

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. R. Hertwig**
Professor der Botanik Professor der Zoologie
in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Luisenstr. 27, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwicklungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut, einzusenden zu wollen.

Bd. XXVIII. 15. August 1908.

N^o 16.

Inhalt: Lehmann, Scheinbar lebende Kristalle, Pseudopodien, Cilien und Muskeln (Schluss). — Capparelli, Die Phänomene der Hygromipisie (Schluss). — Franz, Die Struktur der Pigmentzellen. — Nagel, Handbuch der Physiologie des Menschen.

Scheinbar lebende Kristalle, Pseudopodien, Cilien und Muskeln.

Von **O. Lehmann.**

(Schluss.)

Würde ein gewöhnlicher kugelförmiger Flüssigkeitstropfen (etwa durch Abkühlung) plötzlich in einen flüssigen Kristall übergehen, was sich in zahlreichen Fällen, z. B. bei Cholesteryloleat wirklich beobachten lässt, so würde der kugelförmige Tropfen durch jene innere Kraft zu einem Polyeder ausgestreckt, welcher sich bei Erwärmung bis zur Umwandlungstemperatur plötzlich wieder zur Kugel kontrahieren würde. Man könnte die auftretende Kontraktionskraft zu mechanischer Arbeitsleistung ausnützen und würde finden, dass die Arbeit auf Kosten von Wärmeenergie entsteht, allerdings nicht direkt. Die Wärme wird nämlich nur dazu gebraucht, die Umwandlung der Moleküle des flüssigen Kristalls in solche der amorph flüssigen Modifikation zu bewirken, also chemische Energie zu erzeugen und die Bewegung entsteht dann direkt auf Kosten der letzteren. Zu diesem Ergebnis führt die Betrachtung analoger Fälle.

Bei flüssigen Kristallen ist es lediglich der Oberflächenspannungsdruck, welcher die Kontraktion veranlasst, eine sehr geringfügige Kraft, welche nicht in Vergleich gestellt werden kann mit der Größe

der Muskelkraft. Wie bereits bemerkt, verhalten sich aber auch feste Kristalle ganz ähnlich wie flüssige, denn vom Standpunkt der Molekulartheorie unterscheiden sie sich von solchen nur dadurch, dass ihren Molekülen die Fähigkeit abgeht, von selbst oder bei einem unterhalb der Elastizitätsgrenze liegenden Zwang von Ort zu Ort zu wandern, was Voraussetzung der Erscheinung des Fließens, der bleibenden Deformation und der Relaxation ist. Dehnt man einen festen Kristall, so sucht er sich mit großer Kraft zu kontrahieren wie eine gespannte Feder, da infolge der Vergrößerung der Molekularabstände in der Dehnungsrichtung die Molekularattraktion beträchtlich über die Expansivkraft, mit welcher sie sich vorher im Gleichgewicht befand, gewachsen ist. Dieser Überschuss ist es, welcher sich als Kontraktionskraft geltend macht und durch eine äußere Kraft äquilibriert werden muss. Beim Stauchen wird infolge der durch Annäherung der Moleküle bedingten Schwächung der Attraktion umgekehrt die Expansion überwiegend und der Überschuss erscheint als federnde Widerstandskraft, welche durch die komprimierende Kraft überwunden wird.

Auch bei einem festen Kristall wäre die beim Schmelzen auftretende Kontraktionskraft nicht größer als beim flüssigen, da sie lediglich von der Oberflächenspannung herrührt. Ersetzen wir aber Schmelz- und Erstarrungsprozess durch enantiotrope Umwandlung (Umwandlung in eine polymorphe Modifikation), so kann auch die Kraft der Zusammenziehung beträchtliche Werte annehmen, wie die von mir bei Protokatechusäure, Chinondihydroparadikarbonsäureester und Paraazophenetol beobachteten Schubwirkungen³²⁾ lehren.

Man kann die auftretende Kraft Gestaltungskraft nennen, da sie wieder hervorgeht aus dem Zusammenwirken von Molekularattraktion und Expansivkraft. Letztere ist eine innere spannende Kraft, welche als ausdehnende Kraft wirkt, falls durch Umwandlung der Moleküle deren Attraktionskraft vermindert ist.

Im Fall des Paraazophenetols ist die auftretende Schubkraft eine so beträchtliche, dass sogar dünnwandige Glasgefäße, in welchen die Kristalle enthalten sind, gesprengt werden können, obschon sich das Volumen bei der Umwandlung nicht vergrößert, sondern im Gegenteil verkleinert. Schon meine früheren Untersuchungen über Polymorphie, namentlich aber diejenigen über flüssige Kristalle haben zu dem Ergebnis geführt, dass die enantiotrope Umwandlung nicht darauf beruhen kann, dass dieselben Moleküle sich zu einem anderen Raumgitter zusammenlagern, wie die alte Theorie der Polymorphie annahm, sondern dass eine Änderung der Moleküle eintreten muss³³⁾, als deren Folge dann die Raumgitteränderung sich

32) O. Lehmann, Ann. d. Phys. **21**, 381, 1906.

33) O. Lehmann, Ann. d. Phys. **20**, 77, 1906.

vollzieht. Die Umwandlungsvorgänge sind ganz ähnlich denjenigen bei Dissoziation lockerer chemischer Verbindungen (Kristallwasserbindungen) und die Umwandlungskraft³⁴⁾, welche eine Modifikation auf eine andere ausübt, wenn sie mit derselben in Berührung gebracht wird, ist wohl in ihrer Wirkung verwandt denjenigen, welche man bei chemischen Prozessen als katalytische bezeichnet, allerdings nicht in dem Sinne, dass sie lediglich einen stattfindenden Prozess beschleunigt, sondern auslöst.

Fragen wir also nach der Quelle der Arbeitsleistung der bei enantiotropen und monotropen Umwandlungen auftretenden Schubkräfte, so kann sie wohl kaum in etwas anderem gesucht werden als in der bei der Umwandlung verschwindenden potentiellen chemischen Energie. Denn Hinderung der Schubkraft hindert auch die Umwandlung und durch hinreichend große Gegenkraft kann sogar die Umwandlung (der chemische Prozess) rückgängig gemacht werden. Wir haben hier einen Fall direkter Umwandlung chemischer Energie in mechanische, wie er uns sonst nur bei der Muskelkontraktion begegnet.

Ist schon der Umstand, dass die Muskelkraft in jeder Hinsicht der auf Molekularattraktion beruhenden Elastizität gleicht und der Gestaltungskraft, so ist der weitere Umstand, dass keine andere Kraft außer letzterer direkte Umwandlung von chemischer Energie in mechanische zu bewirken vermag, ein deutlicher Hinweis darauf, dass Muskelkraft und Gestaltungskraft im Prinzip identisch sind. Da es sich bei der Muskelarbeit um Oxydationsvorgänge handelt, welche sich naturgemäß innerhalb eines festen Kristalls nicht vollziehen können, ist der Vergleich mit der Umwandlungskraft eines Kristalls allerdings direkt nicht zutreffend. Die lebende organische Substanz ist aber gallertartig, d. h. sie besteht nach meinen Untersuchungen³⁵⁾ aus einem schwammigen Gerüst kleiner Kriställchen³⁶⁾, welche in Muskelfasern, insofern diese optisch anisotrop erscheinen, größtenteils parallel geordnet sein müssen. Da in den Zwischenräumen Diffusion möglich ist, sowohl Zutritt von Sauerstoff aus dem Blut, wie auch Abgabe der durch die Muskeltätigkeit gebildeten Kohlensäure u. s. w., erscheint eine chemische Umwandlung der Muskelfibrillen in solcher Schnelligkeit, in welcher die Muskelkontraktionen erfolgen können, recht wohl möglich. Die Muskelkraft wäre demnach physikalisch betrachtet nichts anderes als Gestaltungskraft, ausgelöst durch die Umwand-

34) O. Lehmann, Verh. d. Karlsr. naturw. Ver. **19**, 114, 1906.

35) O. Lehmann, Zeitschr. f. Kristallogr. **1**, 453, 460, 1877; Molekularphysik **1**, 503, 513, 522, 532, 533, 1888.

36) Vgl. auch C. Naegeli, Theorie der Gärung, München 1879, 123; J. M. van Bemmelen, Zeitschr. f. anorg. Chem. **13**, 234, 298, 1896; P. P. v. Weimann, Zeitschr. f. Chem. u. Industr. der Kolloide **2**, 370, 1908.

lungskraft eines vom Nerven abgeschiedenen Stoffes, welcher gewissermaßen katalytisch die Umwandlung der Kriställchen (Micellen) einleitet. Das Ergebnis scheint sehr gut zu harmonisieren mit den Untersuchungsergebnissen von Th. W. Engelmann³⁷⁾, welchen zufolge die Muskelkontraktion in engem Zusammenhang steht mit Verschwinden und Wiederauftreten der optischen Anisotropie der Muskelfasern. Er schreibt (S. 716): „Als primäre physiologische Ursache derselben betrachte ich die, an chemische Aktivität gebundene Formveränderung kleinster, ultramikroskopischer, im Protoplasma enthaltener doppelbrechender Teilchen, quellungsfähige Molekülkomplexe, die ich als Inotagmen bezeichnet habe. Es mag dahingestellt bleiben, ob diese . . . im Ruhezustand faserförmig zu denkenden Teilchen bleibende, oder ob sie vorübergehend entstehende und wieder vergehende festere Gebilde sind. Jedenfalls sind es meiner Auffassung nach nur die Formveränderungen dieser Gebilde, welche den Kontraktionen der Muskelfibrillen, Flimmerhaare u. s. w. zu vergleichen sind und auf gleichem Prinzip wie letztere beruhen. Auf sie allein ist also der Ausdruck „Kontraktion“ anzuwenden. Sie veranlassen sekundär jene rein physikalischen Bewegungen, die ich als „Tropfenbewegungen“ bezeichnen möchte, d. h. die auf Oberflächenspannungsdifferenzen beruhenden Protoplasmaströmungen“³⁸⁾.

Zeigen sich nun große Analogien zwischen den Kraftäußerungen sich umwandelnder Kristalle und den Bewegungserscheinungen bei Lebewesen, so gilt dies nicht minder hinsichtlich der Wachstumserscheinungen. Der häufig gemachte Einwand, Kristalle seien starre Gebilde, lebende Substanz dagegen gallertartig weich oder zähflüssig, ist durch die Entdeckung der flüssigen Kristalle hinfällig geworden, und von ganz besonderem Interesse ist, dass bei solchen Gebilde beobachtet werden können, die sogen. Myelinformen, welche mit organischen Bildungen außerordentlich große Ähnlichkeit besitzen.

Entdeckt wurden die Myelinformen bereits 1854 von R. Virchow³⁹⁾; trotz mannigfacher Untersuchungen konnte man aber lange Zeit hindurch über ihre Natur nicht ins Klare kommen. H. Ambrohn⁴⁰⁾ hielt sie für schlauchförmige, mit einer der zwei aufeinander reagierenden Flüssigkeiten gefüllte Niederschlagsmem-

37) Th. W. Engelmann, Berl. Akad. Ber. 39, 694, 1906.

38) Die Vermutung, dass nähere Untersuchung des Verhaltens flüssiger Kristalle wohl zur Aufklärung über das Wesen der Muskelkraft führen könne, habe ich bereits an verschiedenen Stellen ausgesprochen, z. B. Flüssige Kristalle, 1904, S. 258; Flüssige Kristalle und die Theorien des Lebens, Leipzig, Ambr. Barth, 1906, S. 54, 2. Aufl., 1908; Aus der Natur, Leipzig, E. Nägele, 4, 18, 1908 u. s. w.

39) R. Virchow, Virchow's Archiv 6, 571, 1854.

40) H. Ambrohn, Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 42, 425, 1890.

branen; nach G. Quincke⁴¹⁾ sollten sie hohle, mit Kristallen und schleimiger Masse gefüllte Säcke und Röhren von Ölsäure sein. Daß es sich um eigenartige Bildungen fließender Kristalle handelt, wurde zuerst von mir erkannt⁴²⁾. Erst in neuester Zeit gelangte ich indes zu völlig klarer Erkenntnis ihrer Struktur, nachdem von Ch. P. White⁴³⁾ nicht nur eine größere Zahl weiterer Fälle von Myelinbildungen aufgefunden, sondern insbesondere auch der Nachweis erbracht war, dass diese Bildungen, nicht, wie man bisher annahm, immer nur an der Grenze zweier aufeinander reagierender oder mindestens in Kontakt stehender Flüssigkeiten auftreten können, sondern ähnlich wie Kristalle inmitten einer einzigen homogenen Lösung, speziell bei Mischungen von geschmolzener Fettsäure (Palmitinsäure) und Cholesterin bei Zugabe von Glycerin oder Wasser. White hält nichtsdestoweniger an der Ansicht fest, Oberflächenspannungsdifferenzen seien die eigentliche Ursache der Bildung. Durch Beobachtung der bei Stearinsäure (statt Palmitinsäure) entstehenden Formen kam ich aber zu anderer Ansicht. Sind nämlich flüssige Tröpfchen des Fettsäure-Cholesteringemischs in der heißen

Fig. 18.



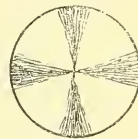
Fig. 19.



Fig. 20.



Fig. 21.



wässerigen Flüssigkeit suspendiert, sei es, daß sie sich bei der Abkühlung von selbst ausgeschieden haben oder dass man künstlich eine Emulsion erzeugt hat, so scheiden sich in diesen Tröpfchen bei fortgesetztem Abkühlen flüssige Kristalle aus (Fig. 18), die mit der Oberfläche in Kontakt kommend, sich alsbald auf dieser ausbreiten und zwar ganz wie in anderen Fällen (z. B. Ammoniumoleat) so, dass die optische Achse überall senkrecht zur Tropfenoberfläche steht (Fig. 19). Der Tropfen isotroper Flüssigkeit erhält also einen doppeltbrechenden flüssig-kristallinen durchaus homogenen Überzug (Fig. 20) und zeigt infolgedessen zwischen gekreuzten Nicols in jeder Lage ein schwarzes Kreuz wie ein Sphärorkristall (Fig. 21). Die Polarisationsfarbe ist natürlich nicht von dem Durchmesser des Tropfens abhängig, sondern von der Dicke der flüssig-kristallinen Schicht, welche sich in weiten Grenzen ändern kann. Man beobachtet deshalb nebeneinander völlig schwarze, d. h. isotrope, graue, weiße, gelbe, rote Tropfen, sogar solche mit mehreren farbigen

41) G. Quincke, Wied. Ann. 53, 630, 1894.

42) O. Lehmann, Wied. Ann. 36, 771, 1895; Flüssige Kristalle, S. 253, 1904.

43) Charles Powell White, Medical Chronicle, March 1908.

Ringen. Ein schwarzer Tropfen kann plötzlich weiß werden (mit schwarzem Kreuz), wenn er mit einem frei in der Flüssigkeit ausgeschiedenen flüssigen Kristall oder mit einem andern bereits überzogenen Tropfen in Berührung kommt.

Man kann einen solchen doppeltbrechenden Tropfen einen hohlen flüssigen Kristall mit isotrop-flüssigem Inhalt nennen. Letzterer kann sehr geringfügig, kaum sichtbar sein, so dass das Gebilde eher als flüssiger Sphärokristall mit kleinem flüssigem Einschluss zu bezeichnen wäre. Da nun aber ein flüssiger Kristall, wie oben besprochen, das Bestreben hat, Polyederform anzunehmen (spontane Homöotropie), so vermag ein kleiner Flüssigkeitseinschluss der Gestaltungskraft nicht zu widerstehen, wird aber dadurch selbst in die Länge gezogen. So entsteht eine eigenartige Missbildung, ein zylindrischer Tropfen, welcher wieder mit einer flüssig-kristallinen Haut derart überzogen ist, dass die optische Achse allenthalben senkrecht zur Flüssigkeitsoberfläche steht (Fig. 22).

Fig. 22.



Fig. 23.



Fig. 24.



Fig. 25.



Zwischen gekreuzten Nicols sieht man entsprechend ein stark verlängertes Kreuz mit breitem, fast die ganze Länge des Zylinders einnehmendem Querbalken oder bei Drehung um 45° die in Fig. 23 dargestellte Figur, wobei der achsiale schwarze Strich durch die Totalreflexion in der achsialen Röhre bedingt ist. Derartige Gebilde sind naturgemäß um so stabiler, je geringer die lichte Weite der Höhlung ist, bei Vergrößerung derselben wird aber die Oberflächenspannung überwiegend, es entsteht eine Neigung, in zwei Teile zu zerfallen, wie die Fig. 24 und 25 andeuten, wobei aber nicht selten das Gebilde an der Einschnürungsstelle wieder stabil wird, so dass man zwei durch einen zylindrischen Stab verbundene Kugeln erhält. Es kann auch das Ganze plötzlich zu einer Kugel zusammenschrumpfen, was namentlich dann geschieht, wenn sich der Zylinder infolge einseitigen Wachstums zu einem Ring zusammenbiegt und die Enden in Berührung kommen. Wie man sieht, sind dies im wesentlichen dieselben Erscheinungen, die man bei den von mir als „scheinbar lebende“ bezeichneten Kristallen

des Vorländer'schen Parazoxyzimsäureäthyläthers beobachtet⁴⁴⁾. Diese entstehen augenscheinlich dadurch, dass bei hinreichend niedriger Temperatur sich nicht sofort flüssige Kristalle aus der Lösung ausscheiden, sondern zunächst Tröpfchen übersättigter Lösung, welche dann ähnlich wie die eben besprochenen Myelinformen bei fortschreitender Abkühlung einen flüssig-kristallinen Überzug erhalten. Die Tröpfchen sind allerdings hier so fein, dass sie nur als dunkle Punkte oder bei den zylindrischen Formen als dunkle achsiale Linie bemerkt werden.

Auf die verschiedenen Analogien dieser Bildungen mit niedrigsten Lebewesen habe ich bereits an anderer Stelle hingewiesen⁴⁵⁾. Nach den eben besprochenen neuesten Ergebnissen gehen die Analogien sogar noch weiter, insofern die Myelinformen auch als künstliche Zellen mit flüssig-kristallinischer Haut betrachtet werden können. Ihre Haut ist halb-durchlässig, weil flüssige Kristalle nur sehr wenige fremde Stoffe (chemisch analog zusammengesetzte, isomorphe) aufzulösen, somit auch durchzulassen vermögen; diese aber in vollkommenem Maße. Beispielsweise könnte flüssig-kristallinisches Eiweiß wohl eiweißartige Stoffe durchdiffundieren lassen, nicht aber Wasser u. s. w. Aus den Untersuchungen von G. Quincke scheint sogar hervorzugehen, dass alle gut wirkenden halbdurchlässigen Membranen (auch bei gewöhnlichen osmotischen Versuchen) flüssig-kristallinisch sind. Eine Myelinform kann somit auch wachsen durch Erhöhung des osmotischen Druckes in ihrem Innern infolge von Osmose und zwischen dem Wachstum der künstlichen Zellen, künstlichen Vegetationen (Silikatvegetationen u. s. w.) und dem wirklicher Zellen scheint ein tiefer gehender Zusammenhang vorzuliegen; namentlich insofern, als auch anisotrope amorphe und gallertartige Stoffe, z. B. Zellulosemembranen u. s. w. durch die Mischkristalle nicht isomorpher Stoffe mit den kristallinen verbunden sind, in gewissem Sinne somit ebenfalls als kristallinisch betrachtet werden können, wenn ihnen auch, eben weil sie Gemische verschiedener Molekülarten sind, die für einen Kristall charakteristische Fähigkeit zu wachsen abgeht. Man hat meine Ausführungen häufig dahin missverstanden, ich wäre der Meinung, es handle sich bei den scheinbar lebenden Kristallen um wirkliche Lebewesen⁴⁶⁾, obschon ich bereits früher⁴⁷⁾ ausdrücklich bemerkt hatte: „Selbstverständlich sind dieselben nicht als wirkliche Lebewesen aufzufassen“⁴⁸⁾.

44) O. Lehmann, Die scheinbar lebenden Kristalle, Esslingen a./N. 1907, J. F. Schreiber.

45) Arch. f. Entwickelungsmech. d. Organ. 21, Heft 3, 1906.

46) Siehe L. Kathariner, Germania, wissensch. Beil. 1907, Nr. 36, S. 287.

47) O. Lehmann, Ann. d. Phys. 20, 63, 1906.

48) Dort ist darauf hingewiesen, dass die scheinbar lebenden Kristalle etwas ganz anderes sind als hohle Niederschlagsmembranen (künstliche Zellen), womit

Später⁴⁹⁾ habe ich dies allerdings eingeschränkt, weil mir die vorhandenen Definitionen des Lebens⁵⁰⁾ nicht genügend sicher erschienen, um jene Behauptung im strengen Sinne des Wortes als wissenschaftliches Ergebnis hinzustellen. Wie Roux (a. a. O.) erwähnt, gehört zu einem Lebewesen vor allem die Fähigkeit der Assimilation und der Dissimilation. Man hat auch oftmals ein Lebewesen mit einer Flamme verglichen, deren Existenz eben gerade in der fortwährenden Zufuhr von Brennstoff und Beseitigung der Verbrennungsprodukte beruht.

Bereits in dem Vortrag auf der Stuttgarter Naturforscherversammlung⁵¹⁾ habe ich aber darauf hingewiesen, es existiere auch ein latentes Leben, d. h. ein solches ohne Stoffwechsel, was allerdings Kathariner (a. a. O.) bestreitet. Augenscheinlich ist diesem unbekannt, dass Kochs⁵²⁾, nachdem er Samen monatelang in möglichst evakuierten zugeschmolzenen Glasröhren aufbewahrt hatte, dieselben vollkommen keimfähig befunden hat, obschon sich in den Röhren keine ausgeschiedenen Gase vorfanden; ebenso, dass nach Macfadyen⁵³⁾ Mikroorganismen viele Monate bei -200° erhalten werden können (bei einer Temperatur, die chemische Reaktionen unmöglich macht) ohne ihre Keimkraft einzubüßen. Arrhenius, ein Anhänger des Kosmozoismus, nimmt sogar auf Grund anderer Erfahrungen an, Bakterien könnten sich in dem luftleeren äußerst kalten Weltraum aufhalten und durch den Strahlungsdruck von einem Weltkörper zum andern getrieben werden, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren. Dass im Laufe langer Zeit in Samenkörnern eine Veränderung vor sich geht, beweist nichts für einen Stoffwechsel in denselben, denn auch amorpher Schwefel oder vulkanisierter Kautschuk verändern sich allmählich und der „sogen. Mumienweizen“ war vermodert, aus gleichem Grunde wie auch jede andere organische Substanz unter gleichen Umständen vermodert wäre. Dass das Leben des Keimlings lediglich in Aufzehrung der vorhandenen Eisubstanzen bestehe ohne jede äußere

sie häufig verwechselt werden (siehe z. B. A. Gockel, Monatschr. „Hochland“. Kempton 1907, J. Kössel; L. Rumbler, Aus dem Lückengebiet zwischen organischer und anorganischer Materie, Wiesbaden 1906, Bergmann u. s. w.), die gewöhnliche Auffassung dieser künstlichen Vegetationen als richtig angenommen. Neuerdings habe ich indes auf Grund von Quincke's Versuchen erkannt, dass sie nicht zutreffend sein kann, dass sie vielmehr in den meisten Fällen künstliche Zellen mit flüssig-kristallinen Wänden vorliegen (s. O. Lehmann, Verh. d. d. phys. Ges. 10, 407, 1908).

49) O. Lehmann, *Illustr. Ztg.* 128, 806, 1907 (9. Mai Nr. 3332).

50) Siehe W. Roux, *Umschau* 10, 141, 1906.

51) O. Lehmann, *Flüssige Kristalle und die Theorien des Lebens*, Leipzig, Barth, 1906, S. 7.

52) W. Kochs, *Biol. Centralbl.* 10, 1890 (zitiert nach Verworn).

53) Siehe S. Arrhenius, *Das Werden der Welten*, Leipzig 1907, S. 201.

Stoffaufnahme oder Abgabe, entspricht nicht dem Begriff des Stoffwechsels, welcher im Keimling nur langsamer verlaufen soll.

Der geringe Stoffwechsel bei Winterschlaf und Scheintod beweist, dass der Stoffwechsel nicht einfach eine Funktion der Beschaffenheit des Lebewesens ist, sondern abhängt vom Energieverbrauch für die Lebenstätigkeit und vom Stoffverbrauch für das Wachstum, dass er also wahrscheinlich verschwindet, falls diese gleich Null werden, ohne dass das Leben aufhört.

Bekannt ist ferner, dass bei Teilung einer Amöbe in eine kernlose und eine kernhaltige Hälfte der ersteren, obschon sie noch lebt, die Fähigkeit der Nahrungsaufnahme fehlt. Dies ist ein Fall der als Nekrobiose bezeichneten allgemeinen Lebenserscheinung, deren Unterschied vom wahren Leben übrigens einfach darin besteht, dass der endgültige Tod wesentlich früher eintritt als unter normalen Umständen.

Die Nekrobiose beweist nach meiner Ansicht auch, dass die Selbstregulation aller Funktionen nicht so unbedingt zu den charakteristischen Eigentümlichkeiten des Lebens gehört, wie Roux es aufgestellt hat. Ein abgefallenes Blatt, ein gebrochener Apfel, ein abgeschnittener Weidenzweig leben noch, wenn sie auch allmählich verdorren oder eintrocknen und wenn auch der letztere unter günstigen Bedingungen sich wieder zum Baum entwickeln könnte, so lässt sich doch das welke Blatt selbst nicht durch Wiederanheilen an die frühere Stelle zur weiteren Entwicklung bringen. Es stirbt unaufhaltsam allmählich ab, aber erst lange nach Erlöschen der Selbstregulation.

Dass bei Organismen das Wachstum auf andere Weise stattfinden soll als bei Kristallen, wie Kathariner meint, vermag ich ohne weiteres auch nicht einzusehen. Allerdings wächst z. B. ein Eiweißkristall in Eiweißlösung nur durch Apposition⁵⁴⁾; wäre er ein Lebewesen, so müsste er sich bilden können in einer Mischung der Lösungen von Eiweißspaltungsprodukten (Aminosäuren etc.), wie sie sich z. B. im Darmkanal vorfinden, und zwar in der Art, dass diese Lösungen in den Kristall eindiffundieren und dort neue Eiweißmoleküle bilden, die sich zwischen die vorhandenen einlagern

54) Wie z. B. Bechhold mittelst seines Ultrafilters gezeigt hat, ist eine Eiweißlösung kolloidal, d. h. sie besteht (nach obigem sowie nach Zsigmondy, von Weimarn u. a) aus kleinen suspendierten Kriställchen, könnte also eigentlich, da sie schon kristallisiert ist, nicht kristallisieren; indes können ja verschiedene Modifikationen bestehen. So ist z. B. die wässrige Lösung von Schmierseife kolloidal, man erhält auch daraus keine (fließenden) Kristalle. Dagegen bilden sich sehr schöne aus der alkoholischen, nicht kolloidalen Lösung. Ob es möglich ist, dass z. B. die Hämoglobinkristalle, welche H. Przißram untersucht hat, aus der (nach Bechhold) kolloidalen wässrigen Lösung sich durch Aneinanderlagerung ultramikroskopischer Kriställchen gebildet haben, müsste erst erwiesen werden und ist durchaus unwahrscheinlich.

und sie auseinander drängen. In einem homogenen Kristall kann solche Diffusion aber nicht stattfinden, da Kristalle keine Poren haben⁵⁵⁾ und am allerwenigsten Lösungen hochmolekularer Stoffe, wie es die Eiweißspaltungsprodukte sind, eindiffundieren könnten. Bei Myelinformen und scheinbar lebenden Kristallen ist der Vorgang einfach der, dass fertige Moleküle durch die Adsorptionskraft aus der Lösung in den Kristall hineingezogen werden. Organismen sind aber keineswegs homogene Körper wie Kristalle, weshalb häufig schwer zu unterscheiden ist, ob das Wachstum durch An- oder Einlagerung erfolgt, zumal die Stoffe meist gallertartig, d. h. von unsichtbaren, mit Flüssigkeit erfüllten Kanälen durchzogen sind, so dass Anlagerung von hier aus an die das Netzwerk bildenden Kriställchen (Micellen u. s. w.) erfolgen kann, aber auch Intussuszeption ganz wie bei Myelinformen, falls nämlich die Gallerte aus kleinen fließenden Kriställchen besteht. Der Einwand, letztere seien anisotrope Gebilde, während die lebende Materie im allgemeinen isotrop ist, hat kaum Bedeutung, da ein regelloses Gemenge kleinster Kriställchen isotrop erscheint⁵⁶⁾ und die Kraft, welche das Heran- oder Hineinziehen der neu hinzukommenden Moleküle bewirkt, in allen Fällen die gleiche ist, nämlich die Adsorptionskraft oder Molekularattraktion⁵⁷⁾.

Dass amorphe Körper nicht wachsen können, soll nach Goßner darauf beruhen, dass ihren Molekülen die molekulare Richtkraft fehlt; doch habe ich schon an anderer Stelle darauf hingewiesen⁵⁸⁾, dass die wahre Ursache in der Konstitution der amorphen Körper beruht, welche als Gemisch mehrerer Molekülarten aufzufassen sind.

Dass die Bewegungserscheinungen bei Organismen, welche allerdings bisher physikalisch nicht zu deuten waren, vielleicht doch

55) Nach Siedentopf, Physikal. Zeitschr. 1905, S. 855 und L. Wöhler, Zeitschr. f. anorg. Chem. 47, 353, 1905 diffundiert allerdings Natriumdampf in klare Kristalle von Steinsalz, auch soll Joddampf in Jodkaliumkristalle eindringen können, Jod in Kupferjodür (s. K. Bädeker, Phys. Zeitschr. 9, 431, 1908) u. s. w.

56) Ich glaube dies aus dem Verhalten flüssiger Kristalle, insbesondere den Erscheinungen der Pseudoisotropie schließen zu dürfen. Nach A. Kundt, Pogg. Ann. 123, 410, 1864 und V. v. Ebner, Sitzber. d. Wien. Akad. 118 IIa, 1283, 1889 müsste allerdings stets Depolarisation (Aggregatpolarisation) auftreten.

57) Meines Erachtens ist alles Kristallwachstum Wirkung der Adsorptionskraft, welche sich nicht nur auf gleichartige, sondern auch auf isomorphe und ganz fremdartige Moleküle erstreckt. Nach B. Goßner (Dissertation, München 1908) soll allerdings ein Unterschied bestehen zwischen isomorphen Mischkristallen und anomalen, welche letztere im Gegensatz zu ersteren Adsorptionsverbindungen wären. Die Unterscheidung beruht aber lediglich darauf, dass übersehen wurde, welchen Einfluss der einfache Kontakt zweier Körper auf Schmelzpunkt und Sättigungstemperatur ausübt. (Siehe O. Lehmann, Wied. Ann. 24, 1, 1885.)

58) O. Lehmann, Flüssige Kristalle 1904, S. 210ff. und Vierteljahrsber. d. Wien. Ver. z. Förder. d. phys. chem. Unt. 12, 239, 1907.

einmal eine vollkommene Deutung, etwa auf Grund der Wirkung von Gestaltungs- und Umwandlungskraft, erfahren können, ist nach dem Dargelegten gar nicht unwahrscheinlich.

Die Probe auf die Richtigkeit der Erklärung wird in der Weise zu machen sein, dass man künstlich einen Motor herstellt, welcher in gleicher Weise chemische Energie direkt in mechanische verwandelt wie der Muskelmechanismus eines Lebewesens. In wirtschaftlicher Hinsicht wäre ein solcher Motor von größter Bedeutung, da er in bezug auf Wirkungsgrad und geringes Gewicht voraussichtlich alle bekannten und möglichen thermodynamischen Motoren übertreffen würde.

Ob es nach Lösung dieser Aufgabe gelingen könnte, künstlich ein Lebewesen herzustellen, ist eine andere Frage, die unlösbar erscheint, wenn man den Satz von der Unmöglichkeit der Urzeugung als Axiom betrachtet. Der Umstand, dass auf der Erde nicht immer dieselben Lebewesen vorhanden waren wie heute, sondern eine „Entwicklung“ stattgefunden hat, spricht durchaus nicht für jenes Axiom. Dass heute Urzeugung nicht mehr stattfindet, kann darin seinen Grund haben, dass früher die Bedingungen andere waren. Die Temperatur der Sonnenoberfläche ist heute etwa 6000° , demgemäß liegt das Energiemaximum im gelbgrünen Teile des Sonnenspektrums. Früher als in Anbetracht des ungeheuren Energieverlustes der Sonne, deren Temperatur eine außerordentlich viel höhere sein musste, lag das Energiemaximum im ultravioletten Teil des Spektrums, die Sonne produzierte hauptsächlich chemisch wirkende Strahlen, vielleicht sogar Radiumstrahlen, eine Wirkung, über welche wir gar nicht orientiert sind, da künstlich die Temperatur eines Körpers nicht über 4000° gesteigert werden kann⁵⁹⁾.

Man hat wohl die Unmöglichkeit der Urzeugung darauf zurückgeführt, dass sich die psychischen Erscheinungen nicht mechanisch erklären lassen, dass außer Stoff und Kraft noch ein weiterer Faktor zu einem Lebewesen gehört, eine „Seele“, welche lenkend eingreifen kann. Doch besteht diese Schwierigkeit nur für die dualistische Theorie, nicht für die monistische, den Hylozoismus, welcher jedem einzelnen Atom eine davon untrennbare Seele zuschreibt und die psychischen Fähigkeiten der Lebewesen durch das Zusammenwirken der Atomseelen erklärt. Im Kristall, in welchem jedes Atom ein den Naturgesetzen folgendes Ganzes darstellt, ist solches Zusammenwirken ausgeschlossen, der Kristall ist kein Lebewesen. Im Organismus können sich die Atome wegen der angenommenen Seelenverbindung anders verhalten, als physikalische und chemische Gesetze vorschreiben, so lange diese

59) Siehe auch O. Lehmann, Die absolut höchste Temperatur, Phys. Zeitschr. 9, 251, 1908.

Verbindung besteht, so lange der Organismus lebt. Tod bedeutet Aufhebung der Verbindungen zwischen den Atomseelen. Urzeugung ist unmöglich, weil Atomseelen-Verbindungen nicht von selbst eintreten können. Vielleicht hängt dies damit zusammen, dass nicht die chemischen Atome in Betracht kommen, sondern die weitaus kleineren Urteilchen, zu deren Kenntnis die Erscheinungen der Radioaktivität geführt haben. Der Beweis derartiger Hypothesen kann aber natürlich nur in der Weise erbracht werden, dass wirklich künstlich ein Lebewesen hergestellt wird, wenn auch nur ein solches einfachster Art. Diesen Beweis, oder event. den Beweis des Gegenteils, wird man aber nur erbringen können, falls zunächst die Kräfte und Stoffe, welche in Organismen in Aktion treten, mit aller Präzision erforscht sind. Die Untersuchung der flüssigen Kristalle dürfte, wie gezeigt, solche Forschung wesentlich fördern.

Karlsruhe, 20. April 1908.

Die Phänomene der Hygromipisie. Studien und Untersuchungen.

Von Prof. A. Capparelli.

(Physiologisches Institut der Kgl. Universität Catania.)

Mit einer Textfigur und einer Tafel.

(Schluss.)

Kapitel II.

Die Kolloidalen bei den Hygromipisieerscheinungen. Verhalten der Mischungen von Kolloidal- und Kristalloidsubstanzen. Die subkutane Aufsaugung ist eine Erscheinung der Hygromipisie. Subkutane Aufsaugung der Kolloide und der Öle. Schlussfolgerungen.

Da ich mit dem Studium der Hygromipisieerscheinungen im Tierorganismus mich befassen will, habe ich mich auch vergewissern wollen, welches das Verhalten der kolloidalen Substanzen sei, welche in Flüssigkeiten suspendiert sind und welche die etwaigen Beziehungen zwischen den kolloidalen und kristalloiden Flüssigkeiten seien, Mischungen, welche einen so großen Teil der organischen Flüssigkeiten ausmachen. Die nebenstehende Tabelle verdeutlicht diese Verhältnisse.

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass es ein verschiedenes Verhalten gibt zwischen Kristalloiden und Kolloiden bezüglich der Hygromipisiephänomene, falls die Kolloide in Suspensionsform in den Flüssigkeiten in gleichem Prozentverhältnis vorhanden sind, verhalten sie sich wie viel weniger dichte Flüssigkeiten gegenüber den Kristalloiden. Tatsächlich ersieht man aus der obigen Tabelle, dass zum Zwecke des Austauschtes dieselben als Flüssigkeit *A* funktionieren müssen. Man beobachtet weiter, dass die Substitutionszeiten nicht identisch

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Lehmann Otto

Artikel/Article: [Scheinbar lebende Kristalle, Pseudopodien, Cilien und Muskeln. 513-524](#)