

- Beispielhafter Auszug aus der digitalisierten Fassung im Format PDF -

Kristallseelen

Ernst Haeckel

Die Digitalisierung dieses Werkes erfolgte im Rahmen des Projektes BioLib (www.BioLib.de).

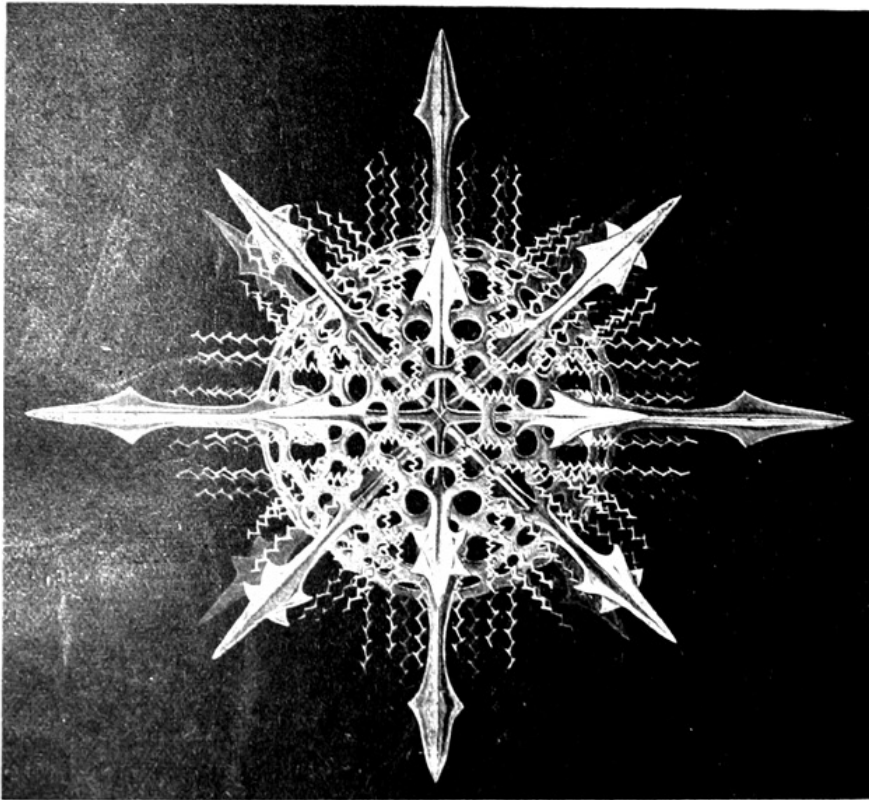
Die Bilddateien wurden im Rahmen des Projektes Virtuelle Fachbibliothek Biologie (ViFaBio) durch die [Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg \(Frankfurt am Main\)](http://Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg (Frankfurt am Main)) in das Format PDF überführt, archiviert und zugänglich gemacht.

KRISTALLSEELEN

STUDIEN ÜBER DAS
ANORGANISCHE LEBEN

VON

ERNST HAECKEL



1917

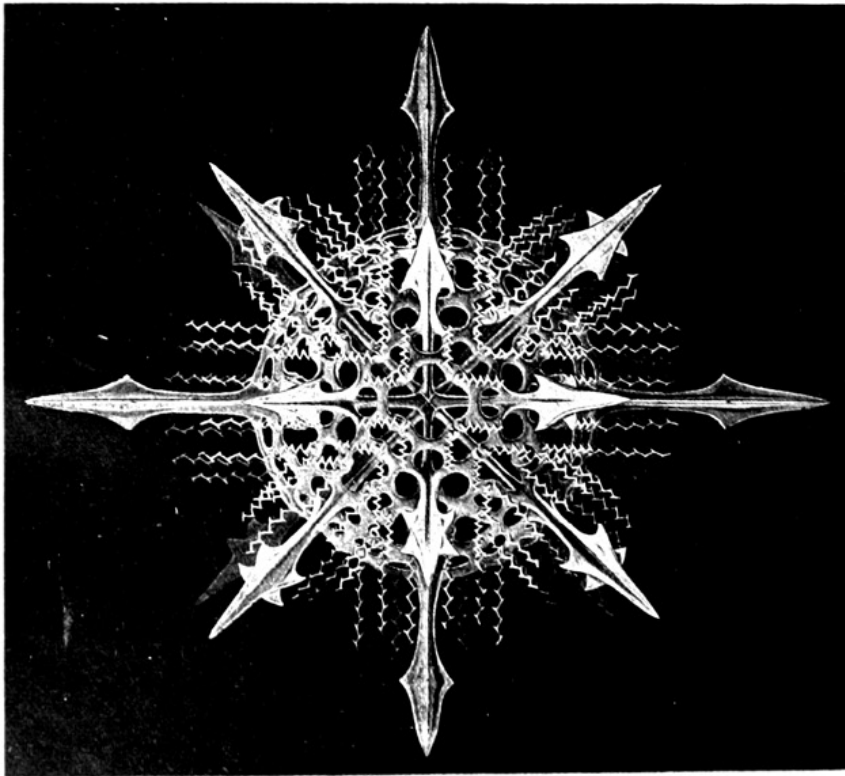
ALFRED KRONER VERLAG IN LEIPZIG

KRISTALLSEELEN

STUDIEN ÜBER DAS
ANORGANISCHE LEBEN

VON

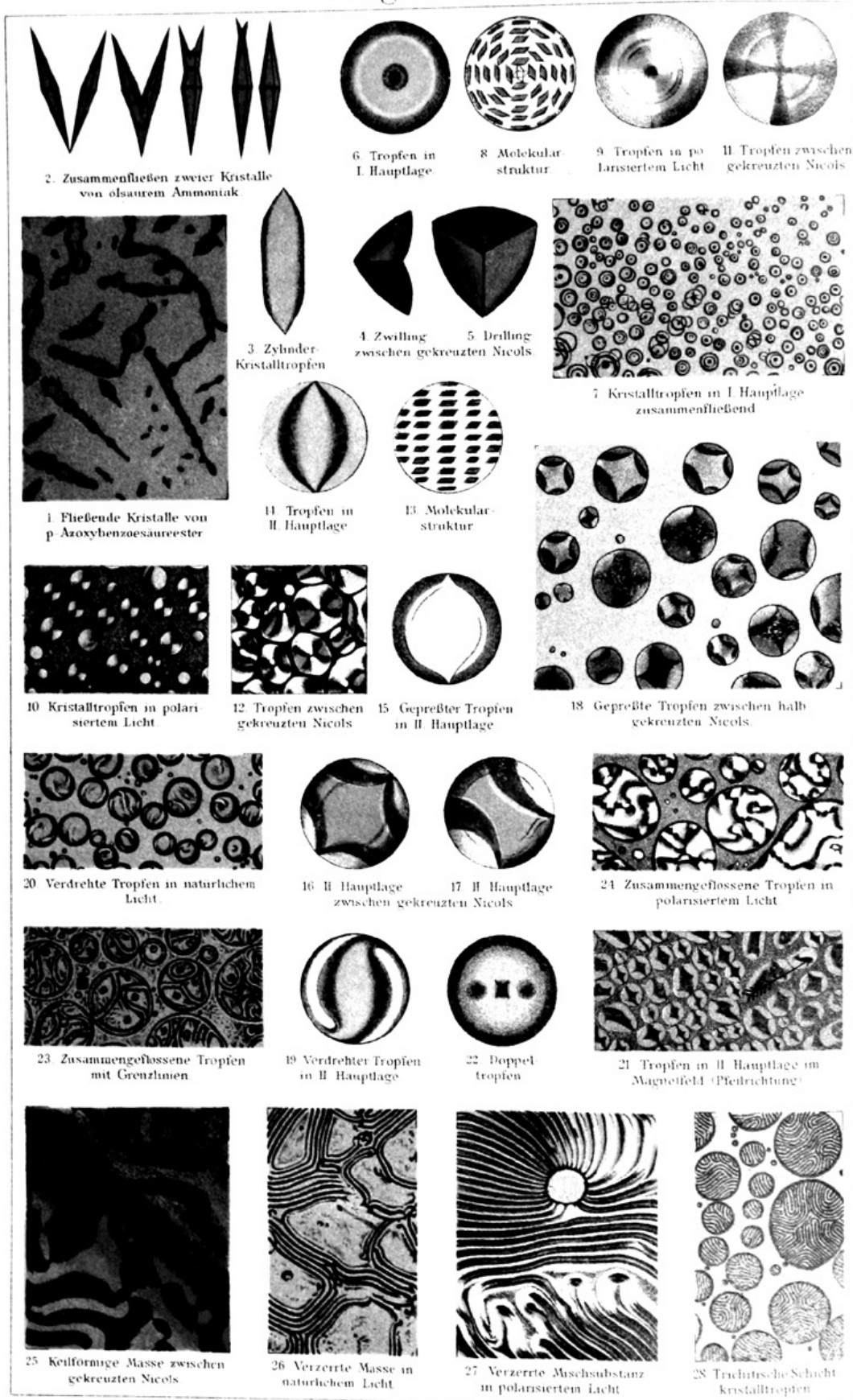
ERNST HAECKEL



1917

ALFRED KRONER VERLAG IN LEIPZIG

Flüssige Kristalle.



KRISTALLSEELEN

STUDIEN
ÜBER DAS ANORGANISCHE LEBEN

VON

ERNST HAECKEL

MIT 1 TAFEL IN FARBDRUCK
UND ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN IM TEXT



ALFRED KRÖNER VERLAG IN LEIPZIG
1917

709

„Was man an der Natur Geheimnisvolles pries,
Das wagen wir verständig zu probieren;
Und was sie sonst organisieren ließ,
Das lassen wir kristallisieren!“ *Goethe.*

„Wäre die Natur in ihren leblosen Anfängen
nicht so gründlich stereometrisch, wie wollte
sie zuletzt zum unberechenbaren und unermesslichen
Leben gelangen?“ *Goethe.*

„Wem es nicht zu Kopfe will, daß Geist und
Materie, Seele und Körper, Gedanke und Ausdeh-
nung, Wille und Bewegung die notwendigen Dop-
pel-Ingredienzien des Universums waren,
sind und sein werden, die beide gleiche Rechte
für sich fordern, und deswegen beide zusammen
wohl als Stellvertreter Gottes angesehen werden
können, — wer zu dieser Vorstellung sich nicht er-
heben kann, der hätte das Denken längst aufgeben
und auf gemeinen Weltklatsch seine Tage ver-
wenden sollen.“ *Goethe.*



—
V
—

4405

Inhalts-Verzeichnis.

Erstes Kapitel: **Kristallotik (= Kristallkunde)** S. 1.

| | Seite | | Seite |
|--|--------|---------------------------------------|--------|
| Aufgabe der Kristallotik | 1 | Biokristalle | 19 |
| Kristall-Ordnungen | 2 | Protisten und Histonen | 20 |
| Sterrokristalle | 2 | Metaphyten und Metazoen | 21 |
| Symmetrie-Systeme | 3 | Rheokristalle | 22 |
| Kristall-Individuen | 4 | Flüssige Kristalle | 23 |
| Kristall-Vereine, Dendriten | 5, 6 | Erklärung des Titelbildes | 23, 24 |
| Kristall-Entwicklung | 7 | Substanz, Aggregatzustand | 25 |
| Kristallisation | 8 | Lebenserscheinungen | 27 |
| Kristall-Skelette | 8 | Wachstum, Ernährung | 27 |
| Leben der Sterrokristalle | 9 | Kopulation, Hybridismus | 28 |
| Anpassung, Regeneration | 10, 11 | Membration (Hautbildung) | 30 |
| Tod und Scheintod | 12 | Stoffwechsel, Vergiftung | 31 |
| Arbeiten der Schneeseele | 13 | Nucleation (Kernbildung) | 31 |
| Hexagonale Schneekristalle | 14 | Polymorphismus | 32 |
| Kollokristalle | 16 | Exkretion, Regeneration | 33 |
| Kolloide und Kristalloide | 17 | Bewegung, Metamorphose | 34 |
| Sphaerokristalle | 18 | Führung, Aesthese | 35 |
| | | Myelinformen, Lecithin | 36 |
| | | Hohle Sphaerokristalle | 37 |
| | | Myelinkugel und Chroococcus | 38 |

Zweites Kapitel: **Probiontik (= Zytodenkunde)** S. 39.

| | Seite | | Seite |
|---|--------|---------------------------------------|--------|
| Aufgabe der Probiontik | 39 | Kokkogonien und Hormogonien | 49 |
| Probionten (Zytoden) | 39 | Pigment und Thallus | 50, 51 |
| Praezellare Organismen | 39 | Chromatellen. Biokristalle | 52 |
| Kernlos und geschlechtslos | 40 | Bakterien | 53 |
| Problematische Moneren | 40 | Formen der Bakterien | 54 |
| Plasma, Lebendige Substanz | 41 | Seele der Bakterien | 54 |
| Protoplasma u. Metaplasma | 42 | Metasitismus | 56 |
| Plastiden und Plastidule | 42, 43 | Molethyne-Arbeit | 57 |
| Schizophyten (Spaltpflanzen) | 44 | Formen der Hemitomie | 58 |
| Kernfrage. kernlose Zellen | 45 | Erotik (Sexualismus) | 58 |
| Chromaceen (Cyanophyceen) | 47 | Erotischer Chamotropismus | 59 |
| Chroococcus (Chroococcaceen) | 46 | Probiontik und Geologie | 60 |

Inhalts - Verzeichnis.

Drittes Kapitel: Radiotik (= Strahlungskunde) S. 61.

| | Seite | | Seite |
|---|--------|--|-------|
| Aufgabe der Radiotik | 61 | Nassellaria (Monopylea) | 79 |
| Radiolarien (Strahlinge) | 61 | Phacodaria (Cannopylea) | 81 |
| Actissa (Urform, Prototypus) | 62, 64 | Wunder der Zellseele | 82 |
| Porulosa und Osculosa | 65 | Reguläre Polyeder | 83 |
| Spumellaria (Peripylea) | 68 | (Platonische Polyeder) | |
| Acantharia (Actipylea) | 69 | Psychom der Diatomeen | 87 |
| Zentrogenes Sternskelett | 70 | Diatomeen und Radiolarien | 88 |
| Icosacanth-Gesetz | 71 | Kristalline Hexagonal-Dictyose | 89 |
| Plastisches Distanzgefühl | 76 | Biokristallisation | 91 |

Viertes Kapitel: Psychomatik (= Fühlungskunde) S. 92.

| | Seite | | Seite |
|--|----------|--|-------|
| Aufgabe der Psychomatik | 92 | Wahlverwandtschaft | 106 |
| Trinität der Substanz | 92 | Psychom der Elemente | 107 |
| Psychomatik und Psychologie | 93 | Karbonseele, Karbogen-Theorie | 108 |
| Psychomatik und Mathematik | 94 | Molekülseele | 109 |
| Komparante Psychomatik | 95 | Leptonik, Albuminseele | 111 |
| Führung (Ästhesis) | 96 | Zellseele | 112 |
| Unbewußte Empfindung | 96 | Zellseele der Protophyten | 114 |
| Erhaltung der Führung | 97 | Zellseele der Protozoen | 117 |
| Molethyen, Moletropismen | 98 | Pflanzenseele (Instinkte) | 119 |
| Mneme (Erinnerung) | 99 | Tierseelen: Spongien, Cniderien | 121 |
| Hysteresis, Anorgane Mneme | 100 | Menschenseele (Stammzelle) | 128 |
| Katalyse, Kontaktwirkung | 101 | Symmetrismus (Statotaxis) | 131 |
| Biogenetisches Grundgesetz | 101 | Diffusions-Kristallare | 132 |
| Psychomatische Skala | 103 | Zahlen-Symmetrismus | 134 |
| Weltäther und Vakuum | 104 | Singulation der Substanz | 139 |
| Elektronseele, Atomseele | 104, 105 | Archigonie (Urzeugung) | 140 |
| | | Vitalismus (Lebenskraft) | 141 |
| | | Zweck und Zufall | 143 |

Anhang: Synoptische Tabellen S. 144.

| | Seite | | Seite |
|---|-------|--|-------|
| I. Symmetrie - Systeme der Sterrokristalle | 145 | V. Stufenleiter des Seelenlebens | 149 |
| II. Promorphologisches System | 146 | VI. Stufenleiter der Organisation | 150 |
| III. Radiotik und Kristallotik | 147 | VII. Biotische Geogenie | 151 |
| IV. Vier Hauptformen der Hemitomie | 148 | VIII. Monistische Substanzlehre | 152 |

Vorwort.

Die vorliegenden Studien über „Kristallseelen“ erstrecken sich auf ein sehr weites Gebiet, an welchem die verschiedensten Zweige der Naturwissenschaft und Philosophie unmittelbares Interesse haben: Kristallographie und Mineralogie, Physik und Chemie, Morphologie und Physiologie, Zoologie und Botanik, Psychologie und Mathematik. Bei der ungeheuren Ausdehnung, welche diese divergenten Wissensgebiete im Laufe des 19. Jahrhunderts erlangt, und bei der weitgehenden Arbeitsteilung, welche deren zahlreiche Vertreter immer mehr einander entfremdet haben, ist es natürlich ganz ausgeschlossen, daß ein einzelner Arbeiter dieselben gleichmäßig beherrschen und in allen betreffenden Fächern gründliche und umfassende Kenntnisse erwerben könnte. Daher wird jeder Versuch, die gemeinsamen Berührungspunkte der verschiedenen Fachwissenschaften hervorzuheben und aus ihrer Kombination allgemeine Ergebnisse zu erzielen, dem gründlichen Fachmann von vornherein verdächtig und als oberflächliche „Dilettanten“-Arbeit erscheinen. Auch ich muß mich diesem Vorwurf aussetzen; denn ich bin in der Mehrzahl der angeführten Fächer nur ein „halbgebildeter Dilettant“. Wenn ich trotzdem diesen gewagten Versuch unternehme, so geschieht es lediglich, weil ich den allgemeinen Ergebnissen desselben eine hohe Wichtigkeit beilege und meinen früheren naturphilosophischen Studien damit einen abgerundeten Abschluß geben kann.

„Kristallseelen“? Was soll dieser neue naturphilosophische Begriff bedeuten? Vielleicht eine bodenlose metaphysische Spekulation? Oder ein phantastisches Traumgebilde der Dichtung? Sind nicht Kristalle und Seelen zwei grundverschiedene Erscheinungen, die nichts miteinander zu tun haben?

Die Kristalle galten noch im Anfange unseres 20. Jahrhunderts fast allgemein für leblose starre Naturkörper. Ihre wissenschaftliche Behandlung fiel der Physik und Chemie, der Mathematik und Mineralogie anheim. Die echten Kristalle, wie sie zu Tausenden in allen mineralogischen Sammlungen sich finden, erscheinen in der Tat als feste „tote Körper“ ohne Organisation,

meistens begrenzt von ebenen Flächen und geraden Kanten, die unter bestimmten Winkeln zusammenstoßen; auch besitzen sie ein charakteristisches inneres Gefüge, das sich in ihrer Spaltbarkeit kundgibt und auf eine gesetzmäßige innere Anordnung ihrer Moleküle, der kleinsten gleichartigen Teilchen, zurückführen läßt. Die Wissenschaft, die sich mit der Erforschung der „toten“ Kristalle beschäftigt, die Kristallographie, ist daher eine „exakte“ anorganische Naturwissenschaft, die sich in den sicheren Bahnen der Mathematik bewegt und weder mit dem „Leben“, noch mit der „Seele“, als der vollkommensten Erscheinung des Lebens, irgendetwas zu tun hat.

Die Seelen andererseits galten fast allgemein als Erscheinungen des organischen Lebens, die der anorganischen Welt der Mineralien, der Gesteine und Kristalle fremd gegenüberstehen. Ihre hauptsächlichsten Merkmale, Empfindung und Bewegung (oder „Fühlen und Wollen“), sind gebunden an die Organisation der „lebendigen Naturkörper“, an die eigentümliche Zusammensetzung der Organismen aus verschiedenen Organen, auf deren gesetzmäßigem, scheinbar zweckmäßigem Zusammenwirken eben das Leben selbst beruht. So ist demnach die Wissenschaft, der die Erforschung der „lebendigen Seelen“ zufällt, die Seelenkunde oder Psychologie, ein Teil der organischen Naturwissenschaft, der Biologie, und deren Aufgaben sind größtenteils so verwickelt und vielseitig, daß sie nur teilweise einer „exakten“ Behandlung und namentlich der Zurückführung auf die sicheren Formeln der Mathematik zugänglich erscheinen. Ja die Mehrzahl der eigentlichen „Psychologen von Fach“ hält sogar die alte Überlieferung fest, daß die Seelenlehre keine „Naturwissenschaft“, sondern eine reine „Geisteswissenschaft“ ist.

Diese tiefe Kluft zwischen „Kristallen und Seelen“, der weite Abstand der beiden damit beschäftigten Wissenschaften, Kristallographie und Psychologie, bestand noch zu Anfang des 20. Jahrhunderts fast allgemein, wie jeder Blick in die betreffende umfangreiche Literatur, insbesondere die Lehrbücher und Jahresberichte über ihre Fortschritte zeigt. Auch waren ja durch die althergebrachte Arbeitsteilung, die naturgemäß von Jahr zu Jahr mit dem steigenden Wachstum unserer Kenntnisse immer mehr Gewicht erhält, die großen Arbeitsgebiete beider Wissenschaften ganz getrennt. Die Physiker und Chemiker, Mineralogen und Geologen dachten gar nicht daran, Psychologie zu studieren. Ander-

seits waren die Aufgaben und Methoden der eigentlichen Psychologen, ihre verwickelten Probleme und weit entfernten Ziele so verschieden von denjenigen der Kristallographen, daß sie gar kein Bedürfnis fühlten, deren fremdes und weit entferntes Arbeitsgebiet zu betreten.

Da erschienen im Jahre 1904 gleichzeitig eine Anzahl von höchst bedeutenden Arbeiten, welche diese traditionellen Verhältnisse völlig veränderten und einer ganz neuen Forschungsrichtung Bahn brachen. Durch Otto Lehmann (Karlsruhe) wurde seine überraschende Entdeckung der „flüssigen, scheinbar lebenden Kristalle“, um deren Anerkennung er sich zwanzig Jahre lang vergeblich bemüht hatte, endlich in einem größeren Werk zur Geltung gebracht. Durch Richard Semon (München) wurde die „Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens“ nachgewiesen und das unbewußte Gedächtnis der lebenden Substanz sowohl zur psychologischen Erklärung der rätselhaften Vererbungs-Prozesse, wie zur Stütze des Biogenetischen Grundgesetzes verwertet. Gleichzeitig erhielt die Lehre vom Seelenleben der Pflanzen eine feste Begründung durch die experimentelle Erforschung ihrer Sinnesorgane (Haberlandt, Nemeč, Francé u. a.). Andere Botaniker und Bakteriologen stellten die oft bestrittene Existenz von Zytoden und Moneren fest, von kernlosen Zellen, wie sie noch heute in den Schizophyten leben (Chromaceen und Bakterien). Damit wurde die Reform der Zellentheorie und ihr Ersatz durch die Plastidentheorie durchgeführt, die ich schon 1866 vergeblich angestrebt hatte. Auch der Versuch, den ich damals im zweiten Buche der „Generellen Morphologie“ gemacht hatte, durch „allgemeine Untersuchungen über die Natur und erste Entstehung der Organismen ihr Verhältnis zu den Anorganen“ aufzuklären, gelangte durch die angeführten und andere gleichzeitige Arbeiten auf biologischem und auf physikalischem Gebiete zu befriedigendem Erfolg. So wurde ich in den Stand gesetzt, durch Zusammenfassung und kritische Verwertung dieser neuen Ergebnisse, gestützt auf langjährige eigene Untersuchungen, in dem Buche über die „Lebenswunder“ (1904) das Programm einer neuen „Biologischen Philosophie“ zu entwerfen und damit zugleich einen wesentlichen Ergänzungsband zu dem 1899 erschienenen Buche über die „Welträtsel“ zu liefern.

Durch diese großartigen Fortschritte unserer tieferen Naturerkenntnis, deren vielseitige Bedeutung noch heute den meisten

... und die nächsten 10 Seiten ...
... and the next 10 pages ...

sphärium ableiten, durch Erhärtung eines Teiles der zentifugalen Pseudopodien. Während bei diesen niedersten Astrolophiden, die den Radialbau eines anorganischen Sphärokristalls zeigen, die Zahl und Anordnung der Radialstäbe noch ganz unbestimmt ist, werden sie dagegen bei den Akanthoniden, und überhaupt der großen Mehrzahl der Akantharien, nach einem merkwürdigen,

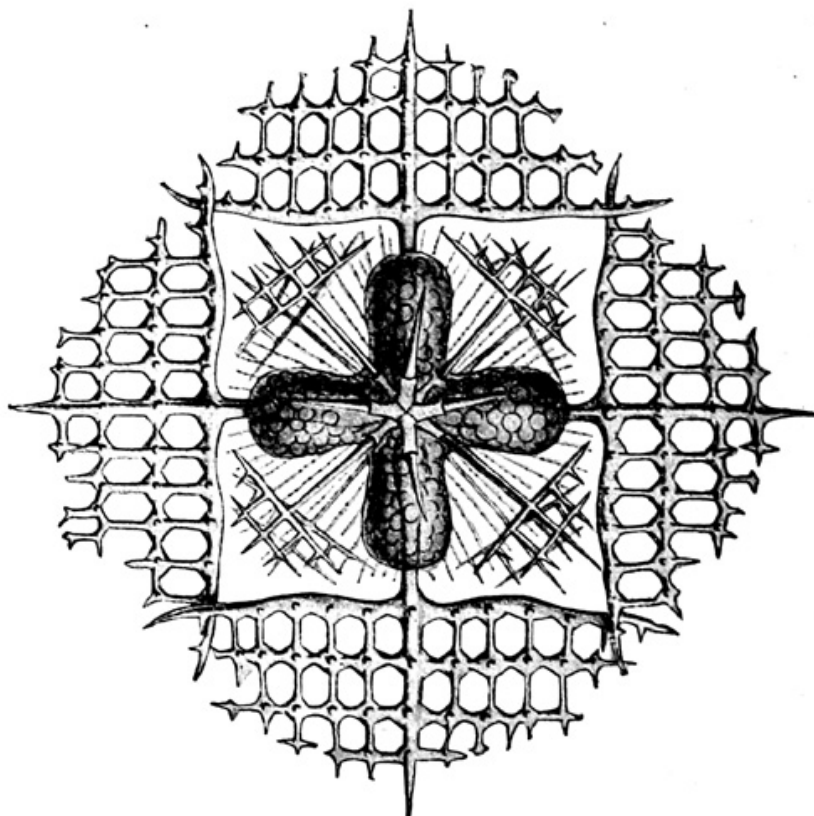


Fig. 30. *Lithoptera dodecaptera* (Acantharia).

Eine Acanthometra, deren 20 Radialstacheln nach dem Icosacanthengesetze von Johannes Müller regelmäßig auf fünf Parallelkreise von je vier kreuzständigen Stacheln verteilt sind. Die vier starken Äquatorialstacheln sind größer und tragen am Ende einen breiten Gitterflügel. Die acht Tropenstacheln, mit ihnen alternierend, schwächer, tragen einen kleinen Gitterflügel. Die acht Polarstacheln sind klein und einfach. In der Mitte die kreuzförmige vierlappige Zentralkapsel.

ganz bestimmten Gesetze geordnet, das schon von dem Begründer der ganzen Klasse, Johannes Müller, entdeckt und ihm zu Ehren von mir das „Müllersche Stellungsgesetz“ genannt wurde (oder auch das „Icosacanthengesetz“) (Fig. 30). Immer sind hier ursprünglich an dem schwebenden einzelligen Körper zwanzig Radialstacheln ausgebildet, die in fünf Gürtel von je vier Strahlen verteilt sind. Zum anschaulichen Verständnis dieser merkwür-

digen, streng erblichen Anordnung dient der Vergleich mit einem Erdglobus, auf dessen Oberfläche fünf Parallelkreise eingezeichnet sind, der horizontale Äquator und beiderseits desselben zwei Tropenkreise und zwei Polarkreise. Wenn man nun den Globus von oben (vom Nordpol) betrachtet, so ist seine senkrecht stehende Achse stachellos. Dagegen liegen in der Ebene des Äquator vier Stacheln in zwei aufeinander senkrechten Durchmessern (diese sind oft größer und anders gestaltet als die sechzehn anderen). Zu beiden Seiten der Äquatorialebene stehen je vier Stacheln, deren Spitzen in die Tropenkreise fallen, und weiter aufwärts und abwärts je vier Stacheln, deren Spitzen in die Polarkreise fallen. Diese fünf Parallelen alternieren regelmäßig miteinander, so daß die vier äquatorialen und die acht polaren Stacheln in denselben zwei senkrechten Meridianebenen liegen, die sich rechtwinklig kreuzen. Dagegen liegen die acht tropischen Stacheln in zwei rechtwinklig sich schneidenden Meridianebenen, welche die ersteren unter einem Winkel von 45° schneiden.

Akanthoniden. Die Akanthometren mit zwanzig Radialstacheln, die stets nach dem konstanten Icosacanth-Gesetze in regelmäßiger geometrischer Stellung verteilt sind, fassen wir in der Unterordnung der Akanthoniden zusammen; sie bieten in ihrer vielgestaltigen Entwicklung eine große Zahl von merkwürdigen Erscheinungen, die sowohl in morphologischer Beziehung für die Kristallographie und Geometrie, wie in physiologischer Beziehung für die Psychologie und Biogenie von hohem Interesse sind (Fig. 31). Die Gruppe der Akanthoniden zerfällt in drei Familien. In der ersten und ältesten Familie, den Astrolonchiden sind alle zwanzig Stacheln von gleicher Größe (Fig. 31). In der zweiten Familie, den Quadrilonchiden, sind die vier Äquatorialstacheln größer und oft anders geformt, als die sechzehn anderen (Fig. 30). In diesen beiden Familien liegt die Äquatorialebene also horizontal und hat die Grundform eines Quadrats. Ihr Biokristall entspricht einem Sterrokristall des tetragonalen Systems. Dagegen stellt sich die Mittelebene vertikal bei der dritten Familie, den Amphilonchiden (Chall. Pl. 132); hier werden zwei gegenständige Stacheln viel größer als die achtzehn anderen, und bisweilen sind diese beiden Hauptstacheln sogar an Größe und Gewicht sehr verschieden (Amphibelone). Hier kann kein Zweifel sein, daß der einzellige Körper seine ursprüngliche Lage verlassen und sich um 90° gedreht hat. Das beweist auch die entsprechende Veränderung in der Ge-

stalt der spindelförmigen Zentralkapsel, deren untere Hälfte viel dicker und schwerer wird als die obere.

Akanthophrakta (Challenger-Radiolarien 1887, Pl. 130—140). Die ausgebildete Gitterschale, durch deren Besitz sich die Akanthophrakten von den Akanthometren unterscheiden, ist in mehrfacher Beziehung eine reiche Fundgrube sowohl für die organische Morphologie und Physiologie, wie für die anorganische Kristallographie

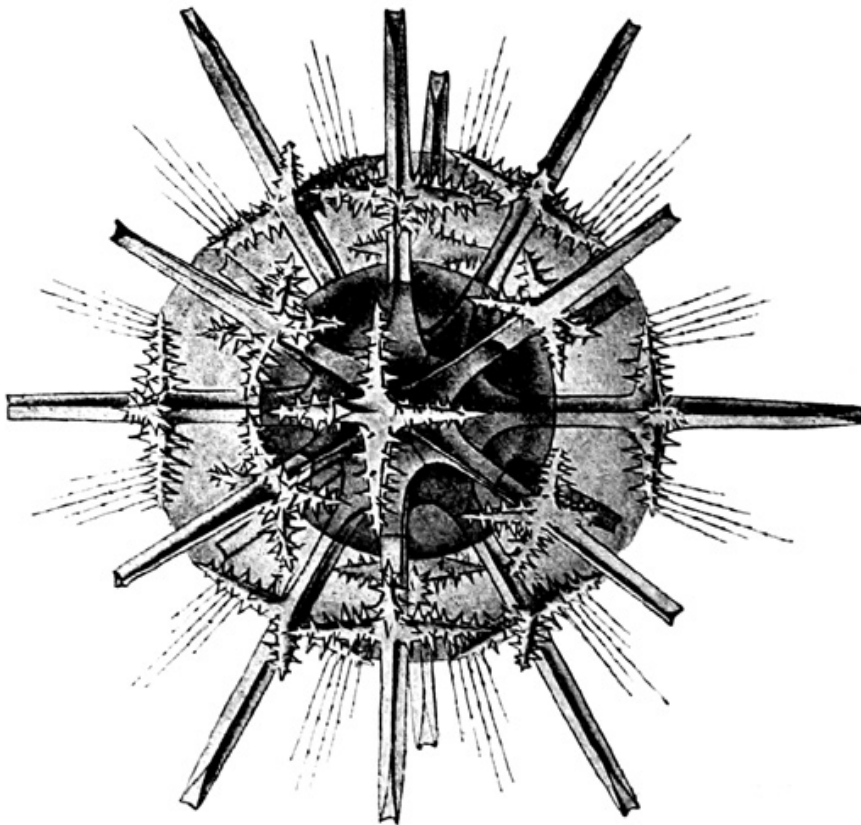


Fig. 31. *Xiphacantha spinulosa* (Acantharia).

Eine Acanthometra mit 20 Radialstacheln, welche an der kugeligen Oberfläche der Gallerthülle (Calymma) ein Kreuz mit vier dornigen Tangentialarmen tragen. Die Äquatorebene ist in dieser Figur senkrecht zur Papierfläche gestellt. Die stachellose Achse (Nord—Süd) steht vertikal.

und Psychomatik. Ursprünglich eine einfache Gitterkugel, welche die konzentrische sphärische Zentralkapsel schützend umgibt (Sphärophrakta), hat sie sich nach verschiedenen Richtungen hin zu höchst seltsamen Panzerbildungen entwickelt. Bei den Belonaspiden wird die Gitterschale ellipsoid, indem zwei gegenständige Äquatorialstacheln viel stärker wachsen als die achtzehn anderen; hier stellt sich die verlängerte hydrotomische Achse wieder senkrecht (wie bei den Amphilonchiden). Bei den Hexalaspiden

den hingegen nimmt die linsenförmig abgeplattete Schale die Form eines sechsstrahligen Sterns an, indem sechs größere Stacheln (zwei gegenständige äquatoriale und vier polare, in derselben „hydrotomischen“ Meridianebene gelegen) viel stärker werden als die vierzehn anderen (oft rückgebildeten) (Fig. 35). Bei den Diploconiden endlich verwandelt sich die Schale in eine Sanduhr oder einen Doppelkegel, indem die Basalscheiden der beiden hypertrophischen

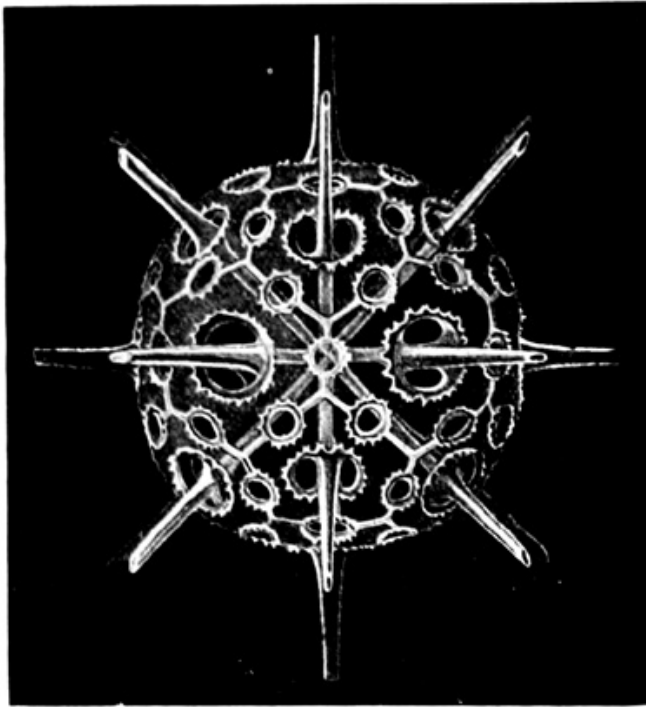


Fig. 32. *Dorataspis typica*
(*Acantharia Diporaspida*).

Eine *Acanthophracta*, deren kugelige Gitterschale sich aus den gegenständigen Querfortsätzen von 20 zweischneidigen Radialstacheln aufbaut; jede der 20 tangentialen Tafeln ist daher von zwei Aspinalporen durchbrochen. In der Naht zwischen je zwei zusammenstoßenden Tafeln liegt ein Koronalporus.

stacheln (senkrecht zu ihrer Achse) Querfortsätze hervorwachsen, die sich verzweigen. Bei den *Diporaspiden* (Fig. 32) treten aus jedem Stachel zwei gegenständige Apophysen hervor, so daß bei deren Verwachsung im ganzen vierzig primäre Aspinalporen entstehen. Bei den *Tessaraspiden* hingegen (Fig. 33) wachsen aus jedem Stachel vier kreuzständige Apophysen hervor (Fig. 31), so daß hier durch deren Verwachsung im ganzen achtzig primäre Aspinalporen gebildet werden. Sehr bemerkenswert ist die strenge

Äquatorialstacheln (in der hydrotomischen Meridianebene) übermäßig sich entwickeln, die achtzehn anderen Stacheln rückgebildet werden (Fig. 36). Diese sehr merkwürdige Metamorphose — die Entstehung einer Sanduhr aus einem einfachen Strahlensternchen — ist auf Tafel 130 bis 140 der *Challenger-Radiolarien* (1887) durch viele Abbildungen illustriert.

Die Gitterschale der *Akanthophrakten* entsteht aus dem Strahlenstern der *Akanthoniden* dadurch, daß an der Oberfläche des kugeligen *Kalymma* in tangentialer Richtung aus den 20 Radial-

geometrische Symmetrie, welche sowohl bei der Verzweigung der Apophysen (unter konstanten Winkeln!) als bei der weiteren

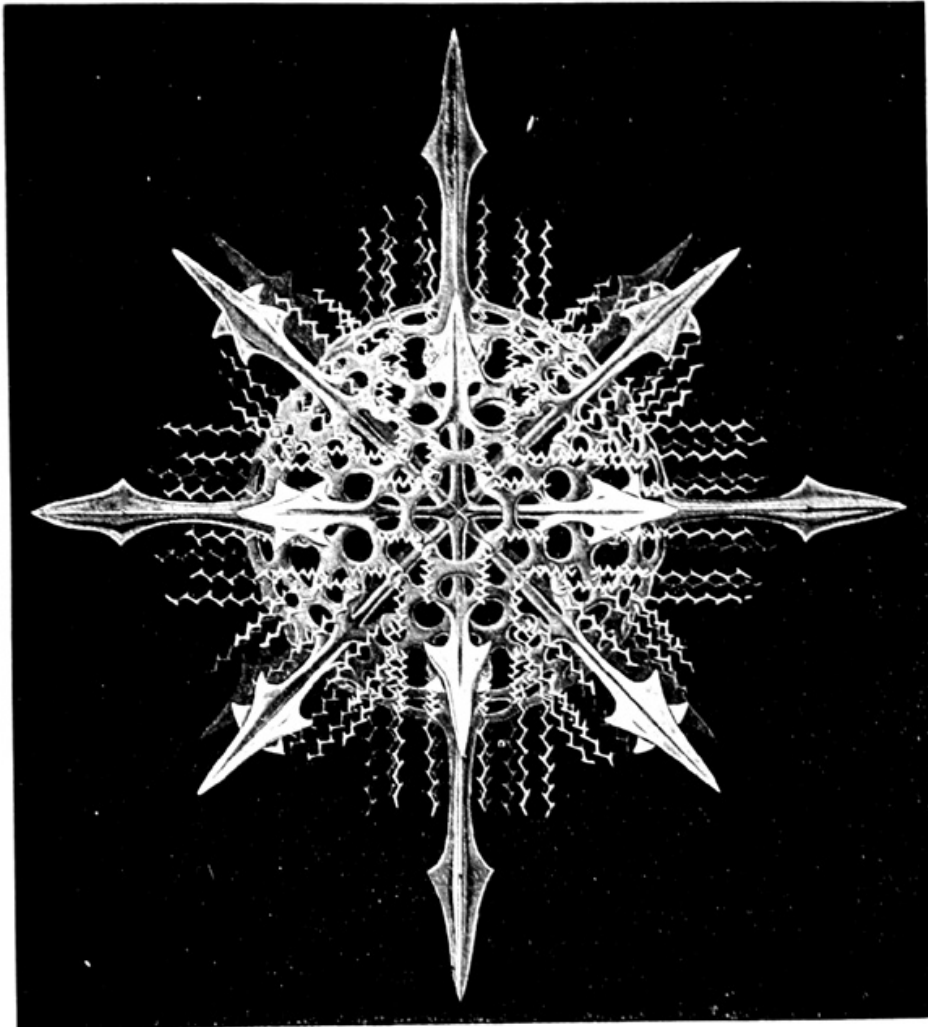


Fig. 33. *Lychnaspis miranda* (Acantharia Tessaraspida).

Eine Acanthophracta, deren kugelige Gitterschale sich aus kreuzständigen Querfortsätzen von 20 vierkantigen (am Ende spießförmigen) Radialstacheln aufbaut; jede der 20 tangentialen Tafeln ist daher von vier Aspinalporen durchbrochen. In der Naht zwischen je zwei zusammenstoßenden Tafeln liegt ein Koronalporus. Aus der äußeren konvexen Fläche der 20 Gittertafeln wachsen zahlreiche zarte, in Zickzack gewundene Beistacheln hervor; die Richtung derselben ist nicht radial, sondern stets parallel dem Hauptstachel, aus dessen Tafelrand sie sich erheben (Wirkung des „Plastischen Distanzgeföhls“).

Ausbildung der rechteckigen Gittermaschen in den von ihnen gebildeten Tangentialtafeln festgehalten wird. So entstehen jene wunderbar komplizierten Gehäuse der Akanthophrakten, die in

ihrem mathematisch korrekten Aufbau eine exakte promorphologische Analyse gestatten und viel mehr Ähnlichkeit mit vielen starren mineralischen Kristallformen besitzen, als mit irgendwelchen organischen Formen.*)

Protakanthen und Parakanthen. Bei sehr vielen Akanthophrakten wachsen aus der Oberfläche der kugeligen Gitterschale neben den ursprünglichen zwanzig Hauptstacheln (Protacanthi) sehr zahlreiche feine Nebenstacheln oder Beistacheln (Paracanthi) hervor. Diese sind niemals radial gerichtet, sondern stets genau parallel den Hauptstacheln. Da nun diese letzteren immer paarweise gegenüberstehen, so verlaufen sämtliche Beistacheln (oft viele hundert oder tausend) parallel vier verschiedenen, regelmäßig verteilten und mathematisch bestimmten Achsen der kugeligen Gitterschale und der davon umschlossenen Zentralkapsel (Fig. 33). Dieses auffallende, stets wiederkehrende Stellungsverhältnis ist nur zu erklären durch das plastische Distanzgefühl der Pseudopodien, welche die Skeletteile abscheiden, und durch die Mneme des Plasma, welche diese psychomatischen Ästhesen durch Vererbung überträgt. Da die zwanzig Hauptstacheln im Zentrum der Kapsel meist nur ineinander gestemmt (selten verwachsen) sind, lassen sie sich leicht isolieren; jeder vertikale einzelne Hauptstachel zeigt dann die Form eines zierlichen Leuchters, dessen Mitte eine horizontale Gitterplatte mit zwei gegenständigen oder vier kreuzständigen Aspinalporen trägt; am Rande derselben erheben sich senkrecht zahlreiche feine Beistacheln; sie umgeben den zentralen Hauptstachel in ähnlicher Anordnung, wie bei einem „Geburtstagskuchen“ die vielen kleinen Wachlichter (die Zahl der Jahre angehend) rings um die starke zentrale Kerze (das sogenannte „Lebenslicht“) herumstehen. (Vgl. Chall. 1887. Pl. 137, 138; — Kunstformen der Natur, Taf. 41.) Auch bei manchen Akanthoniden, deren zwanzig Strahlen an der Basis ein vierflügeliges Blätterkreuz tragen, sind die Zähne oder Nebenstacheln, die von den Blättern senkrecht abgehen, stets parallel den Achsen gerichtet (Fig. 35).

*) Vgl. hierzu die zwölf Tafeln im dritten Teil der deutschen „Monographie der Radiolarien“: Acantharien oder Actipyleen-Radiolarien (Berlin, Reimer 1888). Dieselben Formen finden sich auf den Tafeln 129—140 der englischen Challenger-Radiolarien (1887). Die aufmerksame Betrachtung derselben wird dies eindrucksvoller zeigen als eine lange, ausführliche Beschreibung. Eine kleine Auswahl der auffälligsten Formen ist auf den Tafeln 21 und 41 meiner „Kunstformen der Natur“ gegeben.

Sehr interessant ist im besonderen die Ähnlichkeit dieser und anderer kristallähnlichen Bildungen der Akantharien mit Bezug auf die Molethynen, jene geheimnisvollen „molekularen Richtkräfte“, zu deren psychomatischer Deutung wir bei unbefangener Vergleichung mit Kristallisations-Gesetzen genötigt werden. Sowohl bei vielen kugeligen Dorataspiden wie bei den großen ellipsoiden Belonaspiden finden sich in jeder der zwanzig tangentialen Gitterplatten zahlreiche (oft mehrere tausend) rechteckige Löcher,

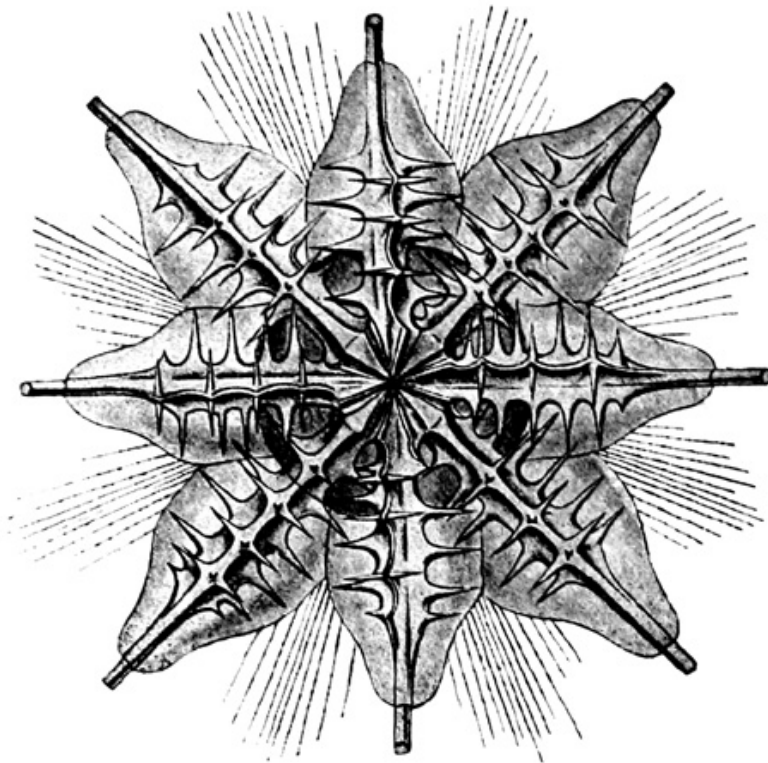


Fig. 34. *Pristacantha polyodon* (Acantharia).

Eine Acanthometra mit 20 Radialstacheln, von denen nur acht gezeichnet sind. Die Basalteile der Stacheln sind von kegelförmigen Fortsätzen der Gallerthülle umschlossen und tragen vier kreuzständige Blätter, deren jedes zwei Reihen von parallelen Zähnen trägt.

neben zwei oder vier primären Aspinalporen viele sekundäre Koronarporen. Wo nun die Gitterplatten, deren jede selbständig nach ihrem Hauptstachel orientiert ist, in der Schalenfläche zusammenstoßen, da entstehen ähnliche Figuren, wie bei der Kristallisation von Salmiak und anderen Salzen, deren „Kristallskelette“ beim Zusammenstoßen verwachsen (Fig. 1—3, S. 8, 9).

Psychomatische Vererbung. Die vergleichende Morphologie der Akantharien, von denen neuerdings über 400 verschiedene Spezies beschrieben sind, läßt keinen Zweifel bestehen, daß diese

mannigfaltigen, zum Teil höchst komplizierten Formen, alle aus einer gemeinsamen Urform hervorgegangen sind; aus einer einfachen Kugelzelle (*Actinellus*), von deren Mittelpunkt unzählige feine Strahlen ausgehen, wie bei einem Sphärokristall. Eine lange Kette von verbindenden Übergangsformen führt von diesen Astrophiden zu den Akanthoniden (mit zwanzig regelmäßig auf fünf Parallelkreise verteilten Stacheln); anfangs sind diese Radien einfach, dann bilden sie Querfortsätze (Fig. 31); diese treten zur Bildung einer kugeligen Gitterschale zusammen (Fig. 33). Später verwandelt sich, bei den Hexalaspiden, die Kugel in eine linsenförmige Scheibe (Fig. 35); vierzehn Stacheln werden rudimentär; die sechs übrigbleibenden werden um so stärker; indem sie am Rande der Linse hervortreten, bilden sie einen sechsstrahligen Stern, ähnlich einem Schneestern (Fig. 35). Zuletzt, auf der jüngsten phyletischen Entwicklungsstufe, bleiben von diesen sechs Stacheln nur zwei gegenständige, übermäßig entwickelte übrig, während die achtzehn anderen verkümmern und größtenteils oder ganz verschwinden (Fig. 36). Aber die basalen Stachelscheiden dieser zwei Riesenstrahlen entwickeln sich so mächtig, daß sie eine ganz neue, sehr merkwürdige Schalenform bilden, einen Doppelkegel („Sanduhr oder Doppelkorsett“).*)

Phylogenie der Akantharien. Die zusammenhängende Kette von phyletischen Entwicklungsstufen, welche in der formenreichen Legion der Akantharien noch heute lebend nebeneinander vorkommen, gestattet uns nicht allein ihre monophyletische Ableitung von *Actinellus* als gemeinsamer Stammform; sondern sie liefert auch schöne Beweise für das Biogenetische Grundgesetz, dessen Gültigkeit für die einzelligen Protisten oft bezweifelt worden ist. Die historische Entstehung eines so komplizierten kristallähnlichen Gebildes wie *Lychnaspis* (Fig. 33) wiederholt sich noch heute in seiner individuellen Entwicklung. Denn seine Ontogenese zeigt, daß zuerst nur zwanzig einfache Radien (nach Müllers Gesetz) gebildet werden; dann verästeln sich dieselben (Fig. 31); ihre Querfortsätze treten an der Oberfläche des kugeligen Kalymma zur Bildung einer Gitterschale zusammen, und erst zuletzt wachsen aus deren Oberfläche die haarfeinen Nebenstacheln hervor, genau parallel den Hauptstacheln gerichtet (Fig. 33). Diese ontogene-

*) Ich habe solche Formen schon in meiner „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ abgebildet (11. Aufl. 1909, Taf. 15, Fig. 6; Taf. 16, Fig. 11). In den „Kunstformen der Natur“, Taf. 21, 41, sind weitere Beispiele dargestellt.

tische Wiederholung des langen phylogenetischen Prozesses, der sich im Laufe vieler Jahrmillionen langsam und allmählich entwickelt hat, ist nur verständlich durch das Gedächtnis der Strahlungsseele, durch die psychomatische Auffassung ihrer plastischen Tätigkeit (Mneme).

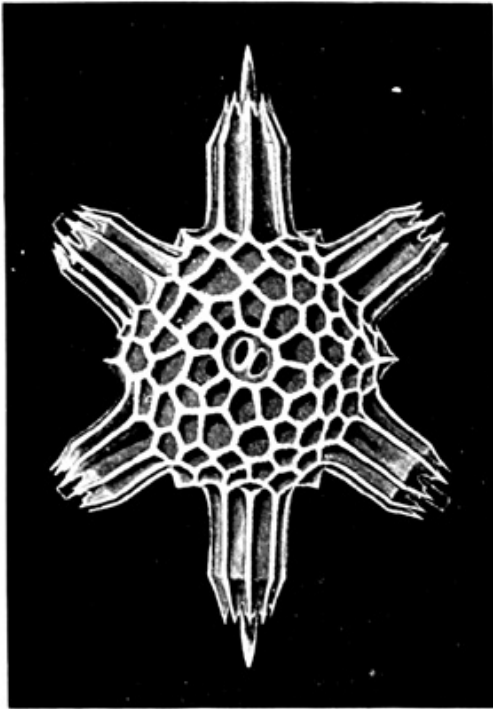


Fig. 35. *Hexacolpus nivalis*
(Acantharia).

Eine Acanthophracta, deren linsenförmige Gitterschale sich aus 20 Radialstacheln zusammensetzt (ähnlich wie bei *Dorataspis*, Fig. 1). 14 davon sind klein, rudimentär und treten nicht über die wabige Außenfläche der Schale hervor. Die sechs übrigen Radialstacheln liegen im Äquator der Linse, springen an deren Rand nach außen vor und sind von starken, parallel gerippten Stachelscheiden umgeben.

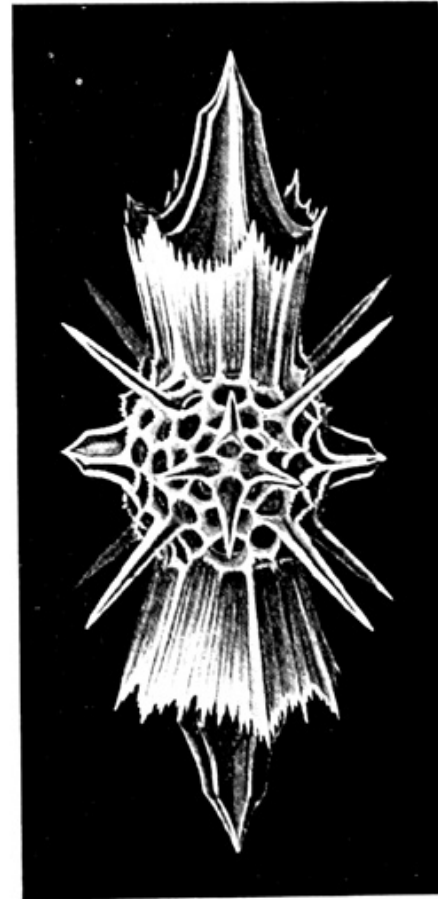


Fig. 36. *Diploconus hexaphyllus*
(Acantharia).

Eine Acanthophracta, deren Schale durch die übermäßige Entwicklung von zwei gegenständigen Stacheln und ihren basalen Scheiden die Gestalt eines Doppelkegels erhält; die übrigen 18 Stacheln sind rudimentär.

Psychom der Nassellarien (Monopylea). Die Verhältnisse der Gestaltung und Föhlung sind bei dieser dritten Legion der Radiolarien zwar auch äußerst mannigfaltig, aber für unsere Psychomatik bei weitem nicht so interessant als diejenigen der beiden vorhergehenden Legionen, der Spumellarien und Akantharien. Während

diese beiden Gruppen der Porulosa von der schwebenden Kugel ausgehen und zahllose feine Pseudopodien durch die Membran ihrer Zentralkapsel allseitig heraustreten, sind dagegen die beiden Legionen der Osculosa (die Nassellarien und Phaeodarien) dadurch charakterisiert, daß der einzellige (meist eiförmige) Körper von Anfang an eine vertikale Hauptachse zeigt, und daß an deren unterem (basalen) Pole eine einzige größere Öffnung existiert, ein Osculum, aus dem das Plasma in Form eines Pseudopodien-Bündels einseitig austritt. Infolgedessen ist das hydrostatische Gleichgewicht der Nassellaria stabil; immer steht die Hauptachse der Zentralkapsel, und ebenso des sie umgebenden Skelettes, vertikal, und immer werden alle psychomatischen Beziehungen des Organismus durch diese charakteristische Struktur ihrer Basalöffnung, des Osculum, bedingt. Diese ist stets verschlossen durch einen kreisrunden Siebdeckel (*Operculum porosum*), der die Basis eines eigentümlichen, in das Innere der Kapsel vorspringenden Fadenkegels (*Podoconus*) bildet. Die Pseudopodien treten durch zahlreiche feine Poren des Porenfeldes (*Porochoa*) im Siebdeckel heraus.

Das Kieselskelett der Nasellarien (Taf. C, Fig. 6, 9, 10) setzt sich aus drei verschiedenen Elementen zusammen: I. dem Sagittalring, einem einfachen oder mit vielen Ästen besetzten Kieselring, welcher vertikal in der Sagittal-Ebene des Körpers liegt, die Zentralkapsel umfaßt und an ihrem Basalpol mit ihr zusammenhängt; II. dem Basaltripodium, einem oralen Dreifuß, der sich aus drei divergenten Kieselstacheln zusammensetzt, welche im Zentrum der *Porochoa*, an der Basis der Vertikalachse zusammentreffen; III. der Cephalis oder dem Gitterköpfchen, einer einfachen eiförmigen oder subsphärischen Schale, welche die Kapsel umschließt und am Basalpole ihrer Hauptachse mit ihr zusammenhängt. Diese drei wesentlichen Skelettelemente erscheinen bei der großen Mehrzahl der Nassellarien miteinander kombiniert, bei vielen aber auch einzeln für sich oder paarweise verbunden. Daraus ergibt sich die Schwierigkeit der monophyletischen Ableitung ihrer zahlreichen Formen, von denen schon mehr als 1600 Arten beschrieben sind. Im einzelnen bieten auch sie viele interessante Verhältnisse, die ein Licht auf ihr Psychom und dessen mechanische Funktion werfen; in allgemeiner Beziehung sind sie aber nicht von ähnlicher Bedeutung wie die Porulosen. Eine sehr auffallende Form, *Lithocubus*, bildet eine würfelförmige Schale, deren zwölf Kanten (mit