹⁾ A. Die Leerstellen erklären sich durch bereits vollzogene Ergebnisse, so ist $2p = s$ und $2pi = m$. Entsprechendes gilt für die gyroidischen Rhythmen. — B. In der hexagonalen Reihe bedeutet $\underline{2.3}$, daß der gyroidische Rhythmus doppelten Umlauf mit sich bringt. Diese $\underline{2.3} = 6$ -Fältigkeit spricht für Unterbringung von $\underline{2.3p}$ und $\underline{2.3d}$ im hexagonalen System.

Plan der 32 Kristallklassen.

Baustufen	I. Gyrische Herleitung					II. Gyroidische Herleitung	
	1. Pediale Stufe	2. Pinakoidale Stufe	3. Sphenoidische Stufe	4. Domatische Stufe	5. Prismatische Stufe	1 ^a Pediale Stufe	3 ^a Sphenoidische Stufe
Urformen							
Triklines und monoklines System	p	pi	s	d	m		
Zweizähliger Rhythmus der Urformen							
Rhombisches System . . .			2s	2d	2m		
Dreizähliger Rhythmus der Urformen							
Trigonales System	3p	3pi	3s	3d	3m		
Vierzähliger Rhythmus der Urformen							
Tetragonales System . .	4p	4pi	4s	4d	4m	<u>4p</u>	<u>4d</u>
Sechszählig. Rhythmus der Urformen							
Hexagonales System . . .	6p	6pi	6s	6d	6m	<u>2.3p</u>	<u>2.3d</u>
Oktantenweise dreizähliger Rhythmus der Urformen							
Reguläres System	rp	rpi	rs	rd	rm		

- 3p = trigyrisch pediale Klasse,
- 3pi = trigyrisch pinakoidale Klasse,
- 3s = trigyrisch sphenoidische Klasse,
- 3d = trigyrisch domatische Klasse,
- 3m = trigyrisch prismatische Klasse.

Entsprechend würde es bei den sonstigen nicht regulären Klassen sein, bei letzteren wären die einschlägigen einfachen Kennzeichnungen der Herleitung folgende: rp = regulär pediale Klasse, rpi = regulär pinakoidale Klasse usw.

Die erzeugenden Symmetrieverhältnisse werden dabei unmittelbar klar; der gewonnene volle Symmetriehalt — z. B. das Hinzutreten einer horizontalen

Symmetrieebene bei der Klasse $6pi$ zu der erzeugenden Symmetrie (Symmetriezentrum und Hexagyre) — wird (bei Betrachtung der zugehörigen stereographischen Projektion) ohne weiteres ersichtlich.

Hinsichtlich der Klassenkennzeichnung auf Grund des Formenergebnisses liefert der allgemeine Fall den zweckmäßigen Anhalt, wie z. B. im trigonalen System $3p$ = trigonalpyramidale Klasse, $3pi$ = trigonalbipyramidale Klasse usw.

Ein Nutzen der Heraushebung des allgemeinen Falles liegt im übrigen darin, daß es auch für den Anfänger unter Benutzung der 7 charakteristischen Lagen im Urbauteil, also des entsprechenden sphärischen Dreiecks in der stereographischen Projektion, ein leichtes ist, aus dem 7., allgemeinen Fall durch Wandernlassen der figurativen Punkte in die sechs sonstigen Lagen (in die Ecken und auf die Seiten des sphärischen Dreiecks) gemäß der herrschenden vollen Symmetrie die speziellen Formen der Kristallklasse abzuleiten.

Ich gestatte mir den Antrag zu stellen, eine vom Vorstand unserer Gesellschaft einzusetzende Kommission damit zu beauftragen, die Angelegenheit der kristallographischen Bezeichnungen zu beraten und über das Ergebnis auf der nächsten Versammlung der D. M. G. zu berichten. Das Ziel wäre dabei zunächst, in den deutsch geschriebenen Lehrbüchern und Abhandlungen eine Einheitlichkeit zu erzielen.
