Zeitschrift: Neue Schweizer Rundschau
Herausgeber: Neue Helvetische Gesellschaft
Band: 5 (1937-1938)
Heft: 10

Artikel: Naturerkenntnis und Naturgestaltung
Autor: Niggli, Paul
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-759018

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Naturerkenntnis und Naturgestaltung

(Morphologisch-tektonische Naturwissenschaft)

Von Paul Niggli

I. Naturbeschreibung ist Neugestaltung

Vor 300 Jahren, am 1. Januar 1638, wurde in Kopenhagen Niels Stensen (Nikolaus Steno) geboren, dessen 1669 in Florenz erschienene Schrift „De solido intra solidum naturaliter contento" (dissertationis prodromus) für Kristallographie und Geologie grundlegend ist. 1719, ein halbes Jahrhundert nach diesem Geburtsjahr zweier Wissenschaften, erfolgte für die eine, die „Crystallographia", ihre offizielle Einführung und Charakterisierung durch den Luzerner Arzt Moritz Anton Cappeller. Sein kurz darauf, 1723 erschienenes weltberühmtes Hauptwerk „Prodromus Crystallographiae, de Crystallis improprie sic dictis commentarium" ist dem Zürcher Johann Jakob Scheuchzer, dem „Plinio helvetico" „Gesnero redivivo" gewidmet. Weshalb sind diese beiden Männer, der Däne und der Schweizer, zu Begründern einer Wissenschaft geworden, die heute als „das glänzendste Beispiel eines exakten morphologischen Systemes" gilt (H. Weyl in „Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft, 1927)?

Kristalle sind selbstverständlich von den ältesten Kulturvölkern verwendet, beschrieben und klassifiziert worden; die Bauernsippe, die sich in der Bronzezeit, mehr als tausend Jahre vor Christi Geburt, im hintersten Teil des Lugnetzertales, in der Gegend von Vrin ansiedelte, suchte aus vielen Kristallfunden mit grossem Geschick die schönsten, prismatisch-pyramidalen Bergkristalle aus, um sie ihrer besondern Eigenschaften halber als Handwerkszeug zu benutzen.

Allein es ist nicht so, dass beschreibende Naturwissenschaft durch blosse Registrierung des Beobachteten entsteht, dass es genügt, in der Darstellung wahr zu sein. Wie der Künstler darf man sich der Natur nicht passiv hingeben, man muss das, was sich dem Auge darbietet, in seinen ureigensten Besitz bringen, neu gestalten, denn um mit Konrad Fiedler zu sprechen: „Die Kunst ist so gut Forschung wie die Wissenschaft, und die

Wissenschaft ist so gut Gestaltung wie die Kunst." Der Naturwissenschafter drückt dies so aus: Damit „Erklären" irgend welcher Art weiterführt als blosses registrierendes Beschreiben, ist es notwendig, Wesentliches von Unwesentlichem zu unterscheiden. Das ist weder eine Definition noch ein Rezept für wissenschaftliche Forschung, die Abwälzung der Problematik auf den Begriff des Wesentlichen ist zu offensichtlich. Und doch ist es mehr als eine blosse Phrase. Es umreisst Wesen und Ziel der Naturwissenschaften weit besser als die Sätze, in denen die völlige Entpersönlichung, das Suchen nach Wahrheit, die Objektivität, die ungeschminkte Darstellung der Dinge ausser uns in den Vordergrund gestellt werden. Dass keine menschliche Tätigkeit uns bewegen darf, der ein innerer Wahrheitsgehalt fehlt, sollte ja selbstverständlich sein.

Gehört es zu den Grundaufgaben der Naturwissenschaften, Wesentliches von Unwesentlichem zu unterscheiden, so ist eine Wertbestimmung durch den einzelnen Forscher und die Forschung als Ganzes richtunggebend, treten Intuition, Erlebnis und Erkenntnis des Wesentlichen in den Vordergrund, wird das naturwissenschaftliche Gebäude zum mit besonderen Massstäben zu messenden Werk, das aus dem Chaos der Sinneseindrücke und Gedankenassoziationen frei gestaltet wird. Gerade (aber natürlich nicht nur) für die sogenannte beschreibende Naturwissenschaft gilt, dass sie nur Wissenschaft ist, wenn sie mit königlicher Souveränität, innerhalb der ihr gegebenen Freiheiten, gliedert, gestaltet, hervorhebt und mit wohlerwogenen Gründen auf die Seite schiebt, damit sich frei von Arabesken eine Grunderkenntnis entschleiert. Der Mineraloge und Geologe, der die Freude hat, aufmerksame Jünger auf Exkursionen zu führen, wird sich immer wieder bewusst, wie das Auge des Laien ganz anders sieht, nicht erkennt, weil für die Hauptfrage Nebensächliches genau so — wenn nicht höher — bewertet wird als das, was dem wissenschaftlichen Erleben und Verstehen Schönheit und Harmonie verleiht. Dadurch wird ihm stets von Neuem bewusst, wie die Naturwissenschaft wertet und einen neuen Schöpfungsakt vollzieht.

Ich kann mir nicht versagen, auch wenn dieser erste Exkurs dadurch ungebührlich lange wird, aus Spittelers Olympischem

Frühling eine Stelle zu zitieren, die ich in gewiss etwas willkürlicher Interpretation als das „Hohe Lied des Petrologen und Geologen" bezeichnen möchte. Es handelt von Zeus:

„Allein des Nachts im Schlafe führt ein stolzer Traum
Den König ins Gebirge. Zacken hoch und hehr
Verschlossen rings das Tal, und neben ihm einher
Bewegte sich von Säulen ein lebendiger Gang.
„Herbei!" befahl er. Links und rechts dem Weg entlang
Entwimmelten die Blöcke aus dem Felsenbruch.
„Auf!" Und sie türmten sich nach seinem Willensspruch.
Kaum aber, dass er drohend mit den Brauen nickte,
Erbebte rundum das Gebirge, schwankte, knickte
Und sank in sich zusammen. Aber langsam, schau,
Stieg es verjüngt empor, geformt, gefügt zum Bau.
Nicht eine Wildnis mehr: es hatte Herz und Seele,
Und dichtend schritt der Geist durch die erhabnen Säle."

Doch das Gefühl königlicher Macht ist von flüchtiger Dauer; jede Synthese ist ein Stückwerk, und es muss das Vorrecht des wirklich freien Menschen sein, der sterilen Selbstzufriedenheit zu entsagen, an sich und seiner Tat zweifeln zu dürfen. Auch ist der Weg, der von der Intuition zur wissenschaftlich fundierten Darstellung führt, ein noch längerer als der vom Erlebnis zum Kunstwerk, und keinem Gedanken, keiner Beobachtung ist es in der Geburtsstunde beigeschrieben, ob es sich um einen wesentlichen oder unwesentlichen Beitrag zum naturwissenschaftlichen Weltbild handle.

II. Die Kristallkunde als Beispiel eines morphologischen Systemes

So sieht die Wirklichkeit prosaischer aus und auch Steno konnte sich der Tragweite seiner Entdeckung nicht voll bewusst sein. Nachdem Farbe, qualitative Form, äussere augenfällige Symmetrie, grobe, durch das Tastgefühl bestimmbare Eigenschaften erfolglos zur Charakterisierung und Abgrenzung der Mineralien verwendet worden waren, hat er eine den früheren Beobachtungen entgangene oder ganz nebensächlich erscheinende, in der Erscheinungen Flucht jedoch, wie er fand, beharrende Eigenschaft herausgegriffen: die Winkelgrössen zwi-

schen den Begrenzungsflächen. Gewiss nicht etwa zufällig, sondern, wie seine Darstellung zeigt, aus tiefster Ueberzeugung, dass auf diese Weise, d. h. messend, von der exakt morphologischen Seite her, Kristalle erkannt werden müssen.

Es war eine weit über die Erfahrung hinausgehende und — wie wir heute wissen — in extremer Fassung falsche bezw. nur als Idealtypus zu bewertende Interpolation, das Gesetz der Winkelkonstanz aufzustellen, und doch war dadurch der Zugang zu den Grundgesetzen der wichtigsten anorganischen Körperklasse, der Kristalle, frei gemacht. Indem Steno und Cappeller die Behauptung aufstellten, dass trotz ganz verschiedener äusserlicher Ausbildungsweise (z. B. stengelig, tafelig, kugelig) und verschiedener relativer Flächengrösse, die Winkel zwischen den natürlichen Begrenzungselementen einer Kristallart gleiche seien, sind sie zu einer Erkenntnis vorgedrungen, die neue umfassendere Erkenntnisse im Gefolge hatte und daher wesentlich war. Bereits Steno, der als erster den Gegensatz zwischen Wachstum der Lebewesen und der Kristalle scharf formulierte, schloss aus der Gesetzmässigkeit der Lage der Wachstumsflächen zueinander, dass schon dem Kristallkeim ein Formbestreben innewohnen muss. Im wesentlichen beschränkte er sich auf die Beschreibung des Bergkristalls, und erst Cappeller dehnte die Untersuchung auf eine grosse Zahl verschiedener „corpora angulata" aus. Dadurch aber war für die anorganische Welt ein Artbegriff geschaffen, der demjenigen der Biologie ähnlich war. Beiderorts der Zerfall der Beobachtungswelt in Einzelindividuen und die Möglichkeit der Ordnung dieser Individuen zu Arten gleicher Gesetzmässigkeit des Baues und der Formenentwicklung.

Im Bestreben, das So- und Nichtanderssein zu verstehen, die Mannigfaltigkeit und deren Begrenzung aus einfachsten Annahmen abzuleiten, hat — ausgehend von den genannten Erkenntnissen — die Lehre von den kristallisierten Stoffen eine charakteristische Entwicklung durchgemacht. Aus dem Umstande, dass sich beim Kristallwachstum nur senkrecht zu bestimmten, arteigenen Richtungen ebene Grenzflächen einstellten, folgte die im Prinzip für alle Eigenschaften geltende Anisotropie, d. h. eine Abhängigkeit der Eigenschaften von der Richtung. Die Entdeckung, dass zwischen diesen Flächennormalen eigen-

tümliche, durch ein Rationalitätsgesetz ausdrückbare Beziehungen bestehen, bewies, dass jeder Kristallart eine besondere Metrik innewohnt, die aus wenigen, maximal 6 Winkelgrössen ableitbar ist. Jeder Kristall besitzt ihm eigene, die Beschreibung vereinfachende Koordinatensysteme, ist eine Welt für sich. In vielen Fällen sind Transformationen möglich, die zur Invarianz führen, die mit anderen Worten Koordinatenachsen in gleichartige überführen. Es sind also Symmetrieeigenschaften vorhanden. Bald aber stellte sich heraus, dass nur eine beschränkte, in einfachem Zusammenhang stehende Mannigfaltigkeit solcher Symmetriegruppen in der Kristallwelt verwirklicht ist. Und schliesslich gelang es, aus einer einzigen, von dem Franzosen A. Bravais intuitiv erfassten, erst nach 60 Jahren durch den Deutschen M. von Laue experimentell bestätigten Annahme über den inneren Aufbau der Kristalle sowohl die Anisotropie als auch das einzig in Frage kommende Rahmenwerk für die Symmetrieeigenschaften und die jeweils möglichen Flächennormalen der Wachstumsrichtungen abzuleiten.

Wenn Sie an die vielen tausende von natürlichen und künstlichen Kristallarten mit ihren ungeheuer mannigfaltigen, lange als unübersehbare Naturspiele bezeichneten Gestalten denken und erfahren, dass eine Annahme über den raumgitterartigen Aufbau kristalliner Materie nicht nur gestattet vorauszusagen, dass jedes Individuum einer von 32 genau ableitbaren Symmetrieklassen angehören muss, sondern dass diese Hypothese auch verstehen lässt, welche gesetzmässigen Beziehungen zwischen den an sich möglichen echten Wachstumsflächen irgend einer Art zu bestehen haben, wird offensichtlich, dass es sich hiebei nicht um eine Beschreibung im landläufigen Sinne handelt. Es ist für die Charakterisierung Grundsätzliches erkannt und zu einem grandiosen Gemälde von höchster Einfachheit vereinigt worden. Abweichungen mannigfacher Art müssen hiebei übersehen bezw. Gesetzmässigkeiten zweiter Ordnung zugeteilt werden.

Allein die Wissenschaft konnte sich mit diesem Pauschalergebnis nicht zufrieden geben. Sie musste zu ergründen suchen, warum bei gegebenem Stoffbestand, im Einzelfall aus der Mannigfaltigkeit der Symmetriemöglichkeiten und der spezifischen Metrik eine und nur eine ausgezeichnet wird. Sie musste

nach den speziellen Prinzipien der Kristallstruktur Ausschau halten, und es beginnt ihr auch hier zu gelingen, Ordnung in die Fülle zu bringen.

Ist die Kristallstruktur einer Verbindung bekannt und in bezug auf die Verbandsverhältnisse der Atome analysiert worden, so ist es möglich, eine äussere Idealmorphologie aufzustellen, die das (durch die beim Wachstum wirksamen besonderen Umstände wenig modifizierbare) Abbild dieser Struktur ist. Mit andern Worten: es ist bei Kenntnis der Atomanordnung im Kristall möglich vorauszusagen, wie sich der wachsende Kristall verhalten wird, welches die seine Gestalt vorzugsweise bedingenden Flächenbegrenzungen sein werden. In grossen Zügen ist somit die Beziehung zwischen Struktur und Wachstumsform bekannt. Aber auch Auswahlregeln, die zeigen, warum aus der unendlichen Fülle denkbarer, nun bereits 230 verschiedenen Symmetriegruppen zuzuordnenden Strukturen bei gegebenem Chemismus und gegebenen physikalischen Bedingungen jeweilen eine bevorzugt ist, sind weitgehend erfassbar.

Zwei Grundprinzipien erwiesen sich als wegleitend, ein Symmetrieprinzip und ein Raumerfüllungsprinzip. Das Symmetrieprinzip sagt aus, dass, soweit es die gegenseitige Beeinflussung der Teilchen gestattet, von allen möglichen Anordnungen diejenige bevorzugt sein wird, die höchste Symmetrie besitzt. Es macht sich auch im Aufbau der organischen Körper geltend. Das Raumerfüllungsprinzip gibt an, dass infolge der Kräfteeinwirkung der Atome aufeinander ganz bestimmte, in sich nur wenig variable Teilchenabstände zu erwarten sind und eine Anordnung, die eine relativ gute Erfüllung des Raumes durch die Materie gestattet. Notwendig ist die Kenntnis der Morphologie der Bausteine, beispielsweise der Atome, wodurch sich zugleich die Kristallstrukturlehre in eine allgemeine Stereochemie eingliedert. Denn die Stereochemie ist ja stets eine morphologisch-topologische Wissenschaft gewesen, von der modernen Kristallchemie nur graduell verschieden. Der Oekonomie und Aesthetik des Denkens ist dadurch Genüge getan, „der", um wiederum ein Wort Konrad Fiedlers zu gebrauchen „Künstlern und Forschern gemeinsame Trieb, die Welt in der er sich findet, anzueignen, das enge, kümmerliche, verworrene Bewusstsein des Seins, auf das er sich

zunächst beschränkt sieht, tätig zur Klarheit und zum Reichtum zu entwickeln", hat sich auswirken können.

III. Weitere Anwendungen und Grundtatsachen der Naturgestaltung

Die moderne Mineralogie kennt ein zweites Gebiet, auf dem es gelungen ist, das So- und Nichtanderssein der gegebenen Natur durch ein morphologisches Rahmenwerk und durch Selektionsprinzipien zu überblicken. Es handelt sich um die Frage nach den natürlichen Mineralverbänden, der Art des Zusammenauftretens und der Beziehungen der Mineralien zueinander. In der Natur bilden ja die Mineralien ganz bestimmte Vergesellschaftungen. Gewisse Mineralien kommen gerne zusammen vor, andere meiden sich. Die verschiedenen Mineralarten sind die verschiedenen Körperarten, die ein Gestein oder eine Minerallagerstätte von bestimmter Entstehungsweise zusammensetzen, etwa so wie die Pflanzenarten eine charakteristische Pflanzengesellschaft bilden.

Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik, dem im Gegensatz zu anderen Sätzen der Physik ein richtungsbestimmendes, normatives Element innewohnt, stellt für Gleichgewichtsvorgänge, d. h. für an sich haltbare Systeme, Beziehungen zwischen chemischer Komplexheit und Zahl der nebeneinander beständigen verschiedenen Körperwelten, der Phasen, auf. Er gliedert die diskrete Mannigfaltigkeit fester, flüssiger und gasförmiger Aggregatzustände nach der Reaktionsfähigkeit und den Veränderungsmöglichkeiten, die der einmal vorhandenen Phasenvergesellschaftung bei Bedingungsänderungen zukommen. Ist die Zahl der chemischen Grundstoffe eines als genügend abgeschlossen zu betrachtenden Systemes oder die Zahl seiner Phasen gegeben, so lassen sich alle denkbaren Beziehungen zwischen den Bestandteilen ableiten und graphisch veranschaulichen. Es kann im Einzelfalle auf Grund weniger Beobachtungen oder Experimente die Entscheidung getroffen werden, welcher der Fälle verwirklicht ist. Dass zur Klassifikation und Systematik der Mineralvergesellschaftungen ein derartig ordnendes, vom Amerikaner W. Gibbs und den Holländern ausgebautes Prinzip ausgezeichnete Dienste leistet, ist selbstverständlich.

Sowohl in der Kristallographie als in der Phasenlehre sind die Gesetze, die einen Ueberblick der Gestaltungsmöglichkeiten

gestatten, streng mathematisch fassbar. Probleme der Geometrie, der Topologie, der Gruppentheorie, der Zahlentheorie und Algebra erhalten ihre Veranschaulichung durch die seiende Natur. Beide Fachwissenschaften sind daher, da von vornherein der landläufige Wertmasstab ausser Kurs gesetzt ist, der sich durch die Bezeichnungen exakte und beschreibende Naturwissenschaften aufdrängt, als Ausgangspunkt für eine allgemeinere Betrachtung geeignet.

Beschreibende Naturwissenschaft muss wie die Malerei unmittelbar von der anschaulichen Wahrnehmung zum anschaulichen Ausdruck übergehen, ihre Beziehung zur Natur ist eine Ausdrucksbeziehung. Sie hat mit den Mitteln des menschlichen Geistes die tektonische und morphologische Gliederung der Welt zu erkennen, auszudrücken. Die der Differential- und Integralrechnung verpflichtete Naturwissenschaft des vergangenen Jahrhunderts hat diese Betrachtungsweise oft als etwas Vorläufiges, Untergeordnetes angesehen. Mit Unrecht! Gewiss gelingt es, um ein Beispiel zu nennen, in der Lehre von den Kristallen energetisch (also von einer anderen Seite her) morphologische Gesetzmässigkeiten zu verstehen, stets jedoch unter Voraussetzung einer bestimmten uns gegebenen einmaligen Welt. Setzen wir beispielsweise voraus, es seien zahlreiche gleiche Individuen zweier Atomarten A und B gegeben, die kraft ihres Aufbaues unter gewissen Bedingungen aufeinander Kräfte ausüben, die zu einem Bauverband führen, so werden Raumgitterstruktur und möglichst hohe Symmetrie der Atomanordnung im Kristall zur Selbstverständlichkeit. Vermag ein A mehrere B um sich zu gruppieren (zu koordinieren) und festzuhalten (voll zu binden), so wird es, da kein B vor einem anderen ausgezeichnet ist, alle B möglichst gleichartig anordnen. Das bedeutet bereits Symmetriequalität. Ist die Koordinationszahl gleich der Bindungszahl, so entsteht ein in sich abgeschlossenes Gebilde, ein Molekül; ist sie grösser, so werden die B weitere A heranziehen, die sich, da sie mit den ersten A identisch sind, gleich wie jene verhalten; es kann die raumgitterartig struierte Kristallverbindung entstehen.

Aber damit ist das morphologische Problem nur auf andere gleichfalls morphologische zurückgeführt, denn wir müssen ja erstens annehmen, dass in der Natur verschiedene Teilchen-

sorten und von jeder viele gleichartige Individuen vorhanden sind, und zweitens, dass diese selbst einen bestimmten Aufbau, also auch eine bestimmte in Rechnung zu stellende Symmetrie besitzen. Zergliedern wir den Atombau weiter, so bleibt stets die die Tektonik unserer Welt bestimmende Tatsache bestehen, dass sich Gleichartiges wiederholt. Morphologisches lässt sich letzten Endes immer nur auf Morphologisches zurückführen, Seiendes auf Seiendes, das zu neuem Sein sich gestalten kann.

Vielleicht ist das letzte Kennzeichen reiner Mystik, die es — man denke an die Personifizierungen — nicht gibt, das Formlose, das alle Konturen verwischende Aufgehen im All. Die künstlerisch und wissenschaftlich erfassbare Welt indessen weist eine bis ins einzelne gehende Gliederung und Formung auf. Sie ist heterogen, sie ist diskontinuierlich struiert. Das Individuelle lässt sich nicht aus der Welt schaffen, es ist da; Gebilde, man denke an Pflanzen, Tiere, Kristalle, Moleküle, Weltkörper, Ideen, Kunstwerke, grenzen sich bis zu einem gewissen Grade ab, äusserlich und ihrer Wirkungssphäre nach. An Stelle der Verschwommenheit tritt das Zusammenspiel der Kräfte und Gestalten, die Tektonik der Welt.

Jedes fassbare Gebilde aber kommt in vielen für manche Betrachtungen gleichwertigen und gleichberechtigten Individuen vor, und der Aufbau zu höheren Einheiten ist ein ausgesprochen stufenförmiger. Aus den kleinsten Bausteinen entsteht nicht ein grosser, in sich voll zusammenhängender Körper — man denke an die Kleinheit der grössten Atome —, es bilden sich die vielerlei Atomsorten. Sie treten ohne völlige Aufgabe ihrer Individualität zu verschiedenen Molekülen oder Kristallverbindungen zusammen, die alle nur endliche Ausdehnung aufweisen, obgleich die Bauidee oft dem Unendlichen verpflichtet ist. Die Kristalle bilden in der Natur die gesetzmässig verschiedenartigen Mineralverbände. Nicht ein Lebewesen, eine Unzahl verschiedener aus vielen Individuen bestehender Arten ist das Kennzeichen der Biosphäre. Mathematische Grundelemente zur Naturerkenntnis sind die ganze Zahl und die Gruppe, denn stets können wir Gleichwertiges in ver-

schiedenen Exemplaren abzählen. Gleichartig aber bedeutet nur gleichartig in Bezug auf bestimmte Erscheinungsformen und Betrachtungen, daneben bleibt ein Individuelles bestehen, das allein durch statistische Betrachtungen für die Beurteilung der Gesamtheit der Individuen eliminiert werden kann.

Man hat auf mannigfache Art und Weise versucht, die moderne Entwicklung der Naturwissenschaft insbesondere der Physik zu deuten. Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich als das wichtigste Kennzeichen die stärkere Berücksichtigung morphologisch-tektonischer Prinzipien ansehe. Die Physik vor 30 Jahren war in weitem Umfange amorph. Sie hat sich um die Hauptsache, um die Gestalt und Metrik der Welt kaum bekümmert, sie stellte Gesetze auf für Einzelfälle, für Kraftzentren im gestaltlosen, absoluten Raum; schon zwischen ihr und der Stereochemie, besonders aber zwischen ihr und den sogenannten beschreibenden Naturwissenschaften herrschte im Grunde beinahe Beziehungslosigkeit.

Atom- und Quantenphysik zeigen, wie sehr heute morphologische Prinzipien, Quantisierungen, Auswahlregeln und besondere, die Diskontinuität benützende Rechenoperationen die Physik beherrschen. Die Relativitätstheorie schliesslich stellt den Versuch dar, die Metrik und Symmetrie des für die naturwissenschaftlichen Konstruktionen brauchbaren Weltraumes zu beschreiben. Die Physik ist kristallographisiert, ein neues umfassenderes Weltbild ist möglich geworden, indem dynamische und morphologisch-tektonische Elemente zu einem Ganzen sich vereinigten. Zur Wellenausbreitung als statistischem Gesetz gehört das Korpuskel.

Dabei müssen wir noch ein Missverständnis vermeiden: „Morphologisch-tektonisch" erschöpft sich nicht völlig im Seienden als Gegensatz zum Dynamischen, beschränkt sich auch nicht auf das in unserem Sehraum anschaulich Vorstellbare. Manchmal, in dem Bereich in dem dies statthaft ist, benutzt es die räumliche modellartige Veranschaulichung und ist dann an die Gesetze dieser Darstellungsmethode gebunden, genau so wie die Mal- und Bildhauerkunst. Indessen wenn ich eines der tektonischen Profile durch die Alpen konstruiere oder betrachte, so ist für mich keineswegs nur der idealisierte gegenwärtige

Zustand veranschaulicht, sondern das gesamte Werden, es ist nicht nur eine schematische, sondern eine thematische Darstellung. Ferner, es kann eine Streitfrage sein, ob im Gebiet kleinster Dimensionen räumlich konzipierte Modellbilder überhaupt einen Wert behalten, das morphologisch-tektonische Element, die gegebene Selektion und Gliederung verschwinden jedoch sicher nicht.

IV. Beziehungen zwischen Natur- und Geisteswissenschaften

Mannigfache, zum Teil überspannte Hoffnungen knüpfen sich an diese Wandlung der Betrachtungsweise, an die Erkenntnis, dass bei der Erforschung der Natur der Beobachter nie ausgeschaltet ist. Unzweifelhaft sind so der anorganischen Naturwissenschaft Züge zugeführt worden, die als Annäherung an die gegebene Behandlungsweise biologischer Wissenschaft aufgefasst werden können. In ihr spielten von jeher die tektonische Gliederung in Individuen und Arten, das wiederkehrende Gestaltlich-Morphologische, die Bildung von Ganzheiten, deren teilweise Abgeschlossenheit nicht übersehen werden kann, die strukturell bedingte Selektivität bis ins Kleinste eine Hauptrolle. Auch wenn dem Wesen des Lebensprozesses, der eine Erscheinungsform der Natur ist, dadurch nicht näher gerückt wird, muss der Biologe die neue Entwicklung aufmerksam verfolgen, weil sie hilft, manche seiner Begriffe abzuklären. Im Bewusstsein ihrer besonderen Aufgabe hat die Lehre vom Leben oft Dinge und Begriffe für sich allein beansprucht, die keinenfalls einzig durch den Gegenstand ihrer Untersuchung bedingt sind. Die Bildung individueller Ganzheiten, die mehr sind als die blosse Summe ihrer Teile[1]), entspricht dem allgemeinen Aufbauprinzip der Natur. Werden solche Ganzheiten betrachtet, so drängt sich die teleologische, finale Ausdrucksweise oft auf, ohne dass das mehr zu bedeuten braucht als wenn die dynamische Betrachtung formal von ursächlichen statt von funktionellen Zusammenhängen spricht. Die Mannigfaltigkeit des So- und Nichtanders-Seins wird ja durch die Herrschaft von Prinzipien dargestellt, und es ist durchaus verständlich, wenn das vorausbestimmbare oder bekannte End-

[1]) Siehe auch die Arbeiten des Tübinger Philosophen Th. Häring.

resultat eines Werdeprozesses als Ziel aufgefasst wird. Es ist ja immer in seiner Konzeption ein Idealtypisches und nicht ein Normaltypisches. Auch in der Kristallehre werden Ausdrucksformen wie: die Atome haben das Bestreben, sich hochsymmetrisch in der oder jener Koordinationszahl zu gruppieren, gebraucht. Betrachtungen darüber, ob derartige Redewendungen zu eliminieren seien, rechtfertigen sich meiner Meinung nach nicht.

Besondere Hoffnungen erweckt die neue morphologisch orientierte Naturwissenschaft in jenen Kreisen, die eine lebensnähere symbolhafte Erkenntnis verlangen, die an eine Einheit aller künstlerischen und wissenschaftlichen Tätigkeit des menschlichen Geistes glauben. In Hermann Friedmann's Buch „Die Welt der Formen" ist überspitzt und simplifiziert der Gegensatz der haptischen und optischen Naturerkenntnis dargestellt worden. Unzweifelhaft handelt es sich um eines der bedeutendsten Werke der Nachkriegszeit, wenn es auch dem Naturwissenschafter scheint, es sei zu Gunsten einer Kontrastwirkung manches übersehen worden. Wichtig ist, dass man nach allen Methoden versucht die Welt zu gliedern und volltönend zu erfassen.

Es ist fraglos, dass heute Natur- und Geisteswissenschaften in Methodik und Ziel viel enger verbunden sind als je. Die theoretische Morphologie arbeitet mit Prinzipien, Idealen, Normen, vernachlässigt weder das Individuum noch die Gesamtheiten, gliedert und klassifiziert, betrachtet das Sein und retrospektiv, historisch, das Werden. Sie gestaltet und sucht aus der Gestaltung heraus zu verstehen. Es wäre verlockend, die Parallelen aufzudecken, die sie mit allen Geisteswissenschaften verknüpft. Nicht minder innig ist jedoch ihre Verbindung mit den künstlerischen Ausdrucksformen. Künstlerisches Schaffen, das ebenso naturgebunden ist wie wissenschaftliches Erkennen, hat uns als Neuschöpfungen schönste Beispiele tektonischer Gliederung und Gestaltung geschenkt. In Architektur, Malerei und dekorativer Kunst sind nur die augenfälligsten Beispiele zu finden. Die Symmetriegesetze, die wir den Idealbauplänen der Kristalle zu Grunde legen, haben von Beginn an die Kunstwerke des menschlichen Geistes beherrscht.

V. Ferdinand Hodler und die Naturerkenntnis

In uns allen, meine Damen und Herren, sind die Werke Ferdinand Hodlers lebendig, des grossen Verkünders des wieder erwachten Sinnes für Tektonik, des Malers, der, das ist meine tiefste Ueberzeugung, nur voll erfasst werden kann als der Maler der Umbruchszeit der Naturwissenschaften. Was dem Naturwissenschafter zu tiefster Erkenntnis über Struktur und Aufbau der Welt wurde, die Einheit in der Vielheit, die Individualisierung und die Wiederholung des Individuellen zum Typischen, ist sein künstlerisch gestaltetes Erlebnis. Lassen wir ihn selbst sprechen.[2])

„Wenn der Künstler produziert, so borgt er die Elemente der Darstellung von einer Welt, die schon existiert und in deren Mitte er lebt. Die stärkste Phantasie wird genährt von der Natur, dieser unerschöpflichen Quelle der Belehrung. Sie ist es, die unsere Einbildungskraft stimuliert. Je mehr man in das Wesen der Natur eingedrungen ist, umso vollständiger ist das Erlebnis, das man wiedergeben kann."

Das ist auch das Bekenntnis des wissenschaftlichen Morphologen, das schliesslich in dem beiden Erkenntnisformen gemeinsamen wundervollen Ausspruche Hodlers gipfelt: „Sehen: das ist die Verhältnismässigkeit aller Erscheinungen erkennen. Sehen: das ist Wissen." So musste dieser die Natur wie kaum ein Zweiter geistig erfassende Künstler zwangsläufig zu einem neuen Deuter des Rhythmus, des Parallelismus, der Symmetrie werden. „Parallelismus", so sagt er, „nenne ich jede Art der Wiederholung. So oft ich in der Natur den Reiz der Dinge am stärksten spüre, ist es immer der Eindruck von Einheit." Und weiterhin, nachdem er Beispiele der Symmetrie und einer in der Gleichartigkeit der Individuen sich dokumentierenden Einheit aufgezählt hat: „Wir ersehen also aus allen diesen Beobachtungen, welche wichtige Rolle der Parallelismus oder die Wiederholung in der Natur spielt... Wenn wir nun unsere Lebensäusserungen mit diesen Erscheinungen in der Natur vergleichen, so sind wir erstaunt, dasselbe Prinzip wiederkehren zu sehen. Wir wissen und wir empfinden es alle in gewissen Momenten, dass das was

[2]) Nach dem von Ewald Bender herausgegebenen Vortrag Hodlers „La mission de l'artiste" bezw. „Ueber die Kunst".

uns Menschen eint, stärker ist als das was uns trennt. Der Sinn und die hauptsächlichste Bedingung des Lebens sind dieselben für uns alle. Wir haben alle unsere Freuden und unsere Schmerzen, die nur Wiederholungen derjenigen der andern sind, und die nach aussen hin durch dieselben oder durch analoge Gesten sichtbar werden... Trachten nach der Einheit, nach einer starken und machtvollen Einheit, das heisst nichts anderes, als einer Sache zu grösserer Klarheit verhelfen...

Ich habe gesagt (fährt er fort), dass ein geübtes Auge geschickter ist als ein anderes, die Phänomene des Lichtes und der Form zu sehen, aber dass es noch anderer Mittel bedarf, um die Schönheit eines Körpers zu erkennen. Denn über allen Werkzeugen des Sehens steht das Gehirn. Es vergleicht die eine Harmonie mit der anderen und entdeckt so die wirklichen innern Zusammenhänge der Dinge. Und aus dieser Tätigkeit des Gehirns zusammen mit den Erfindungen des Herzens werden neue Herrlichkeiten geboren."

Es ist vielleicht etwas vom Gewaltigsten und Eindrucksvollsten, sich bewusst zu werden, dass die Kunst Hodlers und das Gemälde der morphologischen Naturwissenschaften zwei adäquate Ausdrucksformen der gleichen Erkenntnis sind. Beide grandios in ihrer Einfachheit im Grossen, ihrer Vielgestaltigkeit im Kleinen, in ihrer Herausarbeitung des Wesentlichen. Gilt doch — wie wir sahen — auch für die naturwissenschaftliche Morphologie, was Hodler von seiner Darstellung sagt, dass es notwendig ist, zunächst das Individuelle vom Typischen zu trennen, um das Grundprinzip zu erfassen, „denn", so sagt er, „man braucht nur ein paar Menschen in anscheinend gleicher Bewegung zu sehen, um bald zu merken, dass die Tatsache ihres verschiedenen Aussehens nicht aus der Welt geschafft werden kann. Es ist nicht immer so leicht, wie es scheint: einfach zu sein". Mit Recht sind Hodlers spätere Landschaftsbilder als geologische Gemälde bezeichnet worden; nicht dass in ihnen die dem Wissenschafter eine Bereicherung des Erlebnisses bedeutende spezifisch geologisch-tektonische Gliederung zum Ausdruck kommt, wohl aber in dem Sinne, dass sie unter Weglassung alles Arabeskenhaften eine Typisierung des Begriffes „See" oder „Gebirge" versuchen, die ihresgleichen nur in den grossen geologisch-tektonischen Synthesen unserer

modernen Alpengeologen und in den Reliefdarstellungen eines Albert Heim haben.

So ist die neuere Entwicklung des morphologischen Anteiles am naturwissenschaftlichen Weltbild, ganz im Gegensatz zur üblichen Meinung des Laien, in gewissem Sinne eine Rückkehr zur Anschaulichkeit, auch da wo sie scheinbar wie in der Quantenphysik und Relativitätstheorie diese eingebüsst hat. Die Berücksichtigung der Metrik, der Selektion, der Prinzipien, Normen, Ideale und Typen hat sie lebensnaher gestaltet. Die Spannung, die zwischen künstlerischem Erlebnis, geistiger Ideenentwicklung und Naturwissenschaft bestanden hat und die in der Stellungnahme Goethes zur mechanischen und gestaltlosen Auffassung des Weltgeschehens ihren ersten grossen, oft missverstandenen Ausdruck fand, beginnt sich zu lösen. Forscher, Künstler und Mensch, Erlebnis und Erkenntnis sind sich wiederum der gemeinsamen Wurzel bewusst geworden.

VI. Vom Geiste wissenschaftlicher Forschung

So gross jedoch in der wissenschaftlichen Einzelleistung der Anteil der wertbestimmenden Persönlichkeit ist, so sehr das naturwissenschaftliche Weltbild tatsächlich eine schöpferische Neugestaltung der Welt um und in uns darstellt, eines zeichnet mindestens graduell, zum Teil prinzipiell die wissenschaftliche und in ganz besonderem Masse die naturwissenschaftliche Tätigkeit gegenüber anderen Erkenntnisbestrebungen aus: jede aus Beobachtungen und Verwertung von Beobachtungen gewonnene Deutung und Einsicht wird mit voller Absicht der kritischen Prüfung freigegeben. Sie hat ja mannigfache Konsequenzen, und die Art, wie sich die Schlussfolgerungen zur gegebenen Zeit in das Gesamtbild einordnen, bestimmen ihren derzeitigen „Wahrheitsgehalt" und ihre Tragweite. Gewiss sind auch hier verschiedenartige Bewertungen möglich, und nur allzu oft ist gerade das, was zuerst widersprechende Resultate ergab, Anstoss für eine Umformung dessen, was bereits als gesicherter Bestand angesehen wurde. Aber das internationale Parlament der Wissenschafter wird anerkannt, Zweifel und Kritik gelten nicht als unerwünscht. Die schöpferische Persönlichkeit fühlt sich der Faktizität gegenüber klein, fühlt sich als Glied einer

Arbeitsgruppe, verlangt nicht kurzweg Glauben und Unterordnung, sondern Verständnis, Kritik und Diskussion. Wenn der Forscher dem Gedankengebäude einen neuen Baustein hinzugefügt hat, gehört er nicht mehr ihm allein. Er selbst tritt nun gewissermassen vom Schauplatz ab, gibt die Bahn frei. So ist es selbstverständlich, dass alle politischen und religiösen Bewegungen, die über die ihnen gezogenen Grenzen branden, die selbst in Fällen, die wissenschaftlich und sachlich zu behandeln sind, den Zweifel verbannen möchten, im tiefsten Grunde antiwissenschaftlich sein müssen. Nicht die Resultate wissenschaftlicher Forschung sind ihnen unbequem, wohl aber der wissenschaftliche Geist.

Zweierlei greifen diese Bewegungen gerne an, den Intellektualismus und den Materialismus, von denen sie behaupten, die Wissenschaft und im besonderen die Naturwissenschaft seien völlig in ihrem Banne. Es ist dies nach allem was gesagt wurde, eine so primitive Unterstellung, dass es sich kaum lohnt, darauf einzugehen. Geistlose Kunst ist so arm wie phantasielose, nicht erlebte Wissenschaft. Materialisten sind nicht jene, die mit dem Geist die Materie durchdringen wollen, weit mehr diejenigen, die sich nicht bemühen, das naturwissenschaftliche Weltbild oder doch wenigstens das Wollen der Forscher zu verstehen, sondern sich begnügen, technische Errungenschaften, von der Buchdruckkunst angefangen bis zum Rundspruch für sich auszunützen. Die kontemporäre Naturwissenschaft, in der das mystische und das intuitive Element so gut vertreten sind wie in echter Kunst das Intellektualistische, ist sich im Ganzen ihrer Grenzen und Zielsetzung wohl bewusst; sie weiss, dass sie dadurch eine Vorzugs- und Grenzstellung geniesst, weil Idealtypisches nur dann für sie Geltung hat, wenn ihm ein Normaltypisches nahe kommt. Sie verlangt nicht Alleinherrschaft, sondern Mitspracherecht und Anteil an der Erziehung eines abendländischen, glaubensstarken, jedoch durch blinden Fanatismus nicht verblendeten, sondern entscheidungsfreien und verantwortungsbewussten Menschen. Sie ist Gestaltung und möchte auch mithelfen, den Menschen zu gestalten.

Die Schnelligkeit, mit der eine naturwissenschaftliche Tat des Persönlichen beraubt wird, die wichtige Rolle, die dem Mitarbeiter und dem Epigonen zukommt, die Tatsache, dass am

Gesamtaufbau Jeder nach Massgabe seiner Kräfte wichtigen Anteil haben kann, diese sympathische, absolut notwendige Gemeinschaftsaktion hat auch andere Folgen. Diesen Umständen ist es wohl zu verdanken, dass das schöpferische Element innerhalb der Naturwissenschaften hie und da von Aussenstehenden nicht erkannt wird, denen das Unterscheidungsvermögen zwischen Forscher und zwischen Mehrer und Mittler wissenschaftlichen Gedankengutes fehlt. Vom Stofflichen zum Geistigen vorzudringen, verlangt mehr als nur Arbeit, verlangt Einfühlung und Erkenntnisdrang. Es sollte ein Hauptziel unserer Hochschulen sein, das Verständnis für naturwissenschaftliche Forschung dadurch zu wecken, dass sie versuchen, auch historisch-morphologisch die Gestaltung der Ideen darzustellen als Ideenentwicklung und als Werk von Persönlichkeiten. Die morphologisch-tektonisch orientierte Naturwissenschaft darf auch die vielgestaltige und gegliederte Forschung selbst zum Untersuchungsobjekt wählen. Die Geschichte der Naturwissenschaften hat die gleiche Daseinsberechtigung wie die Kunstgeschichte und die Geschichte der politischen Ideen. Gerade durch Schaffung dieses Lehrgebietes würde das Primat des Nützlichen, das den Naturwissenschaften in unseren beruflich orientierten Hochschulen besonders anhaftet, gebrochen.

Wir freuen uns an der Schönheit architektonischer Werke, in der die Prinzipien der Wiederholung und Symmetrie zur Gestaltung kamen, lasst uns auch die unbeschwerte Freude des Schöpfers oder des in die Gedankenwelt des Forschers Eindringenden geniessen, indem wir uns vertiefen in das Werden und das gegenwärtige Sein des wissenschaftlichen Weltbildes.