Geometrische Kristallmorphologie auf projektiver Grundlage

Zur Komplementarität von Morphologie und Strukturtheorie

Renatus Ziegler

Summary

Crystals fascinate us with their clear shapes and with their sensual attributes such as color, luster, hardness, etc. and by their variety of substances. Each of these aspects corresponds to a field of study within scientific crystallography: crystal morphology studies possible and actual shapes, crystal physics their physical attributes, and crystal chemistry studies the elements they are composed of and their influence on color, shape, etc..

Conventional crystallography «explains» most of the phenomena by the way in which small particles join to form lattice-like structures. How does this relate to Rudolf Steiner's emphasis on the role of cosmic/spiritual configurations of forces in the forming of crystals?

Crystal morphology and physics study attributes which correspond to singular directions within the crystals: flat crystal surfaces are situated at well-proportioned angles to each other (law of the constancy of interfacial angles); the level of hardness and the optical attributes (in double refraction, for example) are not the same for all directions, etc. This means that the study of the *inside* of crystals leads to qualities that are connected to the outer shape but point far *beyond* its finite limits. Each crystal has a *bundle of singular directions* which span all of space. Suitable, idealized crystal shapes prove to be symmetrical, that is, they can be brought into self-coincidence by rotating them about axes with 60, 90, 120 or 180 degrees. They can also often be mirrored on the planes which join two axes.

Conventional crystallography interprets these directions as a consequence of the lattice-structure. The building blocks of these lattices are atoms, ions or molecules. This concept enables crystallographers to develop a subtle picture of how the macroscopic attributes relate to the micro-structure. However, for these studies to be precisely (mathematically) applied, one must assume that the various crystal lattices are infinitely large – that they span the whole of space. As a consequence of this, it appears that only one aspect of crystal formation is grasped by the infinite lattice. Its *other*, necessarily complementary aspect needs to be sought in projectively enhanced morphology. The latter enables one to think the idea of a formative force which spans the whole of space to its logical conclusion. In addition, it will be shown that projective concepts may be relevant for the interpretation of X-ray diagrams of crystals.

In this sense, the two main ways of studying crystals – structure theory and morphology – prove to be complementary. Structure theory expresses variations of substance and local principles, whereas morphology expresses forming and global principles. The two fields thus form a solid fundament for crystallography and mineralogy permeated by an anthroposophic approach.

1 Einführung

Viele Menschen erleben beim Anblick regelmäßig gebildeter Kristalle eine innere Freude, eine stille Verehrung gegenüber diesen wunderbaren regelmäßigen Formen.

Bald einmal stellt sich die Frage nach der Natur, nach den diesen Formen und ihren Eigenschaften zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten.

Hier wird man von Mineralogen und Kristallographen in Lehrbüchern, populären Darstellungen sowie bei Ausstellungen in Museen meist auf die Gitterstruktur der kristallinen Materie verwiesen, die aller Erscheinungsvielfalt zugrunde liegen soll. Dabei kann sich eine gewisse Enttäuschung einstellen, da man das innere Erlebnis mit diesen Gitterstrukturen nicht so ohne weiteres zusammenbringen kann.

In diesem Aufsatz soll darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Annahme einer Gitterstruktur eines Kristalls nur *einen* Aspekt der Natur desselben zum Ausdruck bringt und demzufolge in einen umfassenderen Zusammenhang eingebettet werden kann und muß.

Phänomenologische und experimentelle Untersuchungen von Kristallen führen zum Ergebnis, daß die meisten ihrer physikalischen und geometrischen Eigenschaften von ganz bestimmten, dem einzelnen Kristall immanenten Raumrichtungen abhängig sind. So ist etwa die Ritzhärte und das Auftreten von ebenen Bruchflächen nicht in allen Richtungen gleich, sie hat in verschiedenen Richtungen Maxima und Minima, gibt also die Grundlage ab für eine erste (innere) Orientierung des Kristallkörpers. Ähnliche Eigenschaften zeigen die thermische Ausdehnung, die elektrische Leitfähigkeit, die Piezoelektrizität, die elastischen Schwingungen sowie bei nicht kubisch kristallisierenden Mineralien auch die Lichtbrechung und die Polarisationserscheinungen.

Dabei gilt das sogenannte Neumannsche Prinzip: Die Symmetrien der physikalischen Eigenschaften eines Kristalls enthalten mindestens die geometrischen Symmetrien des entsprechenden Kristallpolyeders. Dies bedeutet, daß eine geometrische Untersuchung der Formen und Symmetrien eines Kristallkörpers im Rahmen der geometrischen Kristallmorphologie zu den allen Symmetrien spezieller physikalischer Eigenschaften zugrunde liegenden übergeordneten Symmetrien führt. Nun sind Symmetrien (insbesondere in ihrer Darstellung vermöge Symmetrieachsen und -ebenen) naturgemäß Eigenschaften, die zwar an einem speziellen, endlichen Kristallpolyeder entdeckt und festgestellt werden können, aber über diesen einzelnen Körper sowie seine Begrenzungen hinausweisen: Denn einerseits kommen verschiedenen Kristallkörpern dieselben Symmetrien zu und andererseits weisen die Symmetrieachsen und -ebenen über den endlichen Kristallkörper hinaus auf den ganzen umgebenden Raum. Daraus ergibt sich die Denkmöglichkeit, Kristalle nicht nur lokal-additiv zu verstehen, als Strukturen, welche allein durch Wechselwirkung von elementaren Teilchen zustande kommen. Kristalle können dann auch als ganzheitlich bestimmte Formen aufgefaßt werden, die aufgrund nicht lokaler Bildeprinzipien entstehen, denen, geometrisch gesehen, den ganzen Raum umfassende Konfigurationen entsprechen.

Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich unter anderem um eine Fallstudie zur prinzipiellen Frage, wie eine anthroposophisch-geisteswissenschaftiche Erweiterung von traditionellen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen durchgeführt werden kann. Anhand der Kristallographie wird gezeigt, wie Kristallphysiker «aus einem richtigen Erkenntnisinstinkt» (*Steiner* (1918), S. 131) heraus die innere, sachlich bedingte Notwendigkeit gesehen haben für eine das Fundament der wissenschaftlichen Kristallographie betreffende Annahme, die zugleich ein Tor für die Erweiterung in die