Kritische Erörterungen neuerer Beiträge zur theoretischen Morphologie.

Von **Hans Driesch** in Zürich.

I. **Friedrich Dreyer**, Ziele und Wege biologischer Forschung beleuchtet an der Hand einer Gerüstbildungsmechanik. Jena 1892.

(Kritisches Referat.)

Die Arbeit Friedrich Dreyer's, teilweise der Auszug eines größeren Werkes[1]), auf welche in kurzen Worten hinzuweisen der Zweck dieser Zeilen ist, muss in zweifacher Hinsicht als bedeutungsvoll bezeichnet werden. Einmal versucht sie, ein großes Gebiet morphologischer Erscheinungen einer physikalischen Auffassung zugänglich zu machen, „mechanisch" zu begreifen; zum andren macht sie bewusterweise und energisch Front gegen die übliche (morphologisch-historische) Methode biologischer Forschung und führt in klarer Weise den Beweis, dass mit derselben nie und nimmer wirkliche Kausalerkenntnis zu erreichen sei, vielmehr für solche die ätiologisch-mechanische Methode eingreifen müsse.

Wir teilen zunächst das Wichtigste der Gedankengänge des Verfassers mit, um dann einigen Punkten kurze Bemerkungen beizufügen.

Um „die Flüssigkeitsmechanik als eine Grundlage der organischen Form- und Gerüstbildung" nachzuweisen, erörtert der Verfasser am Eingang kurz die „Gesetze der Blasenspannung", wie sie von einer Reihe von Physikern, zumal aber von Plateau nachgewiesen sind. Betrachten wir z. B. einen Komplex von Seifenblasen, so ist das „fundamentale Prinzip, aus welchem sich alle Einzelfälle der Wandstellung ableiten lassen, das Prinzip der kleinsten Flächen". Die Summe aller Oberflächen wird so klein, wie unter den gegebenen Verhältnissen möglich, ein Minimum. Es ist eine mathematisch beweisbare Folge dieses Prinzips, dass stets in jeder Kante 3 Wände, in jedem Punkte 4 Kanten zusammenstoßen. „Mit Größendifferenzen der Blasen gehen entsprechende Veränderungen der Winkel und der Krümmung Hand in Hand. Nach einem größeren Blasenraum zu sind die Winkel größer und die Wände konvex gewölbt", und umgekehrt etc. etc. — Ueberschüssige Flüssigkeit (z. B. bei Seifenblasen) rinnt bei großen Blasen an den Wänden herab; bei kleineren Blasen und zäherer Flüssigkeit bleibt dieselbe aber an den Wänden haften und zwar nicht gleichmäßig sondern zunächst in den Ecken, dann auch in den Kanten, und ist noch mehr vorhanden, auch in den Flächen; die Blasenräume sind also unter den angegebenen Verhältnissen bestrebt sich abzurunden (Kugelflächen sind „kleinste Flächen"), es ist dies aber nur bei Vorhandensein reichlichen Materials möglich.

1) Dreyer, Die Prinzipien der Gerüstbildung bei Rhizopoden, Spongien und Echinodermen. Jenaische Zeitschrift, XXVI, N. F., XIX.

Der Protoplasmakörper der Protisten zeigt nun vakuolisierten, schaumigen Bau, es werden also die soeben erörterten Gesetze auch für ihn gelten; sie sind in der That leicht aufzuzeigen. Wird nun ferner „die Skelettsubstanz von und in der lebenden Sarkode abgeschieden" so konserviert sie das Gerüst der letzteren gleichsam versteinert, und da diese den Gesetzen der Spannung gemäß gebaut ist, so „müssen auch die in schaumigen Sarkodekörpern entstandenen Skelette teilweise versteinerte Blasengerüste" darstellen.

Völlige Versteinerung würde den Stoffaustausch verhindern, also das Leben unmöglich machen.

Die partielle Skelettbildung geht nun ganz den genannten Gesetzen entsprechend vor sich: in erster Linie versteinern Ecken und Kanten der Blasen, da hier die Sarkode am stärksten angesammelt ist u. s. f.

Der thatsächlich so überaus häufige Vierstrahler ist also eine aus dem Sarkodeaufbau sich notwendig ergebende Folge (4 Kanten stoßen in einem Eckpunkt zusammen s. o.), auch die schwammigen Gerüste, die gleichsam als verwachsene Vierstrahler differenter Größe imponieren; beim Dreistrahler unterblieb die Verkieselung einer Kante. Winkel und Krümmung folgen natürlich aus der speziellen Konfiguration des versteinerten Systems.

Wir können nicht auf alle Einzelheiten dieser interessanten Verhältnisse eingehen; der Mangel von Figuren würde auch das Verständnis sehr einschränken, wir verweisen hier auf sorgfältiges Studium des durch zahlreiche höchst instruktive Abbildungen erläuterten Originals und greifen nur noch einzelne Punkte heraus.

Die bekannten Doppelvierstrahler sind ohne Weiteres verständlich; an sie reihen sich die polyzentrischen Spicula, und diese führen wieder zu den Gitterschalen über, nämlich dadurch, „dass nur solche Strahlen verkieseln, die annähernd in einer Ebene liegen". Letzteres Faktum erscheint in der so durchgreifenden Schichtenbildung des Rhizopodenkörpers des näheren begründet. Kommt zu der Gitterverkieselung Versteinerung einzelner radialer Kanten hinzu, so haben wir Radialstacheln.

Die Radiolarien in ihrer so großen Mannigfaltigkeit der Schalenformen illustrieren eigentlich alle erdenkbaren Möglichkeiten, stets unter strenger Wahrung des Gesetzes der Struktur: sehr luftige, weitmaschige Gerüste (gewisse Phaeodarien) weisen auf große Vakuolen hin; viel Zwischenmaterial, und (s. oben) in Folge dessen Abrundung der Vakuolen führt zur festen Gitterschale mit runden Poren; radiale Leistenwälle sind die Folge einer radiären Verkieselung unter Anwesenheit von viel Material auch in den Wänden (vgl. die Radialstacheln).

Besonders lehrreich ist ein überaus zierlicher Bau, der gewissen Polycystinen eigen ist: von einer Gitterschale gehen Radialstrahlen

aus, welche sich am oberen Ende dreifach gabeln und in 3 Bögen übergehen, die zu den 3 benachbarten Radialstacheln hinübergespannt sind: es kommt so ein Arkadenbau zu Stande; näheres Studium zeigt grade in diesem kunstvollen Bau „das klassischste Beispiel einer Harmonie mit den Gesetzen der Blasenmechanik".

Was die so häufigen konzentrischen Schalenbildungen anlangt: so wird sie durch Annahme eines Durchwachsens der ersten Schale seitens des Sarkodekörpers und dann folgende ruckweise Verkieselung verständlich; der Verfasser weist hier analogieweise auf das plötzliche Auskrystallisieren übersättigter Salzlösungen hin, das gleichsam auf einen Reiz hin erfolgt.

Ganz besonders instruktiv erscheint uns die Bildung der „Anker" und „Mistgabeln". Die ersteren resultieren oberflächlich aus dem erwähnten Arkadenwerk, falls die vom Radialstachel ausgehenden Bögen nicht vollständig sondern nur in engem Bezirk am Stachel verkieseln; „die Bildungsverhältnisse der Mistgabeln sind da gegeben, wo eine kleine Blase auf 3 großen sitzt". Das Studium entsprechender Seifenblasenfiguren weist hier gerade außerordentlich instruktiv die Uebereinstimmung nach: alles sind Vierstrahler in mannigfach modifizierter Form.

Das Vorstehende mag genügen um ein klares Bild dieses Teiles (Kapitel III) der Dreyer'schen Arbeit zu geben; mit dem Hinweis auf Beseitigung einer eventuellen Schwierigkeit nehmen wir von den Rhizopodenskeletten Abschied: Sarkode und Vakuoleninhalt sind zwar flüssig, aber zähflüssig; irgendwie hervorgerufene Verzerrungen werden sich daher nur allmählich ausgleichen, und so kann es kommen dass, falls gerade in einer Zeit des Ausgleichs Skelettbildung statthat, mehr oder weniger große Verzerrungen fixiert werden, die nicht genau die Forderungen der Blasenspannung erfüllen.

„Die Bedingung zum Inkrafttreten der Blasenspannung ist das Vorhandensein blasiger Elemente". Da im lebenden Körper nun nicht nur die Vakuolen sondern auch die Zellen und das wabig gebaute Protoplasma selbst blasige Gebilde sind; so werden wir vermutlich auch auf diesen Gebieten nicht vergebens nach Uebereinstimmung des Baues mit der Blasentektonik suchen.

Was die Zellen anlangt, so sind zumal die Pflanzenzellen zur Demonstration dieser Harmonie sehr geeignet: die Anordnung der Pollenzellen, junge Embryonen von Pflanzen zeigen die typischen polygonalen Maschen, andere Zellkomplexe von Pflanzen führen uns mehr oder minder ausgerundete Blasenbilder vor Augen. Bekanntlich hat Berthold dieses Gebiet ausführlich behandelt.

Aber auch tierische Zellenkomplexe bestätigen die Herrschaft des Prinzips der kleinsten Flächen; so ist die Gruppierung der Furchungszellen ein lohnendes Objekt, worauf bereits Chabry und Referent wiederholt hingewiesen haben.

Ein klassisches Beispiel eines Blasengewebes ist das Chordagewebe; ferner gehören das Fettgewebe, manche Bindegewebsarten u. s. w. besonders hierher.

Das blasige Bindegewebe dürfte vielleicht zum Verständnis der sogenannten „Sternzellen" überleiten, welche demnach als sehr große Gebilde, mit riesigen Vakuolen aufzufassen wären; die Sarkode selbst wäre sehr an einem Orte zusammengedrängt und imponierte derart, als wäre sie die ganze Zelle. Jedenfalls folgen die Sternzellen insofern den Gesetzen der Blasenspannung, als die Knotenpunkte des Sternzellennetzes zum größten Teile Dreistrahler oder Doppeldreistrahler sind.

Von den Zellen- zu den Vakuolengerüsten übergehend, berufen wir uns auf oben Gesagtes, und was den Aufbau der Sarkode selbst betrifft, so haben bekanntlich die Forschungen Bütschli's mit Erfolg ihre Blasenstruktur in Uebereinstimmung mit den Gesetzen der Physik befürwortet.

Das vierte Kapitel Dreyer's, das wir hiermit beschließen, dürfte berufen sein, für die Histologie der Zukunft eine große Bedeutung zu erlangen; zunächst wird das hier Gesagte freilich von erfahrenen Forschern auf diesem Gebiete zu prüfen sein. Das Verdienst großer Anregung wird ihm auf keinen Fall jemand versagen.

Der Verfasser geht nun des Weiteren zur Betrachtung anderer tierischer Skelette, derjenigen von Spongien und Echinodermen, über. „Mit Ausnahme der Hexactinelliden, deren Skelette nach einem eigenartigen, bis jetzt in Bezug auf seine bewirkende Ursache noch rätselhaften Plane gebaut sind" herrscht in beiden Gruppen die schönste Uebereinstimmung mit den supponierten Gesetzen: bei den Spongien ist der Vierstrahler überall der Ausgang, oder es ist doch ein den Plateau'schen Figuren entsprechendes Maschenwerk vorhanden und das Skelett der Echinodermen legt sich nach den Forschungen Semon's als kleines Tetraeder an. Des Weiteren freilich dürften die Skelette letztgenannter Gruppe der großen Komplikationen wegen einer mechanischen Analyse noch unzugänglich sein, nur durch ihre spongiöse innere Struktur weisen sie auf den elementaren Faktor der Blasenspannung hin.

Die Verhältnisse der Blasenspannung und damit der Gerüstbildung lagen im Rhizopodenkörper am einfachsten. Bei höheren Organismen treten Blasen von dreierlei Kategorie (Zellen, Vakuolen, Sarkode) auf. Hierdurch entstehen Komplikationen. Es ist aber auch wohl denkbar, dass ein Skelettelement, das sich im Anschluss an Sarkodewaben bildete, dann zum Vakuolenbau in Beziehung tritt und so fort, kurz, dass es von einer Kategorie zur andern wandert: stets würde es sich unter Einfluss der Blasenspannung befinden.

Der Verfasser beschließt den speziellen Teil seiner Arbeit mit Erörterung „der Bildungsmechanik der äußeren Gesamtform der Rhizopodenkörper und -schalen".

„Die Sarkodekörper der Rhizopoden besitzen zähflüssigen Aggregatzustand, folglich werden auch für sie die Gesetze der Flüssigkeitsmechanik Geltung haben", und zwar kommt für die Gestaltung des Ganzen die Oberflächenspannung „die Differenz von Kohäsion und Adhäsion" in Betracht. Ist dieselbe am stärksten, so ist die Oberflächenentfaltung am geringsten (der Körper stellt eine Kugel dar) und entsprechend umgekehrt.

Je stärker die Beziehungen des Körpers mit dem Medium (Stoffaustausch) sind, um so stärker wird die Adhäsion, um so geringer also die Spannung, um so größer also die Entfaltung der Fläche: die Amöben stellen uns derartige Verhältnisse da, die durch Schalenbildung (z. B. Astrarhigiden) fixierbar sind.

Im Anschluss an Berthold geht der Verfasser nun noch des weiteren auf die Pseudopodienbildung ein; dieselben werden nicht ausgestreckt, sondern ausgezogen, der an bestimmten Stellen lokalisierte Stoffaustausch bedingt die größere Entfaltung der Fläche rein physikalisch. Nur die Einziehung bewirken dem Organismus innewohnende Kräfte. So wirft die Flüssigkeitsmechanik Licht auf die Bildung der Pseudopodien, als Folgen des Stoffwechsels [1]), ihren Gesetzen gemäß erfolgt auch die Gestalt bei Sistierung des letzteren, die kuglige Abrundung und die ihr folgende Encystierung. Schalenbildung fixiert die Kugelform; sie fixiert auch die Pseudopodien und ist in dieser Hinsicht also ebenso wechselnd wie diese selbst.

Regelmäßig sind diese Fixationen bekanntlich bei vielen Radiolarien geordnet (radiale Apophysen): es dürfte aber eher Unregelmäßigkeit eine besondere Erklärung erheischen als das Gegenteil, denn bei im Wasser freischwebenden Gebilden sind allseits die Verhältnisse gleich.

Für ungleichmäßige Verteilung macht der Verfasser zum großen Teil die Schwerkraft verantwortlich: Rhizopodenkörper, welche zur Gravitationsrichtung eine dauernde Lage einnehmen, erhalten ein monaxones Gepräge u. s. f. —

Ein Zylinder kann nach den Experimentaluntersuchungen Plateau's nur so lange eine Gleichgewichtsfigur von Flüssigkeiten sein, als seine Länge kleiner oder gleich $2 r \pi$ ist; andernfalls erhält er Einschnürungen und löst sich zuletzt in Tropfen auf. Berthold schon hat an plasmatischen Gebilden analoges beobachtet und auch der Verfasser verwendet diese Gesetze für seine Zwecke. Neben perlschnurartigen Kernen (Stentor) sollen namentlich die qualsterartigen Formen der koloniebildenden Radiolarien diesen Aeußerungen der Oberflächenspannung ihre Beschaffenheit verdanken, wofür namentlich deren große individuelle Verschiedenheit zu sprechen scheint.

1) Bezüglich der Gesichtspunkte, die sich hieraus nebenbei für die Auffassung der Assimilation ergeben, sei auf das Original verwiesen.

Wir können auch hier nicht alle Einzelheiten nennen und erörtern nur noch das Prinzip der „Konzentration und Integration der aus zahlreichen Kammern zusammengesetzten Schalen“ der Foraminiferen, wie es sich als Aufwindung, Einschachtelung u. s. w. äußert: Indem nach Bildung der ersten Kammer die Sarkode aus ihr heraustritt um die zweite Kammer zu bilden, soll sie durch die zwischen ihr und der Oberfläche der ersten Kammer herrschende Spannung, welche hier zu der zwischen Sarkode und umgebenden Wasser dazukommt, gezwungen werden auf ihr dahin zu gleiten, denn diese neu auftretende Spannung ist gleich Null, indem ein extrakortikaler Plasmaübergang für alle Rhizopoden gefordert wird [1]) und die Spannung zwischen gleichen Substanzen eben Null ist, sie mischen sich. So kommt es, dass die zweite Kammer die erste umgreift, und denken wir uns diesen Prozess mannigfach variiert und fortgesetzt, so führt er uns auch zum Verständnis für Schalenformen, wie sie die für 2 Species gehaltenen Gebilde der *Globigerina* und *Orbulina* darstellen: die Sarkode hat hier alle vorher gebildeten Schalen (*Globigerina*) umhüllt und ist als kuglige Umhüllung (*Orbulina*) skelettös fixiert worden.

Einer Integration endlich steht eine Degeneration, eine Auflösung der bestimmten Form entgegen: die gleichmäßigen Schalenbildungen der Radiolarien waren uns eine Folge gleichmäßiger Umgebung: mit dieser fehlt auch die erstere, wie die Skelette der einzelnen Individuen kolonialer Radiolarien zeigen: jedes Gerüst ist vom andern verschieden. Und wie schließlich ein Tropfen seine Kugelform aufgibt, sobald er eine Unterlage berührt, so auch der Rhizopodenkörper, falls er seine schwebende Lebensweise aufgibt. Der näheren Ausführung dieses Punktes sind die letzten Zeilen des speziellen Teiles der Arbeit gewidmet.

Referent glaubt zu einigen kritischen Bemerkungen über das Objekt seiner Darstellung um so eher berufen zu sein, als er bereits früher [2]) die Gesamtheit der „mechanischen“ Untersuchungen zu sichten und jede auf ihren Leistungswert hin zu prüfen suchte. Es soll jedoch nur in aller Kürze auf die Bedeutung der Dreyer'schen Untersuchungen eingegangen werden, da wir dieselben einerseits andren Ortes bereits würdigten [3]), andrerseits aber zur Entscheidung spezieller Fragen das Erscheinen des von Bütschli angekündigten großen Werkes über „künstliche Schäume“ passend abgewartet werden dürfte.

---

1) Siehe Hauptwerk, Abschnitt I.

2) Driesch, Die mathematisch-mechanische Betrachtung morphologischer Probleme der Biologie. Jena 1891.

3) Im VI. Teil meiner „Entwicklungsmechanischen Studie“ in der Zeitschrift f. wiss. Zoologie. Erscheint demnächst.

Dreyer will den gemeinsamen Typus des Baues der sämtlichen Gerüste in den verschiedenenen Tiergruppen als notwendige Folge des Baues der lebenden Substanz nachweisen, wenigstens handeln davon 4 Kapitel seiner Arbeit.

Erst dadurch, dass dieser Bau, als Ausdruck hydrostatischer Erscheinungen, eine mechanische Auffassung d. h. eine Auflösung in physikalische Erscheinungen zulässt, wäre also seine Leistung wirklich mechanische Reduktion; zunächst, wie gesagt, ist sie nur ein Nachweis eines notwendigen Zusammenhangs.

Nun hat zwar Dreyer selbst, wie auch vor ihm Bechhold, die Blasennatur des Baues der lebenden Substanz im weitesten Sinne, durch zahlreiche Argumente als Faktum dargethan und auch etwaige Ausnahmen plausibel zu machen gewusst, und zwar haben genannte Forscher diesen Blasenbau als identisch mit demjenigen von Seifenblasen u. s. w. nachgewiesen; es bleibt aber doch noch die Frage offen, ob mit diesem Identitätsnachweis auch wirklich der hier in Betracht kommende physikalische Faktor als solcher erkannt ist, den genannte Forscher in der Oberflächenspannung sehen.

Wenn so, so wäre mit dem „mechanischen" Charakter der Erklärung des Protoplasmabaues auch die Dreyer'sche Leistung, welche eine Folge dieses statuiert, eine mechanische.

Es sind nun hiergegen Bedenken geltend gemacht worden und zwar vorwiegend von Zimmermann[1]). Die Erwägungen dieses Forschers gipfeln bekanntlich darin, dass das Prinzip der kleinsten Flächen ebensowohl wie von Oberflächenspannung, auch der Ausdruck des Turgors, wenigstens bei pflanzlichen Zellgebilden sein kann, und dass an Flüssigkeitsnatur und damit an Oberflächenspannungswirkungen bei der Entstehungsweise pflanzlicher Zellmembranen gar nicht gedacht werden könne.

Setzen wir nun an Stelle des Turgors die von Sachs[2]) sogenannte „Gewebespannung" und sehen somit das Prinzip der kleinsten Flächen als Resultat einer Pressung an, worauf unserer Meinung nach Zimmermann hinaus will, so wäre auch dieser Fall der pflanzlichen Zellmembranen doch auf einen mechanischen Faktor zurückgeführt. — Es wären eben 2 physikalische Kräfte zur Erklärung derselben Erscheinung heranzuziehen.

Das Prinzip der Minimalflächen erleidet nun zwar eine Reihe von Ausnahmen. Man darf aber nicht vergessen, dass die Summe der Flächen ein Minimum sein soll, soweit es die Bedingungen des Systems, deren Natur gleichgiltig ist, gestatten. Es könnten ja, wie auch Berthold annimmt, andere Kraftäußerungen in Form solcher „Bedingungen" dazukommen. Wir glauben mit diesen Er-

1) Morphologie u. Physiologie der Pflanzenzelle, II, Tübingen 1891.
2) Siehe Definition in Sachs' „Vorlesungen", 2. Aufl., S. 581.

örterungen einigen Schwierigkeiten zu begegnen und können uns nur teilweise Zimmermann anschließen, wenn er im Prinzip der kleinsten Flächen nicht mehr als eine Regel sehen zu dürfen glaubt und dasselbe für „zur Zeit einer mechanischen Begründung gänzlich unzugänglich“ hält.

Die Gewebespannung, wie gesagt, dürfte für festwandige Zellen (Pflanzen) die Begründung abgeben; im übrigen möchte ich nicht zögern, in der Kapillarität das wirksame Agens zu sehen.

Ich will, wie gesagt, den Forschungen Bütschli's nicht vorgreifen, aber doch einen Fall meiner Beobachtungen an Furchungsstadien von Echinideneiern erwähnen, der mir hier wenigstens ganz entschieden für die Beteiligung der Kapillarität zu sprechen scheint. Wie am genannten Orte dargestellt ist, furcht sich das Ei der Echiniden ganz ohne Rücksicht auf An- oder Abwesenheit seiner Eimembran; eine Presswirkung scheint mir hier ausgeschlossen; da nun (im „resting stage“ Wilson's) das Prinzip der Flächen minimae areae gerade hier besonders deutlich sich darstellt, dürften wir wohl nicht fehlgehen, es hier der Wirkung von Oberflächenspannung zuzuschieben. Jede Furchungskugel ist von einem deutlichen Hyaloplasmasaume umgeben: dieses repräsentiert die eine (zähere), die Sarkode selbst die andere Flüssigkeit, denn es ist wohl zu beachten, dass bei Vorhandensein nur einer Substanz an Blasenbildungen nicht gedacht werden kann; zwei Flüssigkeiten, wovon eine gasig sein kann, sind hierzu notwendig[1]).

Ich möchte also, wenn auch mit Vorbehalt, die Beteiligung von Oberflächenspannung an einer großen Reihe von Wabenbildungen der lebenden Substanz nicht leugnen; ließen sich andere etwa nicht auf sie, aber auf Turgor reduzieren, nun gut, so hätten wir eben ein zweites physikalisches Agens für dieselbe Erscheinung in einigen Fällen zu supponieren.

Ist somit also provisorisch wenigstens die Deutung des Wabenbaues als eine mechanische Leistung, eine Zurückführung gewisser Erscheinungsgruppen auf Physik anzuerkennen, so ist es auch die Dreyer'sche Theorie des Gerüstsbaues, die diesen als Folge jener hinstellt.

Es ist wohl zu beachten, dass Dreyer nur den Bautypus als solchen erklärt und erklären will; warum nun gerade bei dieser Form diese Sarkodestränge, bei jener jene verkalken oder verkieseln, das ist eine Frage der Qualität, die mit der erörterten gar nichts zu thun hat; Dreyer erklärt kein einziges vorkommendes Skelett als solches. Was er zeigt, ist dieses: wenn überhaupt Skelettbildung statthat, so muss diese den bestimmten, erörterten Typus einhalten.

1) Nachtrag. Nachdem nunmehr Bütschli's Werk erschienen, müssen wir die eine der beiden Substanzen in der „Alveolarschicht“ sehen, für die eine chemische Differenz hier notwendig zu postulieren ist. 14. VII. 92.

Uns erscheint die „Vierstrahlertheorie“ Dreyer's, wie wir sie der Kürze halber nennen wollen, bei weitem als das Bedeutsamste im speziellen Abschnitt seines interessanten Werkes. Ueber die speziellen Fragen der Histologie, die das vierte Kapitel anregt, enthalten wir uns jedes Urteils. Bezüglich der Pseudopodienbildung und Theorie der Ausgestaltung des Ganzen scheint es uns, als hätte der Verfasser die Quantität des Erklärbaren bisweilen überschätzt und das was man „Reizwirkung“ nennt, sowie inhärente, dem Wesen nach gänzlich unbekannte Kräfte der Gestaltung zu wenig in den Kreis der Betrachtung gezogen, wobei wir auf Pfeffer[1]) hinweisen möchten. Etwaige Fehlgriffe nehmen aber auch diesem Teil nicht das große Verdienst gründlicher Durcharbeitung und weiter Anregung. Bezüglich der Ausnahme, welche die Skelette der Hexaktinelliden darstellen (die Skelettelemente bestehen hier aus 3 zu einander senkrechten Stäben), möchte ich einen Gedanken mitteilen, der, wenn er richtig ist, vielleicht nützt und im andern Fall jedenfalls nicht schadet. Das achtzellige Stadium der Echinidenfurchung ist durch 2 aus 4 Zellen bestehende Kränze gekennzeichnet, welche direkt, nicht alternierend übereinander liegen. Die Zellen berühren sich (jede 3 anderen) nur in kleinen Bezirken und erscheinen nicht aneinander gepresst. Das Ganze stellt also einen Würfel dar; verbindet man die Mittelpunkte je zweier gegenüberliegender Flächen durch eine Gerade, so erhält man 3 zu einander senkrechte Linien, welche den 3 durch die 8 Zellen bestimmten Kanälen entsprechen, und denkt man sich also die acht Zellen in diese Kanäle hinein Skelettsubstanz abscheiden, so hätte man den Sechsstrahler. Somit wäre auch hier Kapillarität im Spiele. Wie gesagt, der Gedanke ist vielleicht völlig, vielleicht teilweise unhaltbar: vielleicht aber auch vermag er auf richtige Deutung wenigstens hinzuleiten.

Wir gehen nun zu kurzem Referate des allgemeinen Teiles von Dreyer's Arbeit über, „die ätiologisch-mechanische Behandlung der Probleme der Biologie“ betitelt. Hier können wir nur ganz kurze Andeutungen geben, empfehlen aber die Lektüre dieses Abschnittes jedem dringend, der nicht in Spezialforschung vergehen und in allgemeinen Fragen das Gebotene gläubig hinnehmen, sondern der selbst nachdenken will. Wir betonen auch gleich am Eingang nachdrücklich, dass die Abweichungen der Ansichten, welche wir an anderem Orte äußerten und auf die wir auch hier noch rekurrieren werden, Nebendinge betreffen, dass wir Dreyer's Frontmachen gegen die „historische“ Forschung ganz und voll beistimmen

---

1) Pfeffer, Zur Kenntnis der Plasmahaut und der Vakuolen. Abhandl. der sächs. Ges. d. Wissensch., 1890.

und erfreut sind, die so selbstzufriedene biologische Forschung einmal wieder ordentlich aufgerüttelt zu sehen. Für Jeden, der das, was wir selbst seiner Zeit über die hier behandelten Fragen äußerten [1]) und auch jetzt [2]) wieder erweiterten, mit Dreyer's Ansichten denkend vergleicht, dürfte diese Verwahrung übrigens überflüssig sein; sie ist nur für solche Kreise bestimmt, die etwa aus jeder Verschiedenheit der Spezialmeinung im Kreise der „mechanischen" Biologen Kapital gegen die ganze Richtung schlagen möchten.

Die Wissenschaft von den lebenden Formen ging zunächst auf nichts anderes aus, als „die Arteinheiten ihren Eigenschaften nach möglichst gründlich und gewissenhaft zu beschreiben". Wir können diese erste Periode als descriptiv-registrierende bezeichnen. Als dann die Deszendenztheorie der Forschung einen mächtigen Aufschwung gegeben hatte, da galt und gilt noch als Ziel der Forschung, den Stammbaum der lebenden Wesen im Ganzen und im Einzelnen mit Hilfe von Paläontologie, Ontogenie und anatomischer Vergleichung möglichst genau zu ermitteln: die zweite Periode der Forschung ist charakterisiert als morphologisch-historische.

Die Deszendenztheorie hat großen Aufschwung gebracht; aber ist es nicht vielleicht gerade darum angebracht einmal „zurückzublicken, was bisher geleistet ist, und vorwärts zu blicken, welchem Ziele man entgegengeht und ob man dasjenige der Gesamtwissenschaft nicht aus den Augen verloren hat?" Kein freudiges Resultat wartet dieser Ueberlegung: „Die historisch-morphologische Forschungsrichtung führt uns durch Ableitung der Formen voneinander zu einem Verständnis der Formen, nicht aber zur Erkenntnis ihrer bewirkenden Ursachen. Durch eine phylogenetische Arbeit kann ich zeigen, dass diese Form aus jener hervorgegangen ist, nicht dagegen, warum diese Form aus jener hervorging; die phylogenetische Forschung beschreibt Formenreihen, sie erklärt sie aber nicht."

Doch hat nicht Darwin durch die Selektionstheorie die Theorie der Abstammung „mechanisch begründet"? Nur mangelndes Nachdenken kann diese Frage stellen; die Selektion kann nur auswählen, nicht schaffen; über die Ursachen der Entwicklung sagt sie nichts. „Sie bewegt sich ebenso auf der Oberfläche wie die Descendenztheorie, die sie begründen soll; halten wir letztere für eine Erklärung, so geben wir uns einer Selbsttäuschung hin, halten wir die erstere für eine Begründung der letzteren, so machen wir uns eines logischen Denkfehlers schuldig."

1) Siehe S. 533 [2]).
2) Siehe S. 533 [3]).

Der Darwinismus, als mit der Selektionstheorie verbundene Descendenztheorie gefasst, hat einen dreifachen Nutzen: die Descendenzlehre erleuchtet die Beziehung der Formen unter sich; die Selektionslehre diejenigen zur Außenwelt. Beide lehren, dass die Arten „etwas gewordenes und deshalb [1]) einer natürlichen Erklärung zugängliches sind.“ Ursachen der Formbildung aber lehrt keine kennen. Hierzu muss die ätiologisch-mechanische Forschungsrichtung Platz greifen, welche das Wesen des Lebens selbst kennen lehrt, und den verwickelten Komplex von Erscheinungen, den wir so benennen, auf physikalisch-chemische Kräfte zurückführt.

Aber wird die Beschreibung (in der descriptiven Richtung von Formen, in der historischen von Formenreihen) nicht von selbst zur Ermittlung alles Gewünschten führen? Wieder ein oft gehörter Fehlschluss. Ist doch die Beschreibung der Formenreihen selbst hochgradig hypothetisch, baut doch die heutige morphologische Forschung völlig in die Luft. Gerade umgekehrt: erst müssten wir zu einem kausal-mechanischen Verständnis des Wesens der Formen gelangen, müssten diesen organischen Körper, wie er sich gerade vor uns befindet, verstehen; dann würden sich eventuell Gesichtspunkte über seine historische Genese, übrigens ohne große Bedeutung, von selbst ergeben.

Ist nun der gegenwärtige Zustand der Morphologie derartig trübselig, dass wir wirklich wünschen müssen, wir stünden nun endlich am „Höhepunkt“ der historischen Forschung, die ins Blaue baut und nicht weiter kann, was wartet unserer dann als Aufgabe?

„Wir müssen die Biologie im Hinblick auf exakte Naturwissenschaft, diese ferner im Hinblick auf jene betreiben; wir müssen unsere chemisch-physikalischen Kenntnisse auf Deutung und Erklärung der biologischen Beobachtungsresultate anwenden.“

„Wir glauben und hoffen in dieser Hinsicht nicht „ignorabimus“ sagen zu müssen. Wäre dem aber doch so — so würden wir uns von der Biologie ab- und solchen Gebieten zuwenden, die kausale Befriedigung gewähren können“ [2]).

Ein Beispiel ätiologisch-mechanischer Betrachtung nennt Dreyer seine oben referierte Gerüsttheorie. Er wies für den Skelettbau ganz differenter Gruppen, gleichgiltig ob er durch Hornfasern, Kiesel oder Kalk zu Stande kam, die Notwendigkeit eines gemeinsamen Bauplanes nach. Im Speziellen werden noch einige Punkte erörtert, die die Leistung dieser Methode und die möglichen Irrwege der morphologischen beleuchten sollen: die Vakuolen im Sarkodekörper der Radiolarien sind Schwankungen und Lageänderungen unterworfen, kann nun nicht, je nach früherem oder späterem Eintreten des Momentes

1) Das „deshalb“ scheint uns nicht am Platze.

2) ? (Ref.).

der Skelettbildung bald diese bald jene Gruppierung fixiert werden? Wir würden, eventuell aus Schwärmern desselben Muttertieres entstammt, verschiedene Formen erhalten, die sich hübsch in Reihen ordnen und als Stammbaum verkünden ließen. Hier sehen wir, wohin die einfache Vergleichung führen kann.

Der Skelettbau stellt gleichsam eine „Symbiose" zwischen einem anorganischen Faktor und der Lebensthätigkeit des Organismus vor: „Die Rhizopoden können gar nichts dazu, dass sie so schöne Skelette haben"[1]).

Wie nun der Bau des Sarkodekörpers und in Verbindung damit der Skelettbau als nicht vital aufgezeigt wurden, so wird es auch allen andern Erscheinungskomplexen, die wir „Leben" nennen, gehen. Das Leben ist kein einfaches Problem. Wir können das Knäuel nicht zerhauen, sondern müssen es allmählich sorgfältig lösen. Gerade die Protisten dürften sich zunächst am meisten als Objekte empfehlen; wie sie das Bindeglied sind zwischen Tier- und Pflanzenreich, so „werden sie auch einst die Kluft zwischen organischer und anorganischer Natur überbrücken helfen".

Da ich einzelne Abweichungen von des Verfassers Ansichten bereits in Fußnoten andeutete und meinen prinzipiellen Standpunkt in den hier erörterten Fragen im VI. Teil meiner „Entwicklungsmechanischen Studien" ausführlich erörtert habe, so will ich nur die 2 Punkte hervorheben, die mir bei Dreyer's Betrachtung zu kurz zu kommen scheinen.

Ich habe am genannten Orte im Anschluss an Gedanken P. du Bois-Reymond's die Möglichkeit dargelegt, dass die Biologie auf Elementarvorstellungen stoßen könne, die zwar mathematische Deduktion aller Erscheinungen aus sich gestatten möchten, aber nicht weiter zerlegbar seien und somit die Physik und Chemie erweiterten; nach meiner Meinung würde dann, obschon Auflösung in Physik und Chemie der Forschung nicht gelang, sie doch den Rang der theoretischen Physik beanspruchen dürfen. Ich empfahl hierzu vorwiegend die Methode des Experiments zur Ermittlung „prospektiver und retrospektiver" Beziehungen und Bedingungen. Die Möglichkeit der Entdeckung solcher „Prinzipien" hat Dreyer, wie es scheint, nicht erwogen und daher die Ausbildung einer eignen Experimentalmethode in der Biologie, die, will man nicht einen großen Umweg machen, neben seiner „Eliminationsmethode" einhergehen muss, nicht als notwendig betont.

Das andere betrifft die „Qualitäten". Warum sind so und so viele Stämme oder Typen, wie man es nennen will, da? Gänzliche

1) Hier scheint uns der Verf. zu weit zu gehen; er erklärt doch nur den allgemeinen Bildungstypus und eben nicht die Mannigfaltigkeit, nicht dieses einzelne Skelett.

Unwesentlichkeit der Form glauben wir nicht annehmen zu dürfen; wir wissen zwar über diese Dinge gar nichts, wissen nicht, ob hier — trotz des Unterschieds der Fortpflanzung — irgend welche Analogien mit Krystallsystemen vorliegen [1]); sobald aber gesetzliche Formbildung acceptiert wird, tritt jedenfalls diese Frage nach der Bedeutung der Qualitäten auf. Dieselbe ist nun wesentlich anderer Natur als jedes Problem der Physik, welche Wissenschaft der Quantität ist, und es ist bekanntlich von Wigand betont worden, dass wir hier gleich am Anfang vor einer unübersteiglichen Schranke stünden, dass wir Qualitäten nicht begreifen können. Die Möglichkeit einer Theorie der Krystallstruktur lässt hier aber doch wohl noch die Entscheidung offen. — Dreyer berührt diese Frage nicht. Wenn das heißen soll, dass er seine „Eliminationsmethode" diesem Problem gegenüber für nicht leistungsfähig hält, so ist das jedenfalls richtig; aber das Problem ist darum doch da.

Doch genug der Einwände, die sich außerdem mehr auf Dinge beziehen, die der Verfasser nicht erwähnte, als auf solche, die er aussprach.

Seine positiven Ausführungen wirken anregend und belebend, und zwar nicht nur auf den, der verwandten Gedanken nachhing, sondern, wir sind dessen sicher, auf jeden, der in ernstem, wissenschaftlichen Denken Befriedigung sucht. Wünschen wir ihnen nachhaltige Wirkung!

Zürich, den 30. Mai 1892.

L. Matthiessen, Die neueren Fortschritte in unserer Kenntnis von dem optischen Baue des Auges der Wirbeltiere.

Hamburg und Leipzig. Verlag von Leopold Voss. 1891. Sonderabdruck aus der Festschrift zum 70. Geburtstag von Hermann von Helmholtz. 8. SS. 63. Mit 2 Tafeln.

M. gibt eine kurze Uebersicht über die Resultate der Ophthalmologie in der Kenntnis des optischen Baues und der Dioptrik des Wirbeltierauges. Er untersucht die einzelnen Medien in ihrer natürlichen Ordnung und wendet am Schlusse die gewonnenen metrischen und theoretischen Resultate an auf die Dioptrik des größten Auges überhaupt, des Auges vom Blauwal, *Balaenoptera Sibbaldii*.

§. 1. Hornhaut. Das Kollektivsystem der beiden glatten gekrümmten Oberflächen der Hornhaut mit den angrenzenden Medien vollzieht im Wirbeltierauge gemeinschaftlich mit dem der Linse die gesamte Brechung der Lichtstrahlen zur Herstellung der Netzhaut-

1) Dies wäre möglich sowohl in dem Fall eines Hervorgehens der Typen aus einander — nach unbekannten Gesetzen — als auch bei Koexistenz derselben von jeher. Vergl. Lange (Gesch. d. Materialismus) u. a.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: 12

Autor(en)/Author(s): Driesch Hans

Artikel/Article: Kritische Erörterungen neuerer Beiträge zur theoretischen Morphologie. 528-540