

Wenn feste Formen fließend werden.

Von Franz Heselhaus S. J.

„So fest wie die Bank von England“, soll ein geläufiges Sprichwort sein — oder gewesen sein, denn die Bank von England hat sich nicht ganz dem Schicksal alles Irdischen entzogen. Fest wie der Erde Grund gegen des Unglücks Macht mag manches Haus stehen, aber auch die Mutter Erde zittert wohl einmal. Man wird mit diesen Vergleichen immer vorsichtiger werden müssen. Vor Zeiten genügte ein Backsteintürmchen, um aus einem Bauernhof eine feste Burg zu machen. Heute sind alle Burgen Geschichte und Dichtung. Auch manche anscheinend sichere Erkenntnis ist gefallen. Daß $2 \times 2 = 4$ ist, wird ja wohl noch einige Zeit halten. Aber auch in der Mathematik hat sich mancher Turm als morsch erwiesen, dem man die Ewigkeit anzusehen vermeinte. Und erst in der Physik! Was würde Newton oder Faraday sagen, wenn sie die heutigen Erkenntnisse vorgelegt bekämen? Nun, vermutlich würden sie sich herzlich freuen, daß auf dem soliden Grund, den sie gelegt haben, so besonnen und mutig und erfolgreich weitergebaut wurde, wenn auch einige ihrer Anschauungen dabei unter den Bauschutt kamen.

Es gibt in jedem Fach gewisse Grundlagen, die für die tägliche Arbeit und auch für die weitertastende Forschung die gesicherte Standplatte abgeben. Für den Chemiker sind das etwa die Gewichtsgesetze und für den Astronomen die allgemeine Massenanziehung. Für den Erforscher des Mineralreiches ist die Tatsache von grundlegender Wichtigkeit, daß die Mineralien feste Formen einhalten. Jedermann kennt die Kristalle. Nicht bloß die glitzernden Brillanten aus dem lichtüberfluteten Schaufenster der Juweliere, sondern auch die eckigen Krusten des Tafelsalzes oder die Eisblumen und Schneesternchen. Aber auch die Felsen und der Sand der Wüste und die Ackererde enthalten ja diese Kristalle. Das ist freilich allbekannt, aber man macht doch seinen Besuchern meistens eine überraschende Freude, wenn man ihnen eine Probe Rheinsand im polarisierten Licht in den buntesten Farben aufleuchtend zeigt. In einer Sammlung von natürlichen Kristallen wird der harmlose Beobachter wohl zunächst eine große Mannigfaltigkeit der Formen bestaunen. Aber es ist nun das grundlegende Ereignis im Leben jedes Adepten dieser Wissenschaft, zu erfahren, daß die vielen Formen auf jeweils eine oder wenige zurückgeführt werden können. Für unser Kochsalz ist die entsprechende Form der Würfel, also ein Körper mit 6 gleichen quadratischen Flächen, 8 gleichen Ecken und 12 gleichen Kanten. Alle Winkel, die an diesem Körper vorkommen, sind rechte Winkel von 90° . Freilich, an den Salzkörnchen in unserem Tafelaufsatz finden wir nicht alle Ecken ganz. Auch bevor sie in die Stampfmühle kamen, fehlten einige Kanten; aber den Winkel von 90° können wir an kleinsten Bruchstücken immer wieder feststellen. Meist ist der Kristall nicht frei gewachsen, weil er schon auf dem Boden auflag oder neben einem andern sich bildete. Der Kristall wächst, seine Flächen und

Kanten wachsen, aber recht oft unregelmäßig, weil sie behindert sind. Die Kristallwinkel dagegen wachsen nicht. Die Flächen des Kristalls schneiden sich immer unter dem gleichen Winkel.

Nicht alle Kristalle sind so einfach in ihrer Form wie das Kochsalz. Andere haben 8, 12, ja 48 Flächen. Aber zwischen je 2 entsprechenden Flächen sind auch dann die Winkel gleich. Dieses wichtige Gesetz hat Nikolaus Steno 1669 entdeckt, und er hat auch den Grund angegeben, weil nämlich der Stoff an die Kristalle immer in parallelen Schichten abgelagert wird. An einem Steinsalzkristall ist der Schneidungswinkel der Flächen 90° , an einem Kalkspatkristall sechsmal $105\frac{1}{12}^\circ$ und sechsmal $74\frac{11}{12}^\circ$. Mit dem Kalkspat hat der Dolomit sehr große Ähnlichkeit. Aber die entsprechenden Winkel sind $106\frac{1}{4}^\circ$ und $73\frac{3}{4}^\circ$. So kann man das Mineral an seinen Winkeln erkennen, und von den Winkeln kann man die übrigen kennzeichnenden Größen des Kristalls, die Form und Symmetrie seiner Flächen, ableiten. Da man beim Zerbrechen und Auflösen des Kristalls immer wieder dieselben Winkel und Formen erhält, sieht man leicht die Schlußfolgerung ein, daß schon die kleinsten Teilchen, also die Molekeln, jene Anordnung zeigen müssen, die auf die Großformen hinweist. In den letzten Jahrzehnten konnte dieser Schluß durch die v. Laueschen Röntgenspektrogramme glänzend bestätigt werden. Eins der wertvollsten Hilfsmittel des Mineralogen ist das Mikroskop mit Polarisations-einrichtung, das ihm gestattet, den Feinbau der Mineralien im polarisierten Licht zu untersuchen und aus den Veränderungen dieses Lichts Schlüsse auf ihren Kristallcharakter zu ziehen. Das letzte Kennzeichen ist auch bei diesen Untersuchungen wieder die Form oder ihr Element, der Winkel. Diese Andeutungen mögen genügen, um die Vorzugsstellung der festen, unänderlichen Form im Mineralreich ins rechte Licht zu setzen.

Es kommt vor, daß derselbe Stoff verschiedene Formen aufweist. Das bekannteste Beispiel dürften Diamant und Graphit sein. Beide sind chemisch reiner Kohlenstoff, aber nicht nur die Kristallform, sondern auch Farbe und Festigkeit sind ganz verschieden. Wir ziehen den Schluß, daß solche Polymorphie in dem Zusammenbau der kleinsten Teilchen ihren Grund hat. Da diese Ansicht durch die Röntgenuntersuchung bestätigt wurde, ist die Polymorphie nur ein weiterer Nachweis der Bedeutung der festen Form im Reich der Mineralien, oder sagen wir besser, im Reich des Anorganischen, denn die Kristallisationsgesetze beziehen sich ebenso wie auf die natürlich vorkommenden Mineralien auch auf die künstlich gezogenen Kristalle.

Alle Körper bestehen aus Molekeln. Sind die Körper fest, so muß das auf einer festen Packung der Molekeln beruhen, während flüssige Körper eine leichte, mindestens gleitende Beweglichkeit der Molekeln haben müssen. Bei einfachen festen Körpern, die aus einheitlichen Molekeln aufgebaut sind, mag man eine gleichartige, geordnete Lagerung als die wahrscheinlichste betrachten. Dann müßte bei ihnen die kristalline Form die vorherrschende sein. Dem ist tatsächlich so. Amorphe Körper sind Ausnahmen. Ist es nun auch umgekehrt berechtigt zu sagen: Kristalline Kör-

per müssen immer fest sein? An sich liegt ja eine solche Umkehrung nahe, man könnte sie bis zum Erweis des Gegenteils gelten lassen.

Wenn in einer solchen Frage das Gegenteil sich zu erweisen beginnt, so ist die Reaktion darauf meist recht heftig. Es ist psychologisch interessant, für die Wissenschaftsgeschichte und die Beurteilung der wissenschaftlichen Gegenwart sehr lehrreich, die Einführung einer solchen neuen Erkenntnis in ihren einzelnen Stadien zu verfolgen. Einen Prozeß dieser Art habe ich einmal im Jahrgang 1920 dieser Zeitschrift¹ im einzelnen vorgeführt.

Für die eben berührte Frage gibt es nun eine vielleicht einzigartige Übersicht der Akten, die der verdiente Mineraloge der Universität Bonn herausgegeben hat². Diese Berichte sehen zunächst sehr dürr aus, was man ja auch wohl voraussetzt. Aber je weiter man sie durchsieht, desto mehr lernt man gerade diese knappe Berichterstattung schätzen. Nur so ist es möglich, eine Übersicht über das ganze einschlägige Schrifttum zu geben und die verschiedenen Parteien zu Worte kommen zu lassen. Man erlebt es mit, in den kurzen Referaten doch in unleugbarer Frische, wie die neuen Vorstellungen auftauchen, überraschen, sich klären, übergroß anschwellen und wieder zusammensinken, und wie der echte Kern sich nach und nach klar heraushebt und zum gesicherten Besitz heranreift. Es wäre ein törichtes Unternehmen, durch einen nochmaligen Auszug die Vorzüge der Zusammenstellung von Geheimrat Brauns ausnützen zu wollen. Ich muß schon auf das Buch selbst verweisen. Allerdings ist es für die gegenwärtige Aufgabe auch nicht ausreichend, wenn ich nur das Endergebnis vermerken wollte. Nicht umsonst habe ich die Bedeutung der festen Kristallform für die Mineralogen hervorgehoben; hier scheint sie ins Wanken zu geraten und grundlegende andere Erkenntnisse in Mitleiden-schaft zu ziehen. Das muß kurz dargestellt werden.

Träger und treibende Kraft im Kampf um die tiefere Erkenntnis ist auch diesmal eine starke Persönlichkeit: Otto Lehmann, während wesentliche Beiträge — kritische sind dabei nicht zu unterschätzen — von anderer Seite geleistet wurden. Lehmann, 1855 in Konstanz geboren, war Physikprofessor in Aachen und Dresden, von 1889 an aber an der Technischen Hochschule in Karlsruhe, wo er 1922 gestorben ist. Besonders gerühmt wird seine Experimentierkunst; seine Vorliebe gehörte der Molekularphysik und seit 1888 dem Gebiet, das uns hier zunächst in Anspruch nimmt.

Im März 1888 sandte der Botaniker Reinitzer an Lehmann eine Substanz zur Untersuchung, die er bei seinen pflanzenphysiologischen Studien unter Händen gehabt hatte. Er schreibt: „Die Substanz (es war Cholesterylbenzoat) zeigt zwei Schmelzpunkte, wenn man sich so ausdrücken darf. Bei 145,5° schmilzt sie zu einer trüben, jedoch völlig flüssigen

¹ Blumen und Bienen, Farben und Farbensinn. Bd. 99 (1920) 146.

² Flüssige Kristalle und Lebewesen. 170 Referate aus dem Neuen Jahrbuch und Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Mit einer Einführung von Dr. Reinh. Brauns (111 Seiten), Stuttgart 1931.

Flüssigkeit. Dieselbe wird erst bei $178,5^{\circ}$ plötzlich klar. Läßt man sie nun abkühlen, so tritt zunächst eine violette und blaue Farbenerscheinung auf, die aber rasch verschwindet, worauf die Masse milchig trübe, aber flüssig bleibt. Beim weiteren Abkühlen tritt dann abermals die violette und blaue Farbenerscheinung auf, und gleich darauf erstarrt die Substanz zu einer weißen kristallinen Masse. Durch Beobachtung unter dem Mikroskop läßt sich leicht Folgendes feststellen: Beim Abkühlen treten zuerst sternförmige, später große strahlig-nadlige Aggregate auf; die ersteren bewirken die Trübung. Beim Schmelzen der festen Substanz zur trüben Flüssigkeit wird die Trübung jedoch nicht durch Kristalle, sondern durch eine Flüssigkeit bewirkt, welche in der geschmolzenen Masse ölige Streifen bildet und bei gekreuzten Nicols hell erscheint.“

Die letzte Bemerkung, die sich auf die Untersuchung im polarisierten Licht bezieht, deutet auf die Kristallnatur der öligen Streifen. In der Veröffentlichung Lehmanns, die im folgenden Jahr erscheint, bezeichnet dieser sie als „fließende Kristalle“. Bald darauf konnte er über drei weitere organische Substanzen berichten, welche die Erscheinung der Doppelbrechung im flüssigen Zustande noch weit besser darboten. Er erhält kugelige Tropfen, also gewiß flüssige Massen, die trotzdem das Kennzeichen des Kristalls, die Doppelbrechung, zeigen. Der Referent F. Pockels, der im Zentralblatt (Brauns S. 1) aus den Arbeiten Lehmanns das Ergebnis zieht, möchte den Schluß von der Doppelbrechung auf die Kristallnatur der Tropfen nicht gelten lassen, glaubt sie vielmehr durch Spannungen an der Grenzfläche des Tropfens erklären zu können. G. Quincke glaubte, daß die flüssigen Kristalle aus einem Haufwerk kleinster fester Kristallpartikelchen bestehen. Um die Jahrhundertwende ersteht dann Lehmann ein rüstiger Verteidiger, Rudolf Schenck. Er untersucht die von Lehmann benutzten Substanzen nach den verschiedenen Methoden der physikalischen Chemie und kommt zu einer Bestätigung der Lehmannschen Ansicht über die Vereinbarkeit des kristallinen mit dem flüssigen Zustand. Lehmann selbst hat um diese Zeit aber seine Folgerungen bereits weitergetrieben. Es zeigt sich hier die Eigentümlichkeit seines Wesens, deren er sich selbst recht gut bewußt war. Er glaubt schließen zu müssen, daß das optische Verhalten der Körper, speziell unter dem Polarisationsmikroskop, unmittelbar mit den Molekeln zusammenhängt.

Also: anderer Anblick, andere Molekeln, oder in seiner Fassung: „Jeder Stoff besitzt nur eine einzige Kristallform und nur einen einzigen Aggregatzustand.“ Ferner unterscheidet jetzt Lehmann zwischen fließenden und flüssigen Kristallen. Während die flüssigen in ungestörtem Zustand Tropfen bilden, zeigen die fließenden deutliche Ecken wie die gewöhnlichen Kristalle, aber dabei Weichheit und die Fähigkeit, mit ihresgleichen zu einem größeren Kristall zusammenzuzufießen, der dann in dem größeren Ausmaß die charakteristische Polyederform wieder annimmt.

Auf Grund seiner neuen Befunde glaubt Lehmann, Widersprüche mit der geltenden chemischen Strukturtheorie, der Avogadroschen Regel, der Gibbschen Phasenlehre und der Van der Waalsschen Zustandsgleichung konstatieren zu müssen. Wenn man bedenkt, welch grundlegende Bedeu-

tung und allbekannte Zuverlässigkeit gerade diesen Theorien zukam, dann wird man sich nicht wundern, daß die Physiker von Fach nicht nur diese Folgerungen ablehnten, sondern auch die Erscheinungen, die ihr Anlaß gewesen waren, anders zu deuten suchten. Allerdings mit wenig Glück. Die Anschauung Tammanns', daß es sich nur um Emulsionen handle, wurde nicht nur von Lehmann zurückgewiesen. Die Mitteilungen des regsamen Forschers häufen sich jetzt ins Unabsehbare. In Buchform, in Aufsätzen in wissenschaftlichen Zeitschriften und in populärer, ja populärster Form (z. B. als Gespräch zwischen Lehmann, Schulze und Müller) wurden die großen Entdeckungen hinausposaunt. Es waren freilich immer noch die alten, aber ein neuer, zügiger Gesichtspunkt war ihm aufgegangen. Durch einen Kunstgriff hatte er bei einem Präparat von Paraazoxyzimtsäureäthylester den fließenden Kristallen noch eine auffallende Beweglichkeit gegeben. Man muß die Substanz mit einer Spur Lösungsmittel befeuchten und nahe, aber nicht ganz bis zum Schmelzen erhitzen. „Völlig neu“, so berichtet er selbst 1906, „und für den Beobachter geradezu verblüffend ist dagegen das plötzliche Auftreten von Trichiten (feinen geschlängelten Fäden) sowie deren merkwürdige Bewegungs- und Umwandlungserscheinungen, verbunden mit Kraftwirkungen, und das ebenso plötzliche wie rätselhafte Verschwinden dieser Trichiten... Das sorgfältige Studium dieser Phänomene dürfte möglicherweise zur Aufklärung über die bei analogen Vorgängen im Reiche der Organismen tätigen Kräfte beitragen können.“ Es bilden sich fast kugelförmige Tropfen mit einer Abplattung an einem Ende. Ihr Zusammenfließen wird mit der Kopulation verglichen. An einer Kugel bildet sich eine Vorwölbung, das ist eine Knospe, die zu einer Schlange ausschießt. Intussuszeption, Bildung von bakterienähnlichen Formen, Zellteilung, Infusorien, Samenfäden u. a. m. finden in dem Gewirr der beweglichen Kristalle ihre Parallele. Daß diese Ähnlichkeit aber rein äußerlicher Art bleibt, wird in dem Referat von Brauns (a. a. O. S. 24) zwar energisch betont, aber von Lehmann nach und nach mehr übersehen. Er nennt die Kristalle scheinbar lebend, sagt aber selbst, daß sie die notwendigen Fähigkeiten der Lebewesen (nach Roux 1. Assimilation und Dissimilation, 2. Vererbung, 3. Selbsterhaltung, 4. Selbstregulation, 5. Anpassung an wechselnde Umgebung) nicht besäßen. In den Tageszeitungen vergaß man wohl das „scheinbar“ vor dem „lebend“, ohne daß Lehmann sich dagegen verwahrte.

Die Schwierigkeiten einer sachlichen Diskussion, die sich auf einer Versammlung der Deutschen Bunsengesellschaft gezeigt hatten, und der starke Drang zu popularisierender Aufklärung (in einem Kosmosartikel 1907 zählt er 14 Parallelen zwischen flüssigen Kristallen und Lebewesen auf) brachten Lehmann allmählich in einen scharfen Gegensatz zu seinen Fachgenossen. Doch war es ihm nicht schwer, das eigentliche Ergebnis seiner Arbeit, die Existenz der flüssigen Kristalle, vor allen Angriffen zu retten. Es hatten sich im Laufe der Jahre eine Anzahl anderer Stoffe gefunden, die dieselben Erscheinungen zeigten. Am weitesten trug unsere Erkenntnis der Chemiker Vorländer voran, der auch die leitende Idee herausarbeitete, daß lineare Struktur der Molekeln eine wesentliche Vorbedingung für

das Auftreten der flüssigen Kristalle sei, und der daraufhin ganze Serien von Stoffen nennen konnte, die in der Nähe des Schmelzpunktes die beschriebenen Erscheinungen zeigen.

Wir nähern uns damit dem Zeitraum, wo die wesentliche Klärung in der vorliegenden Frage eingetreten ist. Man kann das Ergebnis vielleicht am einfachsten in der Fassung V. Goldschmidts wiedergeben: 1. Kristall ist ein festes System gleicher, gleichgerichteter Partikeln; 2. Flüssigkeit ist ein gleitendes System von Partikeln; 3. Orientierte Flüssigkeit ist ein spindelig gleitendes System von Partikeln. Von diesem letzten, das natürlich den flüssigen Kristallen entspricht, bemerkt Goldschmidt dann weiter, daß es doch ein so kleines Gebiet darstelle, zumal wenn man an die engen Temperaturgrenzen denke, daß man es nicht gleichwertig neben die andern stellen solle (a. a. O. S. 50).

Unter den Schriften, die sich um diese Zeit, es ist die des Weltkrieges, mit den flüssigen Kristallen beschäftigen, ist ein Werk des greisen Haeckel einer besondern Erwähnung wert. Ich kann es mir nicht versagen, eine Stelle aus dem Referat von Brauns im Mineralogischen Zentralblatt hierher zu setzen (Brauns S. 57). „An die Schriften (Lehmanns populäre!) knüpft nun Haeckel an. Für ihn als den Monisten haben Lehmanns Untersuchungen die allergrößte Bedeutung, und was zu befürchten war, ist hier eingetreten. In meinen Referaten über die Abhandlungen Lehmanns habe ich öfters auf das Bedenkliche hingewiesen, den scheinbaren Analogien zu große Bedeutung beizulegen und aus den zuerst nur ‚scheinbar lebenden‘ Kristallen mehr und mehr lebende Kristalle werden zu lassen. Haeckel läßt das ‚scheinbar‘ gleich auf der ersten Seite fallen und spricht von einer gründlichen Erkenntnis der ‚lebenden Kristalle‘ und betrachtet die Kristalle allgemein als ‚lebende Naturkörper‘ und mit Rücksicht auf ihre psychomechanischen Eigenschaften auch als ‚beseelte‘. Alle Dinge sind beseelt, Kristalle so gut wie Organismen.“³ Diese Extratour des greisen Monistenhauptes wurde wohl von keiner Seite mehr ganz ernst genommen. Dagegen setzte die Kleinarbeit der Erforschung der flüssigen Kristalle recht lebhaft ein; auch das Ausland beteiligte sich rege. Für die Einzelergebnisse, die an den wesentlichen Feststellungen nichts mehr änderten, muß ich auf die Braunssche Sammlung verweisen. Man landet bei einem Ergebnis, das als recht wertvoll angesprochen werden muß, aber nicht ganz der Hitze des Kampfes entspricht, der seinetwegen entbrannte. Das alte Schema: Kristalle—Flüssigkeiten war etwas zu eng. Es gibt lineare und plattige Anordnungen von Molekeln, die noch nicht feste Bindung bedeuten.

Von den lebenden Kristallen war es lange still geworden. Aber die letzten Hinweise in der Zusammenstellung von Brauns erinnern daran, daß auch diese Idee nicht erledigt ist. Es ist der bekannte jetzt emeritierte Leipziger Professor Friedrich Rinne, der den Gedanken wieder aufgreift. Den Anlaß bilden Untersuchungen des Zoologen W. J. Schmidt über Polarisationserscheinungen an Samenfäden von Tintenfischen. Ich habe

³ E. Haeckel, Kristallseelen. Leipzig 1917.

die Abhandlung in den Zoologischen Jahrbüchern (Abt. Allg. Zoologie Bd. 45, S. 177—216) durchgesehen und muß zugestehen, daß mir die Feststellung der Doppelbrechung der Spermienköpfe gewiß sehr beachtenswert, aber keineswegs unerhört vorkam; sie wird auch von Schmidt nicht als unerhört dargeboten, wie sein vergleichender Hinweis auf die Doppelbrechung kristallisierender Fibrinfäden, des ausfließenden Nervenmarks, der Seidenfäden beweist. Er sucht nach einer Erklärung für die Tatsache der Doppelbrechung der Spermien und glaubt auf den Befund hinweisen zu sollen, daß in ihnen eine und dieselbe chemisch faßbare Substanz, die Nukleinsäure, mit den verschiedenen Eiweißkomponenten verbunden ist. Wenn nun Rinne daraufhin den Satz prägt, daß „Spermien den flüssigen Kristallen zugehören“, so sucht man doch unwillkürlich nach einem Grunde für diese tatsächlich ganz neue Entdeckung. Rinne hat uns die Antwort leicht gemacht durch ein Buch, das er im folgenden Jahre erscheinen ließ⁴.

Es ist der Niederschlag eines ganzen Forscherlebens, ein Werk, das durch Fülle des Stoffes und die meistens leichtfließende sprachliche Darstellung zunächst für sich einnimmt. Sein Thema ist die Untersuchung, ob zwischen der organischen Natur und der anorganischen Welt eine scharfe Grenze besteht, oder ob Übergänge von einem zum andern vermitteln, so daß in letzterem Falle die Auffassung berechtigt wäre: alle Materie ist belebt, wenn auch in vielen Abstufungen. Man wird ja vielleicht verstimmt, wenn man diese Anklänge an Haeckels „Kristallseelen“ hört, aber die Art ist hier doch eine wesentlich andere, feinere, sachlichere. Die Darstellungen aus den dem Verfasser eigenen Gebieten sind sehr reichhaltig, durchgehends klar und lichtvoll, die Beiträge aus andern Fächern sind naturgemäß einseitiger. Seine Methode ist die der großen Zusammenschau; Ausdeutungen und Anwendungen, aber auch die kritische Sichtung überläßt er vielfach dem Leser. Sein Schluß ist, daß die zumeist übliche Unterscheidung von Organischem und Unorganischem als zwei grundsätzlich zu trennenden Erscheinungsformen der Natur nicht zu Recht besteht. Die Behauptung ist ja nicht neu, es fragt sich nur, ob die Beweise ausreichen. Es ist nicht meine Absicht, auf dieses Buch im einzelnen einzugehen, das ist wohl nicht nötig. Nur das eine oder andere sei aus den ersten Abschnitten des Werkes herausgehoben, weil es die originelle Geisteshaltung seines Verfassers kennzeichnet.

Zunächst stellt er das Organische in seinem Ausmaß an Masse, Raum- und Zeiterfüllung dem Anorganischen gegenüber. Da wir nur das Organische auf der Erde kennen und mit Recht betonen dürfen, daß die Bedingungen des Lebens, die wir hier am Boden des Luftmeeres der Erde finden, ganz besonderer Art sind, so erscheint der Umfang des Organischen gegenüber dem des Anorganischen allerdings als verschwindend winzig.

Aber die Größe tut es nicht allein. „Es ist die schönste Tat der Erde, organisch Lebendes erzeugt zu haben.“ Das ist eigentlich recht hübsch gesagt, wenn man bedenkt, daß es ein Mineraloge ausspricht. Man braucht

⁴ Friedr. Rinne, Grenzfragen des Lebens (128 S.) Leipzig 1931.

den Satz ja auch nicht im Sinne der Urzeugungslehre zu verstehen. Rinne versteht ihn so. Freilich von der Anschauung des Mittelalters, die in der Erzeugung des Lebendigen aus dem Anorganischen eine tägliche Erfahrung sah, haben wir uns zu der gesicherten Erkenntnis hindurchgearbeitet — das gibt Rinne zu — „daß Organisches stets Organisches als Stammaterial voraussetzt. ‚Omne vivum ex ovo‘. Ein Beweis indes, daß organisch Lebendes aus Anorganischem nicht entstehen kann, ist nicht erbracht.“ Man mag zugeben, daß der exakte Nachweis dieser Unmöglichkeit nicht leicht ist. Sonst hätten ihn die Denker des Mittelalters wohl schon gesehen. Der Grund liegt offenbar in der Schwierigkeit, das Wesen des Lebens in den uns geläufigen Denkformen sicher aufzufassen. Wir sind also auf die Erfahrung angewiesen, und da ist Rinne ja einer Meinung mit uns. Aber dann kommt das bekannte Postulat und der Hinweis auf Fischers Eiweißanalyse etc. Auf die Panspermielehre setzt er kein Vertrauen. Wenn man schon nach dem etwa Möglichen sucht, kann man aber solche Möglichkeiten doch nicht so billig abtun. Bekanntlich behauptet diese Lehre, Keime der lebendigen Substanz könnten im Weltraum durch den Lichtdruck fortgetragen worden und so auf die Erde gekommen sein. Phantastisch ist der Gedanke schon, aber die meist angeführten Gegen Gründe, die auch Rinne bringt, sind nicht viel wert. Die Kälte des Weltraumes ist ein Schreckgespenst. Es steigt da wohl die zermalmende Faust der Eisriesen vor dem Geiste auf. Tatsächlich geht doch alles in der Nähe des absoluten Nullpunktes viel friedlicher vor sich, die Elektronen und wohl auch die Wellen des ultravioletten Lichtes und der Heiß-Kohlhörster-Strahlung finden geringere Absorption, wirken also schwächer. Außerdem wurde ja mehrfach gezeigt, daß Lebewesen, und zwar nicht nur Bakterien, die Temperatur des flüssigen Heliums ohne Schaden ertragen können⁵.

In den folgenden Abschnitten des Rinneschen Buches klärt es sich, daß der Nachdruck auf dem liegt, der von den lebenden flüssigen Kristallen handelt. Die vorhergehenden sind zum größten Teile eine reichhaltige und vorzügliche Einführung in die neueren Anschauungen über den Feinbau der Materie und die Gesetze, die den Kristallaufbau beherrschen. Dann fährt der Verfasser fort (S. 59): „Man ist gewohnt, die Grenze zwischen den organisch lebenden und den anorganischen Gebilden so zu ziehen, daß die Kristalle die höchste Stufe des Anorganischen einnehmen, und daß erst jenseits einer tiefen physiologischen Kluft das niedere organische Leben mit den einfachsten Erscheinungen in Gestalt der Amöben, Bakterien, der ihnen ähnlichen Spermien u. dgl. beginnt. Diese Lücke besteht indes nicht, denn zweifellos lebende Spermien stellen gleichfalls Kristalle, und zwar solch gelöstlicher Art, vor.“

Zur Beleuchtung dieser Behauptung werden nach einer kurzen Einführung der Lehmann-Vorländerischen flüssigen Kristalle diese mit den Spermien verglichen, und zwar in ihren „morphologischen, chemischen und

⁵ P. G. Rahm in vielen Veröffentlichungen, zuletzt in: *Algunas experiencias... de anabiosis etc.* Congreso intern. de biología de Montevideo, 1931.

optischen Umständen..." „Die Spermien sind als plasmatische Gebilde von festflüssiger Konsistenz. Ihre Viskosität ist die von Gelen. Und so geschieht es hinsichtlich der morphologischen Verhältnisse, daß die gestaltend wirkenden Kräfte der Oberflächenspannung, im Verein mit den zu besprechenden feinbaulichen Umständen bei ihnen gleichwie bei den künstlichen flüssigen Kristallen Veranlassung zu rundlichen und länglichen Formen geben; indes kommen bei beiden in Rede stehenden Gebildearten zudem sehr mannigfache Gestalten vor, etwa knäuelartig verwobene, fadenförmige“ etc.

Der Stil ist der Mensch. Wenn der Leser keinen greifbaren Inhalt in diesen gewundenen Sätzen findet, so darf er sich trösten, daß auch andere ihn nicht fanden. Der Fachgenosse des Verfassers bemerkt in seinem Referat zu diesem Beweis kurz (Brauns S. 104): Nach Rinnes eigenem Geständnis fließen gelartige Substanzen wie die Spermien nicht zusammen. Ferner „die Spermien sind mit besondern uns in ihrem Wesen unbekannten Energien begabte Zellen; die Formen der flüssigen Kristalle sind keine Zellen“.

Unter den „chemischen Umständen“ bespricht Rinne ausführlich den linearen Charakter der Molekeln. Brauns: „Die chemische Natur der flüssigen Kristalle erscheint auch in ihren verwickeltsten Arten im Vergleich zu der der Spermiensubstanz noch verhältnismäßig einfach.“ Ferner: „Bei den Spermien tritt bei Erhitzung Zersetzung ein, ein sehr wichtiger, offenbar nicht genügend gewürdiger Unterschied.“ Bezüglich der „optischen Umstände“: „Die Spermienköpfe sind doppelbrechend, anscheinend optisch einachsig, negativ“, entgegnet Brauns: „Auch Gelatine ist halbflüssig, wird durch Druck kräftig doppelbrechend. Auf Spiegelglas gleichmäßig eingetrocknete Gelatine erweist sich im konvergenten polarisierten Licht als optisch einachsig, negativ.“ Für Rinne bedeutet es eine Bestätigung seiner Anschauungen, daß auch die Chromatinsubstanz ruhender Zellkerne Doppelbrechung zeigt, daß man daraufhin also auch den Beginn der Entwicklung des Eis einen kristallographischen Ordnungsvorgang nennen könne. Man sieht, das Imperium des Kristallographen dehnt sich über die ganze Welt des Lebendigen aus. Und diese schöne Wendung haben die Spermien herbeigeführt, „die als für sich bestehende kleine Lebewesen, wie oben nachgewiesen wurde, zugleich die Charaktere gelig-flüssiger Kristalle besitzen. Als solche stellen sie nach meiner [Rinnes] Überzeugung ein seit uralten geologischen Zeiten sich betätigendes Vermittlungsgebiet zwischen der anorganischen und organischen Natur vor“ (Rinne S. 63).

Hoffentlich fragt keiner, wie man sich diese „Betätigung der Vermittlung“ denn zu denken habe. Ausgerechnet die Spermien, von denen jeder zoologische Abschtütze weiß, daß sie irgendwie die gesamte Anlage des fertigen Organismus, also hier der *Sepia officinalis*, enthalten müssen! Das sollte man zu einer Zeit, da die Morganschen Untersuchungen an der Taufliede weltbekannt sind, wo man von Erbgesetzen und Erbträgern schon in der Volksschule redet, doch nicht erst lange beweisen müssen. Aber was bedeutet denn die Doppelbrechung der Spermien? Spannungszustände, vielleicht den linearen Aufbau einiger Eiweißkörper, aber

doch nicht, daß alles mit einem oder einigen isomorphen Nucleoproteinen erledigt ist! Fänden wir, wogegen alle bisherigen Erfahrungen sprechen, wirklich nur einige solcher Eiweißkörper, so würde die Frage nach dem materiellen Träger jener Unzahl von Leistungen des Lebendigen sofort abgeschnitten, das Kausalbedürfnis aber dann um so energischer auf die Leistungen der Entelechie (um es kurz mit dem alten Aristotelischen Ausdruck zu sagen) hingewiesen, also gerade die Kluft aufgetan, die Rinne schließen will. Es ist mir auch ganz neu, daß einmal ein Naturphilosoph, der von den Fortschritten der Chemie so etwas wie die Schaffung einer Zelle gehofft hat, an etwas anderes gedacht habe als an ein ganz primitives Etwas mit einem Minimum von Lebensleistungen. Aber den Mineralogen Rinne hat die Liebe zu seinen Kristallen für alle andern Rücksichten blind gemacht.

Auf den folgenden Blättern des Buches werden noch manche anregende Gedanken geboten, aber sie machen den obigen Beweis nicht besser. Es sind fast nur verschleierte Wiederholungen, soweit es sich um die Kernfrage handelt. Man merkt, wie abgeblaßt Ausdrücke wie Stoffwechsel, Reizbarkeit usw., in der Hand eines Popularisators werden können. So kann man alles und nichts beweisen. Ein Beispiel biete das Bewegungskapitel (S. 92). Vielleicht erwartet ein Leser, daß der Verfasser ihm eine scharfe Definition der sog. immanenten Bewegung des Lebendigen gibt, um die sich z. B. Driesch in den von Rinne angeführten Werken lebhaft bemüht. Aber nein. Der ganze einleitende Teil erledigt sich bei Rinne in dem Satz: „Beim Studium der organischen Welt entrollt sich eine erstaunliche Mannigfaltigkeit von Bewegungsvorgängen.“ Dann werden aufgezählt: Amöboides Strömen, Zilien-, Flimmer- und Muskelbewegung. Gleiten und Schwimmen werden erwähnt und die Rolle, welche Quellungserscheinungen bei der Bewegung spielen. Als Beispiele werden dann noch die Pseudopodien und der menschliche Bewegungsapparat besprochen und als Geschwindigkeitsbeispiel ein Geigenkünstler und die Mückenflügel erwähnt, am Schluß noch die Herzpumpe, die Darmperistaltik und die „zarten Transportgeschehnisse im Plasma der Zellen“.

„Es erhebt sich nun die Frage, ob in Anorganischem Analogien zur organischen Bewegung bestehen. Was die Kleinwelt der Elektronen, Atome und Molekeln anlangt, so sind sie beide dem Organischen und Anorganischen gemeinsam. Wo sie aber für sich erscheinen, sei es als elektronische Kathodenstrahlen, im atomischen Quecksilber- oder molekularen Wasserdampf, sind sie dem Anorganischen zuzurechnen. Man hat guten Grund zur Annahme, daß sie in voller Bewegung sind. Könnte man ihre gewaltige Unrast unter einem ‚Leptoskop‘ verfolgen, sie würden gewiß den gleichen Eindruck machen wie ein Schwarm lebendiger Bakterien oder Spermien.“ Dann geht es noch seitenlang weiter über Elektronengeschwindigkeit, Wärmebewegung, Brownsche Bewegung, Diffusionsbewegung, Kristallbewegung, Bewegung der Flüssigkeiten und Gase, über Flüsse, Meeresströmungen, Winde, Wolken. „Im allergrößten Maßstabe formt sich ein Bild der Ortsveränderung im astronomischen Reiche“: die Bewegung der Sonne und des Milchstraßensystems. „Alles in allem ein

Massentransport von unfafbarer Wucht und im letzten Grunde doch gerade so unerklrt wie das Kreisen der Elektronen um den Atomkern und das Wandern der Chromosomen im Ei. Indes kann kein Zweifel daruber bestehen, daB physikalische Kräfte bei alledem am Werke sind. Somit ziehen wir den SchluB, daB selbsttätige Bewegungen nicht nur im Organischen, sondern auch im Anorganischen in Hülle und Fülle sich ereignen.“

So wird's gemacht. Bei den physikalischen Kräften im vorletzten Satz läßt man das „allein“ aus, das natürlich sofort beanstandet würde und vorher absolut nicht bewiesen wurde. Aber zu dem folgenden „SchluB“ gehört es doch wohl, oder soll man das kleine Wörtchen „selbsttätig“ auch so nebenbei unbesehen mitnehmen? Wir geben ja gern zu, daB die Lebensbewegung nicht so leicht zu fassen ist (vgl. Driesch, Lebensproblem 414). Aber daB irgend ein Denker der Vorzeit die Bewegung einer Windmühle als Lebenszeichen aufgefaßt hätte, ist mir doch nicht bekannt. Natürlich tut das Rinne ebensowenig, aber was soll dann die ganze Aufzählung? Ist sie nur ein harmloses Geplauder?

Den SchluB des Buches haben wir schon gehört: Die zumeist übliche Unterscheidung von Organischem und Anorganischem als zwei grundsätzlich zu trennenden Erscheinungsformen der Natur besteht nach Rinne nicht zu Recht. Einsteins Hinweis auf die Wesensgleichheit von Materie und Energie ermutigt ihn zu der Hoffnung, daB bald ein künstlich hergestelltes Eiweiß „die Energie ... erhält, die es zu einer biologischen Betätigung niederer Art bedarf“. Wir haben nichts dagegen, daB uns eine einwandfreie Urzeugung vorgemacht oder als möglich nachgewiesen wird. Aber dieser Vorstoß von Rinne leistet es nicht. Und zwar auch deshalb nicht, weil die Beispiele auf mineralogischer und biologischer Seite unglücklich gewählt und falsch verstanden sind. Es mag wohl an der Hoffnungslosigkeit des ganzen Problems liegen, wenn man keine besseren auffinden kann. Bei Fachgenossen hat Rinne mit diesem Buch wohl kaum Anklang gefunden.

Der jahrzehntelange Kampf um die feste Form der Kristalle hat manches geklärt, manchen Begriff schärfer gefaßt und manche Einsicht vertieft. Das ist ein Teilbild aus jenem gewaltigen Kampfe um die Wahrheit, den die Wissenschaft führt. Eine solche Zusammenfassung wie die von Brauns ist vielleicht wie nichts anderes geeignet, einem mit dramatischer Unmittelbarkeit vorzuführen, unter welchen Wehen eine gesicherte wissenschaftliche Erkenntnis werden muß.

Jugenderinnerungen

Von Erich Wasmann († 27. Februar 1931).

III.

Von meinem siebten Jahre an hatte mein guter Vater viel von mir zu leiden, nicht als Künstler wie früher, als der fünfjährige Autodidakt ihm sein Bild verpfuschte, sondern als Mensch, weil ich seine Bescheidenheit nicht verstand und sie deshalb mißbrauchte. Und doch hätten wir uns