

Wulf Emmo Ankel

„Physiologie der Plastik“ und Biokristalle

Das alte Lehrbuch

Eine Kostbarkeit aus der Geschichte der Gießener Zoologie (Ankel 1957) kam vor kurzem in meinen Besitz: Ein Antiquariat bot die »Anatomisch-physiologische Übersicht der Thierreichs« von C. Bergmann und R. Leuckart (1852) an. Der eiligst abgesandten Bestellkarte gelang es, die erste zu sein: Ich bekam das Werk, nach dem ich schon lange gefahndet hatte.

»Göttingen und Gießen, im Juli 1851. Die Verfasser.« steht unter dem Vorwort. Hier bekennen die Autoren sich zur Gemeinsamkeit ihrer Grundansichten und bedauern ihre inzwischen eingetretene räumliche Trennung: *Leuckart* ist seit dem Herbst 1850 Extraordinarius in Gießen! Er hat die Wirbellosen bearbeitet, *Bergmann* die Wirbeltiere. Man wüßte gerne, wie die Autorschaft in den allgemeinen Kapiteln der Einleitung zuzuordnen wäre. Denn es ist von höchstem Rang, was da über die »Lebenskraft«, über Rechtfertigung und Begrenzung der Teleologie und schließlich über Wesen und Aufgabe der Morphologie gesagt wird. Und dort findet sich auch der folgende Satz:

»Wird es aber einst gelungen seyn, aus dem uns noch unauflöselichen Knäuel von bewirkenden Ursachen, welche der Formentwicklung der Thiere zu Grunde liegen, irgend ein Fädchen hervorzuziehen, dann wird auch die Morphologie zu einem Theile, zu einem neuen Theile der Physiologie werden. Ebenso wie man gegenwärtig strebt, die Combination von Wirkungen zu ermitteln, auf welcher eine bestimmte Krystallform oder die Bildung und Umbildung der Zelle beruht, so wird man sich auch Wege zu eröffnen suchen, um die bewirkenden Ursachen der Anordnung der Organe zu ermitteln: man wird eine Physiologie der Plastik dereinst anstreben.«

Die „Physiologie der Plastik“

Es ist das erste Mal, daß in einem zoologischen Lehrbuch der Begriff der »Plastik« auftaucht und zugleich das letzte Mal, soweit ich sehe, daß dieser Begriff verwendet wird.

Wie ich dann zu meinem Vergnügen entdeckte, hat *Emil Rádl* in seiner »Geschichte der Biologischen Theorien in der Neuzeit« (1909) den gleichen Satz im gleichen Umfange zitiert, freilich deutlich genug mißverstanden, wenn er den Vorwurf erhebt:

»Wie wir sehen, wagten die Autoren nicht, ihr Programm zu verwirklichen: Zufrieden mit dem Ziel, Bau und Funktion der Organe im Zusammenhang darzustellen, überlassen sie der Zukunft die Aufgabe, die Organe aus Ursachen zu erklären.«

Der Mangel an Kühnheit, den *Rádl* hier *Bergmann* und *Leuckart* vorwirft, zeigt, von der Formulierung »Organe aus Ursachen« einmal abgesehen, seinen Mangel an Beziehung zum lebendigen Objekt und zum Experiment, der in seinem ganzen Werk erkennbar ist. So hat er nicht gesehen, daß, ganz im Ge-

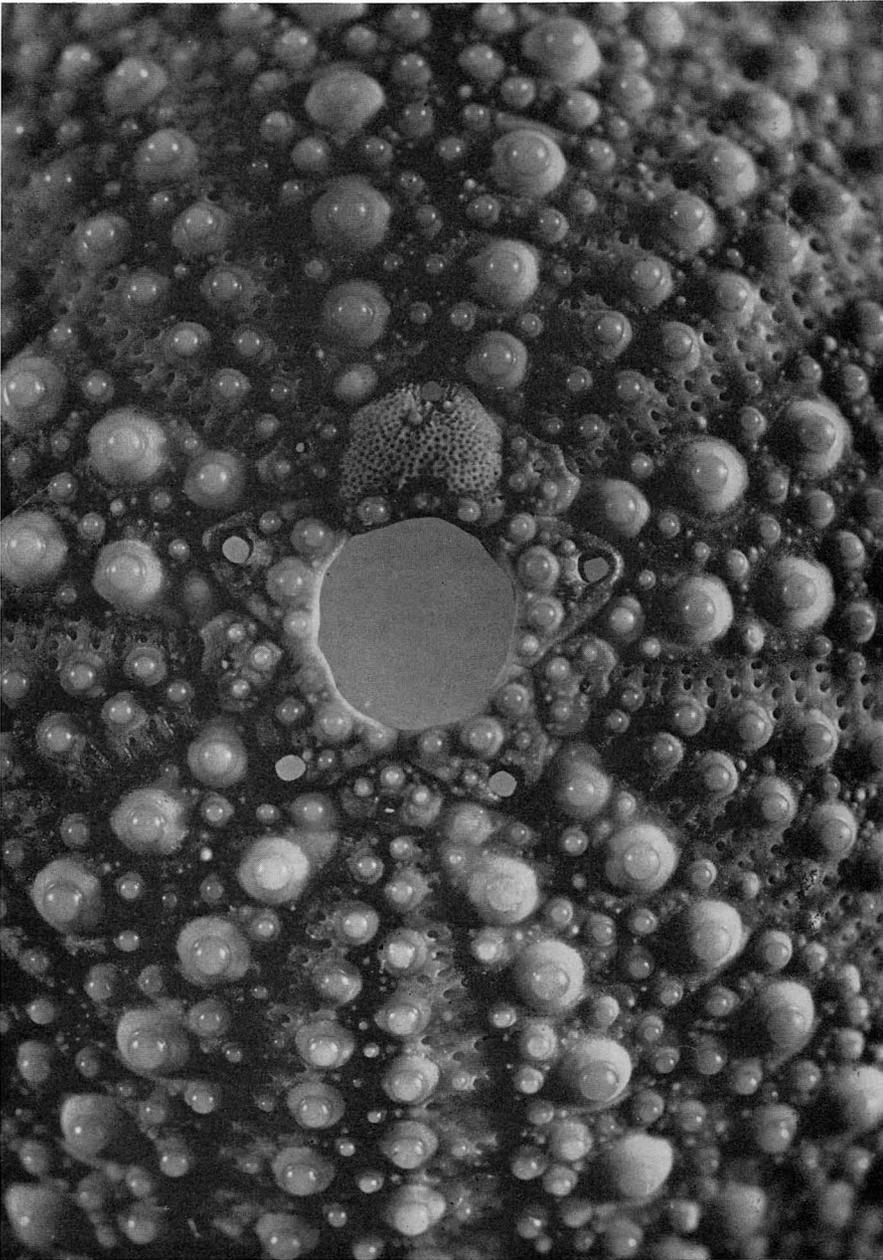


Abb. 1: Das „Afterfeld“ eines Seeigel-Skeletes, Weichteile und Stacheln sind entfernt. Vor diesem Anblick werden die Fragestellungen einer „Physiologie der Plastik“ ganz deutlich: Wie entsteht die strenge Architektur aus 10 radiären Sektoren, 5 Radien mit kleinen, 5 Interradien mit großen Halbkugeln? Wie entstehen diese Halbkugeln als technisch perfektionierte Teile der Kugelgelenke für die Stacheln? Originalaufnahme Ankel. Vergrößerung etwa 8-fach.

genteil, die Autoren, von der Plattform einer imponierenden Übersicht des Wissens ihrer Zeit aus, an die Zoologie der Zukunft die kühnste Forderung stellen, die man sich für die damalige Zeit denken kann: Die Morphologie müsse zu einem Teile, zu einem neuen Teile der Physiologie werden und »um die bewirkenden Ursachen« der Anordnung der Organe zu ermitteln, sei eine »Physiologie der Plastik« dereinst anzustreben. »Anzustreben« und »dereinst« — die Autoren sehen sehr wohl die Ferne, in die die Aufgabe weist und zugleich ihre Unabweisbarkeit. Wissenschaftsgeschichtlich ist bemerkenswert, wie früh sie eine Aufgabe gesehen haben, die dann erst ein halbes Jahrhundert später in Angriff genommen wurde.

*Die Entwicklungs-
mechanik*

Will man dazu ein Datum nennen, so bietet sich das des 19. September 1904 an, als *Wilhelm Roux* vor der »Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte« seinen Vortrag hielt: »Die Entwicklungsmechanik, ein neuer Zweig der biologischen Wissenschaft«. Die programmatische Eröffnung eines neuen Feldes lag freilich damals bereits 10 Jahre zurück: Seit 1894 erschien das »Archiv für Entwicklungsmechanik«, von *Wilhelm Roux* begründet und eingeleitet. Es hat heute seinen 162. Band erreicht.

»Unser Ziel«, so heißt es im Breslauer Vortrag (*Roux* 1905), ist »die mechanistische Erklärung der Entwicklung«, wobei unter mechanistisch »das der Kausalität unterstehende Geschehen« zu verstehen sei.

Der Terminus »Entwicklungsphysiologie« wird damals schon von manchen Autoren bevorzugt, aber von *Roux* abgelehnt, da »die bezügliche Forschung nicht mehr in das Arbeitsgebiet der heutigen Physiologen fällt«. Diese Ablehnung ist gewiß schwach begründet, weil sie die »Physiologie« auf die Erhaltungs- und Leistungsphysiologie beschränkt. Was »Entwicklungsphysiologie« sein sollte und sein könnte, haben *Bergmann* und *Leuckart*, ohne daß man sich später ihrer erinnert hat, schon eindeutig genug definiert.

*Die Entwicklungs-
physiologie*

»Aus dem Knäuel von bewirkenden Ursachen« der Formentwicklung Fäden isolieren — das ist der Weg, den dann die Entwicklungsphysiologie mit großen Erfolgen beschritten hat. 50 Jahre nach *Roux'* Rede in Breslau hat *A. Kühn* (1955) seine »Vorlesungen über Entwicklungsphysiologie« veröffentlicht und da findet man die kritisch gesichtete Ernte. *Kühn* bekennt sich zur subjektiven Auswahl, aber gerade dies ist das Unwiederholbare an dem Buch: Die neuerdings so leichtfertig abgewertete, aber so zeitlos entscheidende Individualität des Forschers kommt zum reinsten Ausdruck. Keiner hat so die Fähigkeit gehabt wie *A. Kühn*, vor der Fülle der ihn und seine Leser beglückenden Einzel-Erkenntnisse den Blick aufs Ganze zu behalten, sehen und sagen zu können, wie wenig wir bisher, bei allem Errungenen, bei allen aus dem Knäuel des organischen Geschehens ausgedröselten Fäden, wie wenig wir im Grunde wissen von der Aufgabe der Entwicklungsphysiologie:

»Seine Herstellung in der Entwicklung, das Sichselbstkonstruieren des Organismus ist Gegenstand der Entwicklungsphysiologie« (*A. Kühn* 1965).

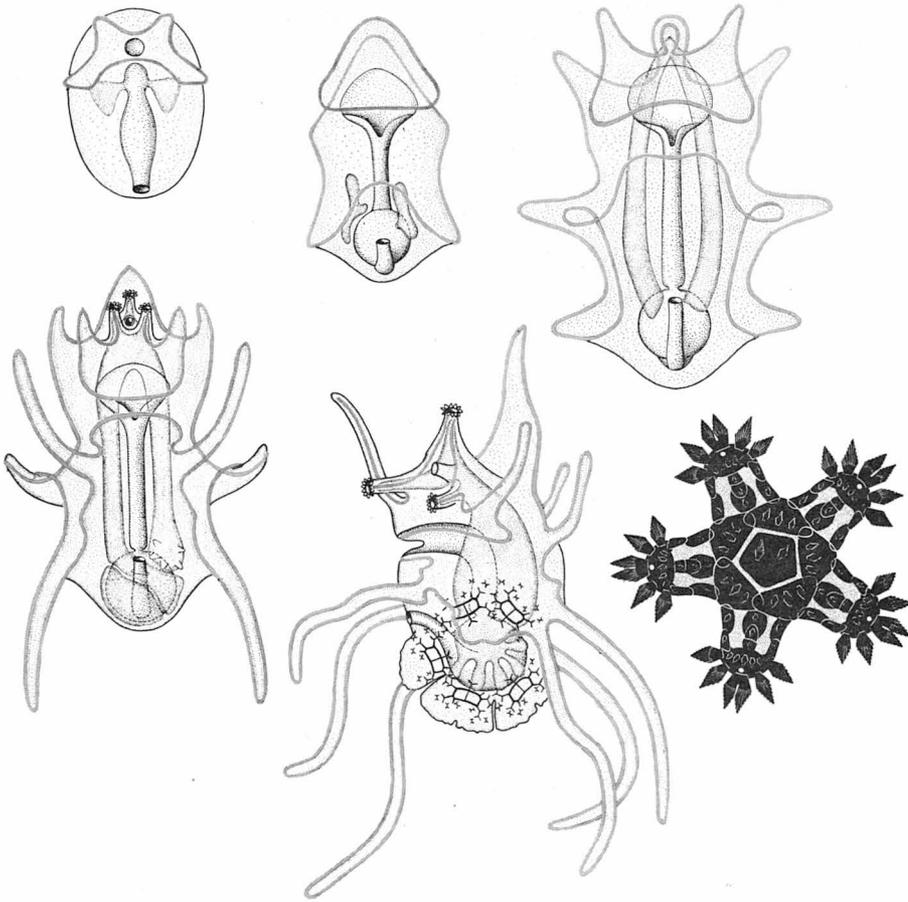


Abb. 2: *Asterias rubens*, der Seestern unserer Nordseeküste, Entwicklungsstadien. In der freischwimmenden, bilateral-symmetrischen Larve entstehen 5 Gitterplatten (unten Mitte) als erste Anlage der Panzerung des 5strahlig radiär-symmetrischen Seesterns. Original Ankel, Zeichnung Ursula Brauns †. Vergrößerung etwa 30fach. Calcit-Anteile schwarz.

Das »Sichselbstkonstruieren« zu verstehen, das wäre »Physiologie der Plastik« im Sinne von Bergmann und Leuckart. Es ist recht schade, daß der Begriff der »Plastik« nicht die Gemüter späterer Forscher mehr ergriffen hat und von ihnen im Auge behalten worden ist. Denn das Geschehen der Morphogenese ist in seinen unendlichen Abwandlungen im Reiche des Organischen immer wieder von gleicher Strenge bei der Neuschöpfung, bei der Wiederkehr des Gleichen in der Ontogenese: Seeigel auf Seeigel, Libelle auf Libelle, Molch auf Molch entstehen immer wieder nach dem Gesetz, nach dem sie angetreten. Sie manifestieren dieses Gesetz durch die bestimmteste Erfüllung des Raumes mit geformter Materie entlang der Ordinate der Zeit, durch die »Plastik« ihrer lebendigen Gestalt (Abb. 1, 2).

Die Selbstkonstruktion und die Wiederkehr des Gleichen

Wir wissen heute viel über die Sicherung und auch über die Grenzen des Verfahrens, das das Lebendige bei seinen gestaltenden Schöpfungen in den Raum hinein benutzt. Aber warum das Endergebnis des raum-zeitlichen Spiels nach einer in den Keimzellen vorgegebenen Partitur im einen Falle zu einem Seeigel, im anderen zu einer Libelle, im dritten zu einem Molch, schließlich auch zu einem Menschen führt — das wissen wir nicht! Die Physiologie der Plastik des Organischen steht noch vor einem Abgrund von offenen Fragen.

*Die Biokristalle
als Beispiel*

Der Schreiber dieser Zeilen weiß *A. Kühn* besonderen Dank dafür, daß er ein ganzes Kapitel seines Buches den »Biokristallen« gewidmet hat, Gegebenheiten im Organismus, die die Größe der Problematik der Physiologie der Plastik an ihrem relativ einfachen Beispiel aufzeigen lassen. *A. Kühn* hat dabei die Arbeiten von *W. J. Schmidt* (1964, 1969) zugrunde gelegt, zu dessen Ehren diese Zeilen geschrieben werden. Die Arbeiten von *Hubert Ludwig*, *Siegfried Becher* und *Ernst Merker* sind dabei auch verwendet — die Beschäftigung mit den Biokristallen bei den Stachelhäutern erscheint als eine Tradition, der die Gießener Zoologen sich in mehreren Generationen verpflichtet gefühlt haben. (Vgl. *Ankel* 1957). *W. J. Schmidt* aber hat alles, was wir darüber bis heute wissen, mit souveräner Beherrschung zu klarster und zeitlos gültiger Darstellung gebracht (zusammenfassend: *W. J. Schmidt* 1930).

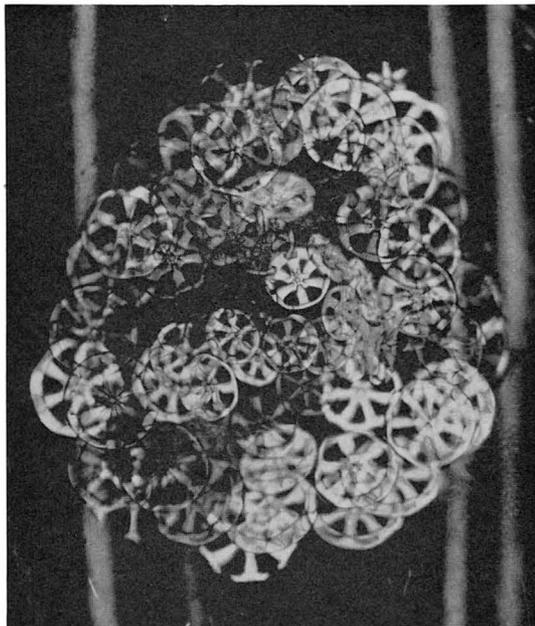
Was sind Biokristalle (*E. Haeckel* 1872)? Es sind Bildungen, die über das Wesen des Organischen entscheidende Aussagen machen, weil sie in seinem Berührungsbereich mit dem Anorganischen entstehen. Jede der beiden Welten hat ihre eigenen Ordnungsgesetze. Wenn also ein Stachelhäuter sein Skelet aus Calcit erbaut und dieses Mineral seinen ihm eingeborenen Formgestaltungen dienstbar macht (Abb. 1, 2), wenn er sein Skelet aus Calcit »modelliert« (*Merker* 1927) — dann wird der Calcit zum Werkstoff seiner plastischen Leistung. Wie formbar bleibt das Mineral unter den modellierenden Kräften des Protoplasmas, oder wo zeigt es sich eigenwillig?

*Die Kalkkörper
der Seewalzen*

Das Beispiel, das wir uns wählen, um diese Fragen zu beantworten, verlangt Einengung auf ein Teilgebiet aus der Breite des Auftretens von Biokristallen beim Lebendigen: Wir sprechen hier nur von den Kalkkörpern in der Haut der »Seewalzen« oder Holothurien. In der Mehrzahl der Fälle sind die Holothurien wurmförmig und kriechen auf oder wühlen in dem Meeresboden. Sie haben ein reduziertes Skelet, wenn man es mit dem Panzer der Seeigel und der Seesterne (Abb. 1, 2) vergleicht:

Die derbe und muskulöse Haut der Seewalzen enthält Kalkkörper, die ohne einen Zusammenhang untereinander in mehr oder minder großen Abständen oder in Gruppen im Bindegewebe liegen (Abb. 3, 7). Ihre funktionelle Deutung bleibt im Allgemeinen, wenn wir sagen, sie machten die Haut »derber«. Mit einer, allerdings sehr bedeutsamen Ausnahme, von der noch die Rede sein wird, haben sie keine funktionell wirksame Gestalt, außer ihrem Vorhandensein keine spezifische Funktion. So könnten sie über die ganze Breite der etwa 1100

Abb. 3: Hautstück einer Holothurie der Gattung *Chiridota*. Die hier auftretenden »Rädchen« (vgl. auch Abb. 4) liegen in Gruppen beieinander. Mikrophotographie in polarisiertem Licht. Vergrößerung etwa 40-fach.



Holothurien-Arten der Welt hinweg uniform sein — sie sind es aber nicht! Durch kein Leistungsziel beschränkt, von keiner Auslese überwacht, sind sie ein Spielfeld der Formkräfte ihres Bildungsplasmas.

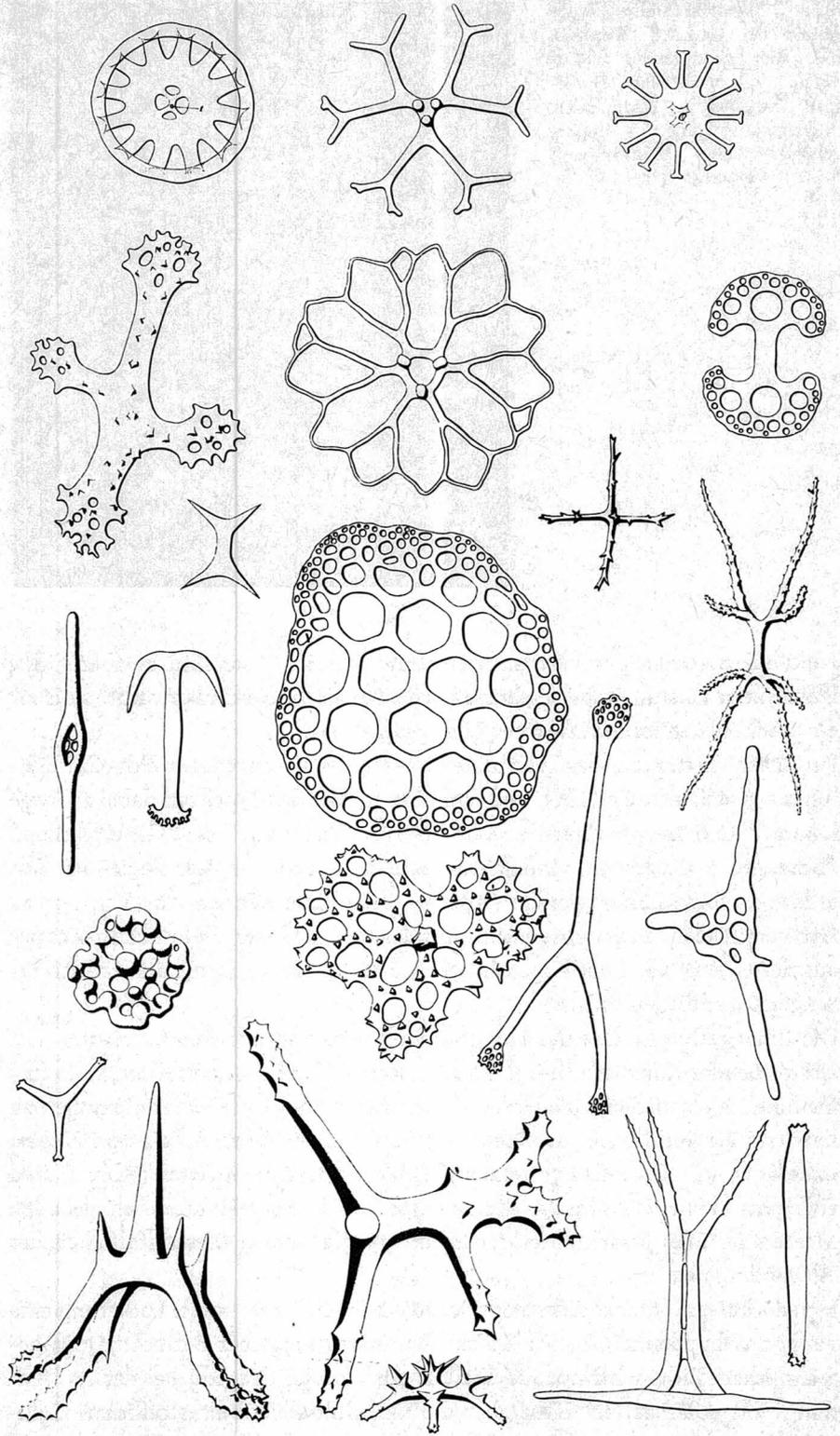
Für unser Verständnis des Lebendigen ist sehr bemerkenswert, welch ein Reichtum an plastischen Gestalten und damit an formenden Potenzen dabei zu Tage kommt! Kein Kunstschmied könnte so viele Varianten von »Gitterplatten«, »Schnallen«, »Rädchen«, »Stühlchen«, »Ankern« erfinden, wie sie bei den Holothurien vorgefunden werden (Abb. 4). Alle diese Formen sind von Art zu Art verschieden, meist so deutlich verschieden, daß der Holothurien-Kenner aus der Gestalt der Kalkkörper auf die Gattung, oft sogar auf die Art des Erzeugers zu schließen vermag.

Die Bindegewebs-Zellen der Holothurien gehen also mit dem Calcit um, wie ein formender Künstler mit irgendeinem Rohstoff zur Formgestaltung. Sie formen ihn zu plastischen Gebilden und sie scheinen aus dem Material machen zu können, was immer sie »wollen«: Die von uns aus einer Arbeit von *Hubert Ludwig* (1894) zusammengestellten Kalkkörper bei nur 14 Arten (Abb. 4) sind eine ganz kleine Auswahl aus der uns insgesamt von den Holothurien aus allen Meeren der Erde präsentierten, wahrhaft phantastischen Mannigfaltigkeit der Abwandlungen.

Und doch liegt hinter soviel scheinbar freiem Spiel, hinter soviel Lockerung eine strenge Gebundenheit, ja ein Gesetz: Bei mikroskopischer Betrachtung in gewöhnlichem Licht wird nur die Vielfalt der Formen deutlich, bei der Anwendung von polarisiertem Licht aber die Einheitlichkeit ihres stofflichen Gefü-

*Die Mannigfaltigkeit
der Abwandlungen*

*Freiheit und
Bindung*



ges: Die Kalkkörper der Holothurien sind echte Kristalle! Sie sind zwar nicht von Kristallflächen begrenzt, ihre art- und ortspezifische Form wird vom Bildungsplasma geprägt (A. Kühn). Aber die polarisationsoptische Untersuchung sowie Ätz- und Spaltversuche zeigen, daß sie sich kristallographisch verhalten, als seien sie aus einem Stück Kalkspat, aus einem Calcit-Rhomboeder, herausgeschnitten (v. Ebner 1887). Dabei besteht stets eine gesetzmäßige Beziehung zwischen der Lage der kristallographischen, optischen Achsen und der plastischen Gestalt. Wie kommt das? Man kann dem plastischen Geschehen zusehen, wenn man sich die Entwicklungsstadien der Kalkkörper verschafft (Abb. 5). Immer ist

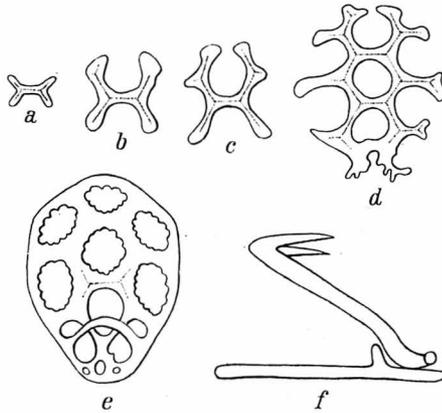


Abb. 5 a–d: Entwicklung der Ankerplatte von *Leptosynapta* mit eingezeichneten Vergabelungsachsen. e: fertige Ankerplatte mit dem „Bügel“, dem Widerlager für den Anker, unten. f: Platte und Anker in Seitenansicht in Funktionsstellung. Aus Kühn 1955.

es eine einzelne Zelle, ist es eine »Skleroblast«, der den Anfang macht. Solche zur Skelettbildung spezialisierten Zellen reichern kohlen-sauren Kalk in sich an und lassen ihn ihrem Protoplasma kristallisieren. Ein stäbchenförmiger Kristallkeim entsteht, das »Primärstäbchen«. Wenn dieses eine gewisse Länge erreicht hat, beginnt es an seinen beiden Enden sich aufzugabeln; es entsteht ein »Primärkreuz« (Abb. 5, a). Die beiden Gabeläste bilden untereinander und mit dem Stäbchen Winkel von ungefähr 120° . Beim weiteren Wachstum des Skelettkörpers wird diese zweiästige Aufzweigung fortgesetzt, die sich trennenden, sich begegnenden und dann wieder miteinander verschmelzenden Gabeläste bilden durch die Einhaltung des Vergabelungswinkels ein sechseckiges Netz (Abb. 5, 6). Die entstehenden Kalkplatten sind freilich nicht von der Strenge des Schemas: Es entstehen Platten mit abgerundeten Kanten und Löchern und kleinen Unregelmäßigkeiten, »Gitterplatten« (Abb. 4, Mitte). Doch übertreten die organis-

Gestaltendes
Protoplasma

Abb. 4: Kalkkörper von Holothurien, zusammengestellt nach der klassischen Bearbeitung des Materials der Expedition der »Albatros« im Jahre 1891 durch Hubert Ludwig (1894). Da nur ein Eindruck von der Formenmannigfaltigkeit vermittelt werden soll, ist auf die Angaben der Arten und der Vergrößerungen (durchschnittlich: 50- bis 100fach) verzichtet.

mischen Variationen niemals die Grenzen des kristallographischen Gesetzes: Alle Gitterplatten erweisen im polarisierten Licht ihr homogenes, kristallines Gefüge und ihre optische Achse steht so, wie sie beim Primärstäbchen stand, in den meisten Fällen senkrecht zur Plattenebene («Gitterplattenregel» W. J. Schmidt). Der Verzweigungswinkel von 120° aber entspricht den kristallographischen Nebenachsen des Calcit-Rhomboeders.

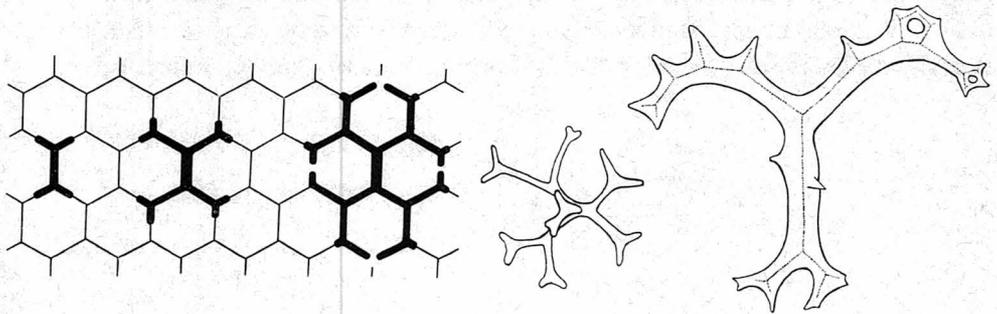


Abb. 6: Links: Schema der Bildung des hexagonalen Netzes aus dem Primärstab durch Vergabelungen unter dem Winkel von 120° . Rechts: Anlage der Platte eines Seeigels und Kalkkörper aus der Haut von *Holothuria tremula* (nach W. J. Schmidt 1930).

Das hexagonale Netz

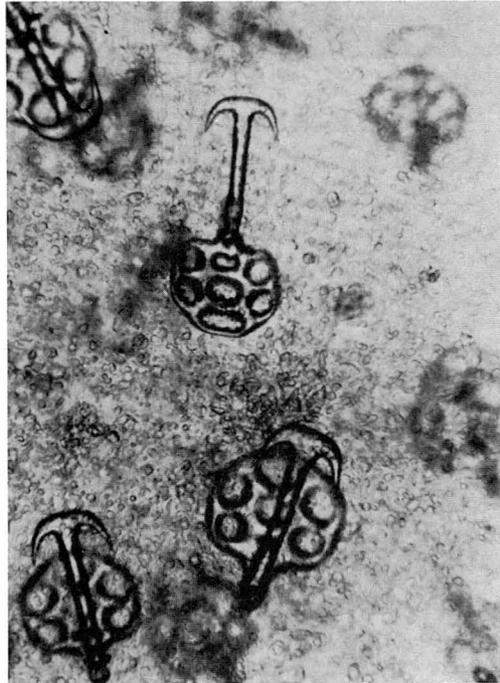
Gitterplatten sind die einfachsten Formen von Skeletelementen bei den Seewalzen und häufig vertreten. Aber die Fähigkeiten der Skleroblasten, innerhalb der vom Raumgitter des Calcits bestimmten Möglichkeiten und Grenzen plastisch zu gestalten, gehen weit über dieses »Grundmodell« hinaus. Die Skleroblasten »spielen« mit den im hexagonalen Netz gegebenen Möglichkeiten, indem sie bestimmte Verzweigungsrichtungen betonen, andere unterdrücken. Dabei gibt es auch Wachstumsmöglichkeiten senkrecht zur Fläche, in die dritte Dimension hinein (Abb. 6, Mitte). So entstehen, außer Gitterplatten, Stäbe, Schnallen, Rädchen, Stühlchen, Anker und andere Gebilde, zu denen einem kein Vergleich einfallen will, eine Mannigfaltigkeit, von der die Abb. 4 nur einige Beispiele vorweist. In jedem einzelnen Falle aber läßt sich das jeweilige plastische Gebilde in der Haut der Seewalze auf die jeweils abgewandelte Erfüllung des hexagonalen Netzes (Abb. 6) zurückführen.

Auch die massigen Kalkpanzer anderer Stachelhäuter entsprechen dieser Bedingung des Baustoffes Calcit. Auch ihre Skeletteile entstehen zunächst aus der Vergabelung von Primärstäbchen und dann aus Gitterplatten (Abb. 2). Schließlich ist auch der 30 cm lange Stachel eines tropischen Seeigels ein »Einkristall«. Und die Platten sind Einkristalle, die ihn panzern und die die Kugelgelenke tragen, auf denen die Stacheln schwenkbar befestigt sind (Abb. 1).

Die Überlegenheit des Lebendigen

Der Organismus kann die Raumordnung seines kristallinen Baustoffes also nicht ändern, aber er findet innerhalb der vom Raumgitter des Calcits gesetzten Grenzen Wege, sie auszunützen und in seinen Dienst zu stellen: Das Lebendige ist dem Unlebendigen, man möchte sagen »klug«, überlegen.

Abb. 7: Anker und Platte in der Haut der Holothurie *Lapidoplax buskii*, Leica - Mikrophoto nach einem lebendfrischen Haut-Präparat. Bei der Präparation wurde ein Anker von seiner Platte abgekippt, blieb aber mit ihr verbunden. Die gelenkige Verbindung von Platte und Anker wird dadurch besonders gut verständlich. Original ANKEL
Vergrößerung etwa 200-fach.



Das ist die allgemeine Erkenntnis, die uns die Biokristalle lehren können. Die besondere Lehre ist noch viel eindringlicher, die uns die Kalkkörper der Holothurien geben: Vor solchem Vermögen zu plastischer Gestaltung wird uns klar, wie weit wir noch davon entfernt sind, ihre Physiologie im Sinne von *Leuckart* und *Bergmann* zu begreifen. Das gilt bereits für die Frage, wie das genetische Informationssystem die jeweils artspezifischen Gestalten zustande bringt beziehungsweise garantiert. Das gilt erst recht für die Probleme, die erkennbar werden, wenn wir einen besonderen Fall prüfen, bei dem die Kalkkörper funktionell wirksam, bei dem sie zu sinnvollen Konstruktionselementen eines »Geräts« geworden sind.

Gestalt als Gerät

Gebilde, die Schiffsankern ähnlich sind, sind in der Haut verschiedener See- walzen zu finden (Abb. 4). Nur bei der Familie der Synaptidae sind sie zu einem Hilfsmittel der Fortbewegung geworden. Die freien Spitzen der Anker können gegen die Haut gedrückt werden, zahlreiche Ankerspitzen machen die Haut rau und vergrößern ihre Haftfähigkeit. Im Wechsel von Kontraktion und Erschlaffung ihrer Muskulatur schiebt die Synaptide ihren Körper über Anheftungstellen weiter.

Die Aufrichtung eines einzelnen Ankers aus seiner Ruhelage ist nur möglich, weil sein unvergabeltes Ende, sein »Handgriff« oder sein »Knauf«, ein Widerlager hat auf einem zweiten Skeletstück, das regelmäßig zum Anker gehört und in seiner Lage ihm streng zugeordnet ist (Abb. 5, 7). Diese »Platte« hat einen Bügel, der das Widerlager für den Knauf des Ankers bildet (Abb. 5, e, f).

Anker und Platte sind hier durch Bindegewebsfasern miteinander und gelenkig gegeneinander verbunden und diese sinnvolle Konstruktion garantiert die Funktion des Ankers (Abb. 7).

Um den vollen Umfang der Problematik einer solchen Bildung zu begreifen, muß man bedenken, daß die beiden Teile des Apparats in einer Ansammlung von Zellen entstehen, die ihre Zellgrenzen verloren haben, in einem gemeinsamen »Syncytium« (Abb. 8). Die Sache ist hier also viel verwickelter, als sie es in dem einen einzelnen Skleroblasten war, als er den Primärstab lieferte, wobei wir bisher nicht einmal dieses relativ einfache Bildungsgeschehen kausal ganz begreifen. Bei der Bildung von Anker und Platte sind viele Zellen »synergisch« koordiniert zu einer plastischen Leistung an zwei verschiedenen Gebilden, die in ihrer funktionellen Gestalt technisch genau aufeinander abgestimmt sind. Die Angelegenheit wird noch wunderbarer, wenn man an gelegentlichen Fehlbildungen feststellen kann, daß die Konstruktionen von Anker und Platte einander bestimmen oder genauer, daß die Gestalt des Ankers die Gestaltbildung der Platte beherrscht.

*Synergische
plastische Leistung*

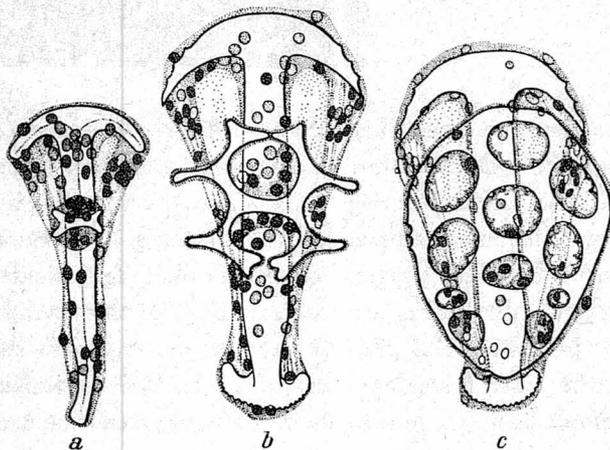


Abb. 8: Normale Entwicklung von Anker und Platte in einem Syncytium, das, nach den Zellkernen zu rechnen, aus rund 100 Zellen besteht, bei der Holothurie *Leptosynapta inhaerens*, in drei Stadien. Aus Kühn 1955.

Der Anker geht bei der Bildung voran. Wenn er bereits fast fertig vorliegt, ist von der Platte erst das Primärkreuz angelegt (Abb. 8). Ist nun der Ankerschaft an der Knaufseite, was als »Panne« vorkommen kann, gegabelt (unter 120° !), sind also *zwei* Knaufenden angelegt statt nur eines einzigen, so entstehen alsbald auf der nach ihm heranwachsenden Platte *zwei* Bügel! Das ist eine rein gestaltliche Entsprechung, die funktionell unergiebig ist, weil bei solchen Fehlbildungen die Gelenkung des Ankers auf der Platte nicht mehr funktioniert.

Aus dem, was das System »Anker« und »Platte« der Synaptiden an Problemen zur »Physiologie der Plastik« anbietet, ist das Geschilderte nur ein kleiner

Ausschnitt — bei *Siegfried Becher, E. Merker, W. J. Schmidt* und *A. Kühn* findet man die ganze Rätselhaftigkeit der Phänomene dargelegt.

Am nachdenklichsten ist ihnen gegenüber *Siegfried Becher* (1912) geworden und kommt mit einer Fülle genialer Überlegungen schließlich bis zu dem Satz, es sei durchaus nicht einzusehen, warum es »für den Biologen notwendig oder förderlich sein sollte, sich mit Scheuklappen gegen das Psychische zu versehen«.

*Die Biologen und
das Psychische*

Darüber wäre noch viel zu sagen. Doch halten wir uns hier und zunächst an die Sätze von *A. Kühn*: »Wenn wir sagen: Von der Gestalt des Ankers geht eine induzierende Wirkung aus auf den Teil des Syncytiums, der die Platte bildet, so beschreiben wir, was geschieht; über das Wesen dieser Wirkung wissen wir nichts«. Und dann zusammenfassend: »Denken wir . . . nur an die Bildung komplizierter Skelete in den Syncytien der Echinodermen, zumal an die nichtfunktionellen, rein gestaltmäßigen Beziehungen zwischen gebildeten und zu bildenden Skeletstücken, so wird uns das Gestaltbildungsproblem in seiner ganzen Schwere bewußt«. (Sperrungen von mir. A.)

In einer Zeit, in der neue Einblicke von nie geahnter Genauigkeit in das Informationssystem des Organismus gelungen sind, scheint es angebracht, doch bescheiden zu bleiben und sich der offenen Weite bewußt zu halten, die noch vor uns liegt, wenn wir den Weg von den Informanten zur Materialisation ihrer Information, wenn wir die »Physiologie der Plastik« verstehen wollen.

Vor den Ansprüchen des Seienden können nur Scharfblick, Nüchternheit und Wahrhaftigkeit des Forschers bestehen. Als einem, der uns darin ein Beispiel gibt, seien diese Gedanken über die »Physiologie der Plastik« *W. J. Schmidt*, dem Meister in der Deutung der Biokristalle, aus Anlaß der Vollendung von 85 Lebensjahren gewidmet. Bisher waren es über 60 Forscherjahre.

Widmung

Literatur

Ankel, W. E.: Zur Geschichte der wissenschaftlichen Biologie in Gießen. Ludwigs-Universität, Justus Liebig-Hochschule, 1607–1957. Festschrift zur 350-Jahrfeier. Gießen, von Münchowsche Universitätsdruckerei (1957).

Becher, S.: Über doppelte Sicherung, heterogene Induktion und assoziativen Induktionswechsel. Zool. Jb. Suppl. 15, 3. Band. Festschrift Spengel (1912). 501–572.

Bergmann, C. und *R. Leuckart*: Anatomisch-physiologische Übersicht des Thierreichs. Stuttgart, J. B. Müller's Verlagshandlung (1852).

Ebner, V. von: Über den feineren Bau der Skeletteile der Kalkschwämme nebst Bemerkungen über Kalkskelette überhaupt. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math. naturw. Klasse. I. Abt. 95 (1887). 55–148.

- Haeckel, E.*: Die Kalkschwämme, eine Monographie. Berlin (1872).
- Kühn, A.*: Vorlesungen über Entwicklungsphysiologie. Springer-Verlag (1955).
- Ludwig, H.*: The Holothurioidea. Mem. Mus. Compar. Zoology. 17, 3 Cambridge (1894), 1–183.
- Merker, E.*: Ernst Siegfried Becher, Zool. Jb. (Physiologie) 43. (1927), 431–538.
- Rádl, A.*: Geschichte der biologischen Theorien in der Neuzeit. Leipzig und Berlin, Verlag von Wilhelm Engelmann. II. Teil (1909). 513.
- Roux, W.*: Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen. Heft 1, Die Entwicklungsmechanik, ein neuer Zweig der biologischen Wissenschaft. Leipzig (1905), 1–283.
- Schmidt, W. J.*: Die Skeletstücke der Stachelhäuter als Biokristalle. Zool. Jb. 47, Abt. f. allg. Zool. (1930), 357–510.
- Schmidt, W. J.*: Wissenschaftliche Veröffentlichungen. 1907–1964. Enthält die Titel der Publikationen Nr. 1–381. Privatdruck (1964).
- Schmidt, W. J.*: Wissenschaftliche Veröffentlichungen 1964–1969 (Titel des Publikationen Nr. 382–432). Privatdruck (1969).