

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Verzeichnis der anwesenden Mitglieder und Gäste	3
Kurze Übersicht über den Verlauf der Versammlung	4
Eröffnung der Versammlung und Begrüßungen	5
Geschäftsbericht des Schriftführers und Wahl der Rechnungsrevisoren . .	13
Referat des Herr Prof. Meisenheimer: Äußere Geschlechtsmerkmale und Gesamtorganismus in ihren gegenseitigen Beziehungen	18
Vortrag des Herrn Dr. Thienemann: Die Salzwassertierwelt Westfalens	56
Vortrag des Herrn Prof. Spengel: Über die Organisation und Systematik der Gattung <i>Sipunculus</i>	68
Diskussion: Herr Dr. Thienemann	78
Demonstration des Herrn Dr. Hartmeyer: Über eine mehr als 2 m lange <i>Ascidie</i> (nur Titel)	78
Demonstration des Herrn Dr. Krüger: Eine elektive Färbung der Binde- substanzen	78
Wahl des nächsten Versammlungsortes	79
Provisorische Vorstandswahl	79
Beratung über die Anträge des Vorstandes auf Abänderung der Statuten .	79
Bericht des Herausgebers des „Tierreich“, Herrn Prof. F. E. Schulze .	82
Vortrag des Herrn Prof. Escherich: Die gegenwärtige Lage der an- gewandten Entomologie in Deutschland und Vorschläge zu ihrer Verbesserung	83
Diskussion: Herr Prof. Heymons, Schwangart, Alfken, Escherich und Brauer	101
Vortrag des Herrn Prof. van Bemmelen: Die Puppenzeichnung bei <i>Rhopa- loceren</i> in ihren Beziehungen zu derjenigen der Raupen und Im- gines	106
Diskussion: Herr Prof. Heincke	117
Vortrag des Herrn Dr. Voss: Vergleichende Untersuchungen über die Flugwerkzeuge der Insekten	118
Demonstration des Herrn Prof. Wilhelmi: Instrumentarium zur Entnahme biologischer Wasserproben, Planktonpumpen usw. (nur Titel) . . .	143
Vortrag des Herrn Prof. Lohmann: Über <i>Coccolithophoriden</i>	143
Vortrag des Herrn Dr. Schulze: Über Chitinstrukturen	165
Vortrag des Herrn Prof. Höpke: Die Fischpässe am Weserwehr bei Bremen und Aufstieg der Aalbrut	195
Bericht der Rechnungsrevisoren	197
Beratung über die Anträge des Deutschen Ausschusses für den mathema- tischen und naturwissenschaftlichen Unterricht	197

	Seite
Beratung über den Antrag des Vorstandes der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte	198
Abstimmung über die Anträge auf Abänderung der Statuten	199
Vortrag des Herrn Dr. Erhard: Der Flug der Tiere	201
Diskussion: Herr Dr. Hase, Voss und Erhard	225
Vortrag des Herrn Prof. Bresslau: Über das spezifische Gewicht des Protoplasmas und die Wimperkraft der <i>Turbellarien</i> und <i>Infusorien</i>	226
Diskussion: Herr Dr. Strodtmann und Thienemann	232
Vortrag des Herrn Dr. Martini: Über die systematische Stellung der <i>Nematoden</i>	233
Vortrag des Herrn Prof. G. Entz jun.: Cytologische Beobachtungen an <i>Polytoma</i>	249
Demonstration des Herrn Dr. Prell: <i>Proturen</i>	253
Schluß der Versammlung	257
Statuten der Gesellschaft	258
Mitgliederverzeichnis	262

Prof. WILHELMI (Berlin):

**Instrumentarium zur Entnahme biologischer Wasserproben,
Planktonpumpen usw.
(Demonstration.)**

Vierte Sitzung.

Nachmittags 3—4 $\frac{1}{2}$ Uhr.

Prof. H. LOHMANN (Hamburg):

Über Coccolithophoriden.

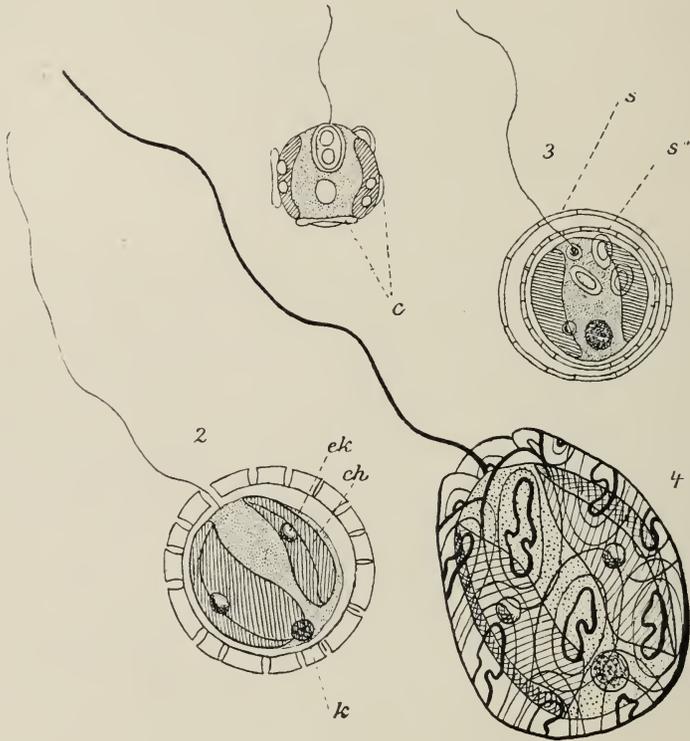
Zwei Erscheinungen sind es, die mich veranlassen, hier die Coccolithophoriden eingehender zu besprechen. Einmal stellt sich mit dem Fortgange der Untersuchungen immer mehr und mehr heraus, daß diese kleinen Flagellaten im Meere eine dominierende Rolle unter den produzierenden Organismen einnehmen. Im Plankton der Tropen machen sie die Hälfte aller Pflanzen aus und auch in den kühlen Meeresgebieten beläuft sich ihre Zahl noch immer auf ein Fünftel aller Produzenten. Nahm man ferner früher an, daß sie im polaren Wasser gänzlich fehlten, so hat vor einiger Zeit OSTENFELD¹⁾ nachgewiesen, daß eine *Pontosphaera* noch im kalten Ostgrönlandstrome zwischen 73 und 76 Grad nördlicher Breite in großer Menge lebend vorkommt. Ihre Häufigkeit ist ferner in der Flachsee gerade des kühlen Gebietes zuweilen eine ganz enorme. So fand ich selbst am Ausgange des Kieler Hafens in jedem Kubikzentimeter Wasser nicht weniger als 77 Zellen, und GRAN²⁾ konnte im Fjord von Christiania im Sommer 1911 sogar 5000 Zellen in der gleichen Wassermasse oder fünf Individuen in jedem Kubikmillimeter nachweisen. Das sind Zahlen, wie sie größer auch nur in ganz seltenen Fällen für die Diatomeen gefunden werden. Berücksichtigt man ferner, daß diese kleinen Organismen ihrer leichtlöslichen Kalkskelette wegen eine außerordentlich günstige Nahrung für viele Planktontiere bilden und der weitaus größte Teil der biogenen Meeressedimente aus ihren Skeletten sich aufbaut, so erhellt zur Genüge die außerordentlich

¹⁾ Marine Plankton from the East-Greenland Sea, 1 List of Diatoms and Flagellates by C. H. OSTENFELD, Danmark-Expeditionen til Grønlands Nordostkyst 1906—1908, B. III Nr. 11 p. 284/85. 1910.

²⁾ In: J. Murray and Joh. Hjort, The Depths of the Ocean, 1912.

wichtige Rolle, welche die Coccolithophoriden im Haushalte des Meeres spielen.

Hierzu kommt aber als weiterer Grund, daß die Coccolithophoriden systematisch dadurch eine sehr merkwürdige Stellung einnehmen, daß unter ihnen sowohl Formen vorkommen, die nur eine



Figur 1.

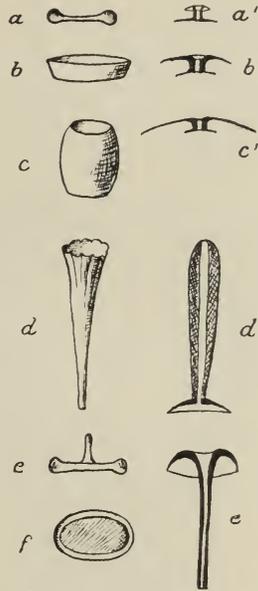
Coccolithophoriden mit 1 Geißel. 1. *Pontosphaera luxleyi*, junges Individuum, dessen Coccolithen noch unmittelbar der Zellmembran aufliegen; der Unterfläche der Discolithen (*c*) liegen je 2 stark lichtbrechende Körper an. (2000 mal.) — 2. *Pontosphaera haeckeli*, Schale im optischen Schnitt, aus becherförmigen Discolithen gebildet, *ch* Chromatophoren, *k* Kern, *lk* stark lichtbrechende, den Chromatophoren angelagerte Körper. (2000 mal.) — 3. *Pontosphaera inermis*, Individuum mit alter und neuer Schale, die Geißel durchsetzt beide Schalen (*s'* und *s''*). (2000 mal.) — 4. *Coccolithophora wallichii*, eiförmiges Individuum mit weiter Schalenmündung, die großen Trehmalithen sind in Spirallinien angeordnet. (2000 mal.)

Geißel, wie andere Formen, welche zwei Geißeln besitzen. Nun hat aber SENN den Grundsatz aufgestellt, daß die verschiedenen Familien der Flagellaten sich nach der Zahl ihrer Geißeln konstant unterscheiden, und so meinen denn auch HARTMANN und SCHÜSSLER¹⁾

¹⁾ Handwörterbuch d. Naturwissenschaften, herausgegeben v. KORSCHULT, LINCK, OLTMANNS u. a. Liefg. 41 u. 42, Flagellata, p. 1179—1226.

in der neuesten Bearbeitung der Flagellaten im Handwörterbuch der Naturwissenschaften, daß die Familie der Coccolithophoriden keine phylogenetisch einheitliche Gruppe, sondern nur eine durch Anpassung an die gleichen Existenzbedingungen aus verschiedenen Ursprüngen gebildete biologische Gruppe wäre. Man würde daher, ihrer Ansicht nach, wissenschaftlich am richtigsten verfahren, wenn man die Familie der Coccolithophoriden nach der Anzahl ihrer Geißeln in zwei Gruppen teilte. Diese Ansicht ist nach meinen Beobachtungen völlig unhaltbar, weil eine genaue Untersuchung des Aufbaus der Kalkschale auf das Unzweideutigste zeigt, daß die Familie sich zwar aus zwei natürlichen Unterfamilien zusammensetzt, diese aber völlig unabhängig von der Anzahl der Geißeln sich abgrenzen; nur in der einen Familie, die wir so dem Skelett nach unterscheiden müssen, finden sich einige wenige Arten, die von allen übrigen Coccolithophoriden dadurch abweichen, daß sie statt nur einer Geißel zwei gleich lange Geißeln, die von derselben Stelle des Zellkörpers entspringen, besitzen.

Um die Mannigfaltigkeit der Organisationsverhältnisse und die große Zahl interessanter Probleme, sowie endlich die Gestaltung eines natürlichen Systems der Coccolithophoriden Ihnen zu zeigen, will ich mich im folgenden im wesentlichen beschränken auf einzelne eigentümlich geformte Arten, deren Schale mit besonderen Schwebeapparaten versehen sind. Sehr bemerkenswerter Weise machen im Ozean diese hoch organisierten Formen kaum 4% der Volksstärke aller Coccolithophoriden aus, die man fängt, während die einfach gestalteten Arten, denen alle besonderen Schwebeapparate fehlen, fast $\frac{3}{4}$ der Gesamtzahl stellen. Im Kampfe ums Dasein sind also diese einfachen Formen jenen komplizierten Formen gegenüber durchaus im Vorteil; sie beherrschen die Flora des Meeres,

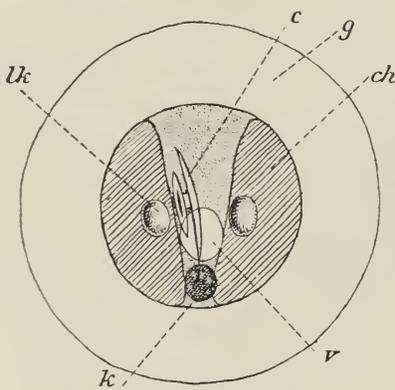


Figur 2.

Discolithen und Trehmalithen, schematisch, um die wesentlichsten Umbildungen beider Formen zu demonstrieren. a-f Discolithen, a'-e' Trehmalithen. a Discolith von *Pontosphaera huxleyi*, b von *Pontosphaera syracusana*, c von *Scyphosphaera apsteini*, d von *Thorosphaera elegans*, e von *Syracosphaera pulchra*, f Discolith von *Pontosphaera huxleyi* von der Fläche gesehen. — a' Trehmalith von *Umbilicosphaera mirabilis*, b' von *Coccolithophora pelagica*, c' von *Coccolithophora fragilis*, d' von *Rhabdosphaera claviger*, e' von *Discosphaera tubifer*.

während die anderen mit ihrer schwachen Volksstärke nur als seltene Arten erscheinen.

In Fig. 1 sind zunächst unter 2 und 4 *Pontosphaera haeckeli* (mit Discolithen) und *Coccolithophora wallichii* (mit Trehmalithen) abgebildet. Sie sehen eine kugelige resp. eiförmige Zelle, in der zwei Chromatophoren liegen. Jedem dieser diatomin-farbenen Chromatophoren liegt je ein Öltropfen an; zwischen den Chromatophoren liegt der Kern, und am vorderen Ende der Zelle entspringt die fadenförmige Geißel. Der Durchmesser der Zelle beträgt 13 resp. 20 μ . Auf der Oberfläche von 1 (*Pontosphaera huxleyi*) sehen Sie ferner die kleinen elliptischen Coccolithen. Dieselben haben die Gestalt einer einfachen Kalkscheibe, deren Rand aber wulstig verdickt ist. Ich werde sie Diskolithen nennen. Demgegenüber zeigt Ihnen *Coccolithophora wallichii* (4) große, ovale, von einer weiten, unregelmäßig gestalteten Pore durchbohrte Coccolithen, die mit ihren verdünnten Rändern sich gegenseitig dachziegelartig oder nach Art von Schuppen



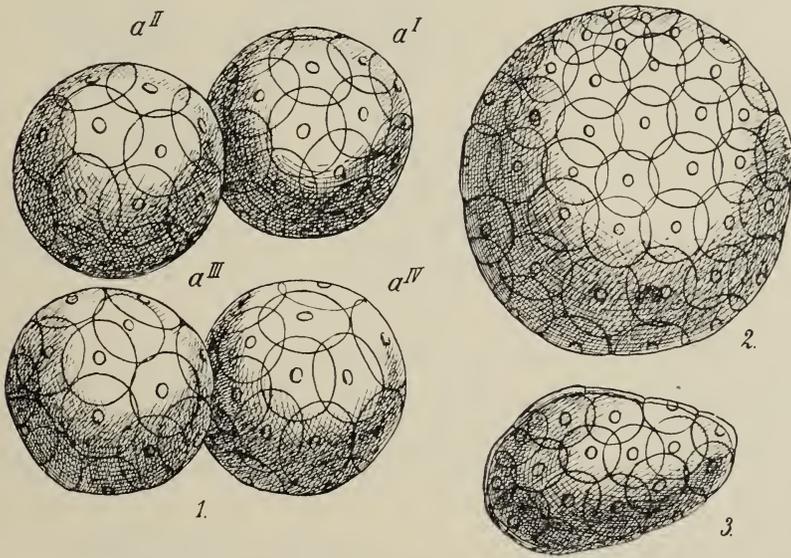
Figur 3.

Coccolithophora leptopora. Zelle nach Auflösung der Coccolithen; *g* Gallerthülle, *ch* Chromatophoren, *lk* lichtbrechende Kugeln, die den Chromatophoren anliegen, *k* Kern, *v* Vakuole, *c* Coccolith, im Plasma neugebildet. (2000 mal.)

decken. Wenn Sie einen idealen Querschnitt, wie er in Fig. 2 unter *b'* dargestellt ist, betrachten, so sehen Sie, daß diese Coccolithen einen viel komplizierteren Bau besitzen, als die vorher besprochenen Diskolithen. Das Element dieser Form bildet ein kurzes Röhrenstück, das an den beiden Enden je eine Kalkplatte aufgesetzt trägt, die nach dem Rande zu sich stark erdünnt. Diese zweite Form der Coccolithen soll Trehmalithen genannt werden nach dem griechischen Worte τρημα, das Loch. Die Zelle, welche derartige Schalen ausbildet, ist ebenso gebaut, wie die der Pontosphären. Fig. 3, welche eine Zelle von *Coccolithophora leptopora* nach Auflösung der Schale darstellt, zeigt, daß die Neubildung der Trehmalithen im Innern der Zelle vor sich geht, während die Discolithen stets an der Oberfläche der Zelle gebildet zu werden scheinen.

Wenn ich nun zuerst diejenigen Arten bespreche, welche durchbohrte Coccolithen bilden, so mag Ihnen zunächst Fig. 4 die Schale der eben besprochenen *C. leptopora* vorführen in den ver-

schiedenen Formen, in denen ich sie auf der Fahrt durch den Ozean beobachtete. Die Umbildung der Trehmalithen zu Schwebapparaten erfolgt in der Weise, daß das Röhrenstück sich zu einer langen stab- oder keulenförmigen Bildung auszieht. Während die Basalscheibe, mit der der Coccolith auf der Schalenmembran festsetzt, wohl erhalten bleibt, geht bei allen in Fig. 5 abgebildeten Formen (*Rhabdosphaera*) die distale Kalkscheibe vollständig verloren. Bei *Rh. stylifer* sind die so entstehenden Fortsätze einfach stabförmig, bei *Rh. claviger* sind sie keulenförmig und bei *Rh. hispida*



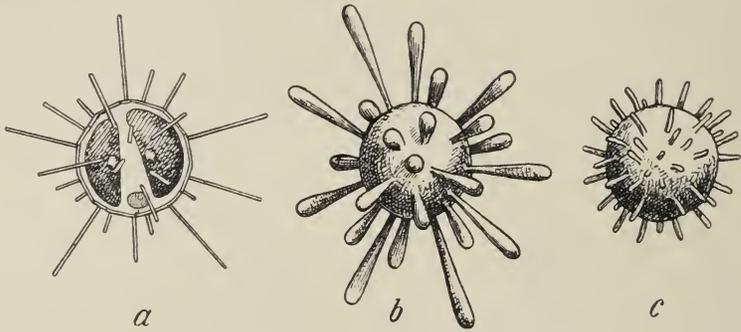
Figur 4.

Coccolithophora leptopora. 1. aI—aIV. Kette von 4 kleinen Zellen in der typischen Weise gelagert, wie sie in den Zentrifugenfängen gefunden wurden, 15 μ Durchmesser, Brasilstrom. — 2. Große kugelige Einzelzelle von 24 μ Durchmesser aus demselben Stromgebiet. — 3. Unregelmäßig eiförmige Zelle von 18 μ Durchmesser, rings geschlossene Schale. Brasilstrom.

kurz fingerförmig. Bei allen drei Formen bedecken sie die ganze Oberfläche der Schale.

Am stärksten entwickelt ist die Umbildung der Trehmalithen zu Schwebfortsätzen bei *Discosphaera tubifer* (Fig. 6). Hier übertrifft bei den längsten Fortsätzen das Röhrenstück ganz erheblich den Durchmesser der Schale, und am distalen Ende ist die Kalkscheibe zu einem trompetenförmigen Aufsätze umgebildet. Die Fortsätze stehen ferner so dicht, daß die Endscheiben sich gegenseitig berühren und die Schale, die unter diesen Fortsätzen verborgen ist, fast völlig verdecken. Es wird also die Zelle durch

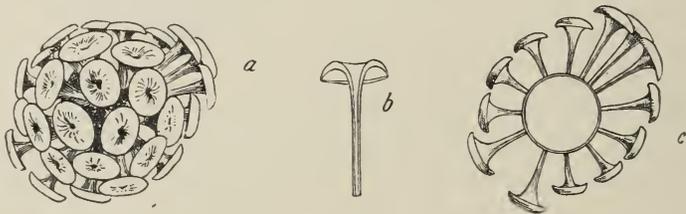
diese Schwebfortsätze nicht nur in den Stand gesetzt, sich viel leichter als andere Arten im Wasser schwebend zu erhalten, sondern zugleich werden ihre Chromatophoren auf das Wirksamste gegen zu intensive Besonnung geschützt. Sehr auffällig erscheint, daß die Schwebfortsätze nicht alle von gleicher Länge sind, sondern



Figur 5.

a. *Rhabdosphaera stylifer* Lohm. (Mittelmeer, Schalendurchmesser 8 μ). — b. *Rhabdosphaera claviger* Murray (Atlantischer Ozean, Schalendurchmesser 10 μ). — c. *Rhabdosphaera hispida* n. sp. (6. Juni, 0–50 m, Schalendurchmesser 12 μ).

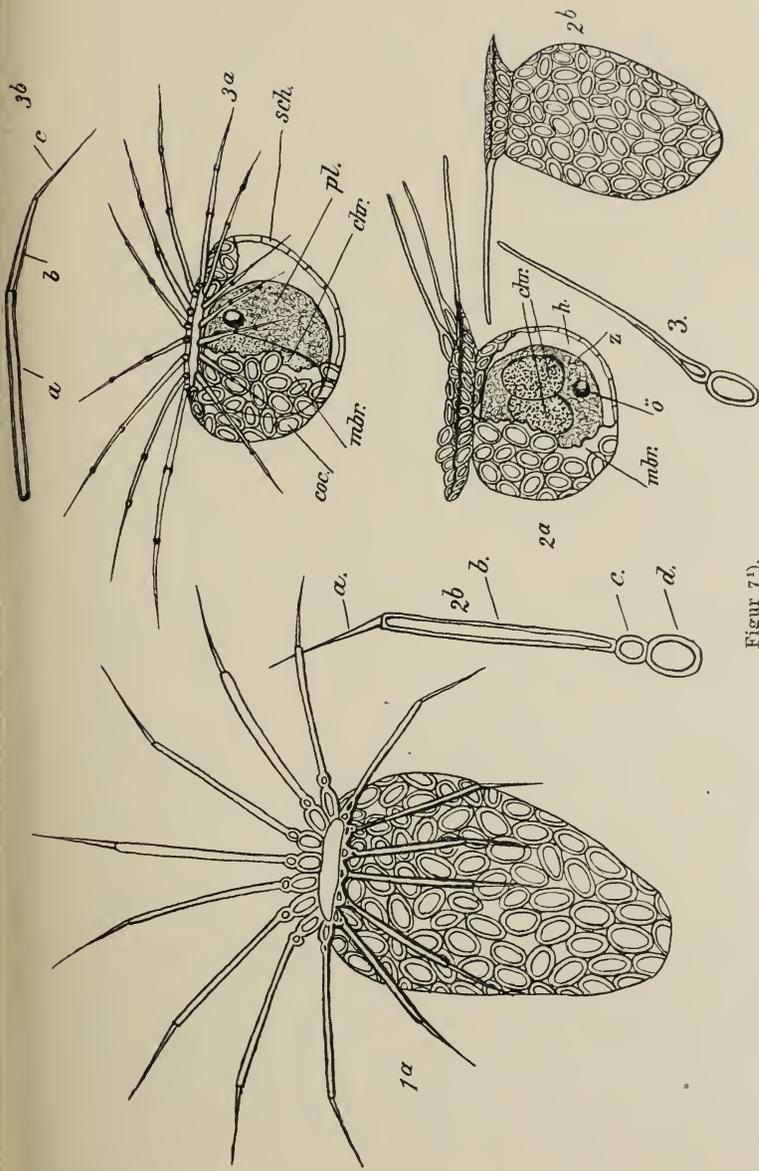
an zwei einander gegenüberliegenden Punkten der Schale alle übrigen Coccolithen an Länge übertreffen. Betrachtet man einen optischen Querschnitt (c), so erkennt man, daß an dem einen Pole der Schale drei abnorm lange Fortsätze, am gegenüberliegenden



Figur 6.

Discosphaera tubifer Murr. a. Bl. a. Seitenansicht einer Schale, rechts oben Pol mit 3 langen Fortsätzen, links unten Pol mit 2 etwas kürzeren, aber doch die übrigen Fortsätze deutlich überragenden Anhängen. b. Einzelner Rhabdolith im optischen Längsschnitt und ohne Basalplatte. Mittelmeer bei Syrakus. c. Schnitt durch eine Schale, der durch den Äquator gelegt ist; Schalendurchmesser 7 μ , längste Rhabdolithen 7 μ , kürzeste 4 μ lang.

Pole aber nur zwei große Fortsätze stehen; im ganzen sind dreizehn Coccolithen auf einen solchen Schnitt verteilt und streng symmetrisch so angeordnet, daß sechs Paar rechts und links von einer Linie stehen, die durch die Längsachse des unpaaren langen Coccolithen gelegt wird. Wir haben demnach eine bilaterale An-



Figur 7¹⁾.

1. *Michaelssarsia splendens* n. sp. (25. Aug., 0 m). 1a Seitenansicht einer Schale, 1b einzelner Mundstrahl, um dessen Zusammensetzung aus 4 aneinander gereihten und verschiedenartig umgestalteten Coccolithen zu zeigen; Schalenlänge 12 μ .
 2. *Michaelssarsia asymmetrica* n. sp. (21. Aug., 50 m Tiefe). 2a Zelle mit kugelförmiger Schale und 3 Mundstrahlen; Schale erbrochen, um die Zelle (z) zu zeigen; chr. Chromatophoren ö. Ötropyfen, h. Schalenhohlraum, mbr. Schalenmembran, der die Coccolithen aufgelagert sind. 2b Gestreckte Schale mit nur 1 Mundstrahl, der aus zwei umgestalteten Coccolithen gebildet ist; Schalenlänge 9–14 μ .
 3. *Michaelssarsia falklandica* n. sp. (15. Aug., 0–50 m Tiefe). 3a Seitenansicht einer Zelle; Schale erbrochen, um die Zelle zu zeigen; pl. Plasma, sch. Schale, coc. Coccolithen, sonstige Bezeichnungen wie in 2. 3b einzelner Mundstrahl, der aus drei gestreckten Coccolithen gebildet wird; Schalenhöhe 7,5–12 μ .

¹⁾ Versichtlich sind die Figurenbezeichnungen auf der Zeichnung falsch gesetzt. Die beiden Figuren links (1a u. 2b, eigentlich 1a u. 1b) gehören zu *M. splendens*, die drei unteren Figuren rechts zu *M. asymmetrica* (2a, 2b, 3, eigentlich 2a, 2b, 2c) und die 2 oberen Figuren rechts zu *M. falklandica* (3a, 3b).

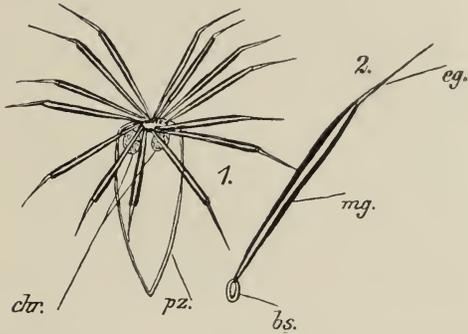
ordnung: der unpaare Coccolith bezeichnet die Dorsalfläche, ihm gegenüber liegt die Ventralfläche. Auch hier finden sich, wie bei *Rhabdosphaera*, die Schwebcoccolithen über die ganze Oberfläche der Schale verteilt, und alle Coccolithen haben die gleiche Umbildung erfahren. Anders geartete und anders verteilte Schwebapparate, die durch Umbildung der Coccolithen entstanden wären, sind bisher bei den Coccolithophoriden mit Trelmalithen überhaupt nicht beobachtet worden. Diese Unterfamilie, die ich nach der Hauptgattung „Coccolithophorinen“ genannt habe, ist also in dieser Beziehung sehr einförmig entwickelt.

Ganz anders verhalten sich die „Syracosphaerinen“, deren Coccolithen undurchbohrte Diskolithen bilden. Hier haben sich die verschiedensten Wege gefunden, um die Schale durch die Coccolithenausbildung immer mehr schwebfähig zu machen. Auch hier gibt Ihnen zunächst Fig. 1 auf Seite 144 in 1 und 3 das Bild von Coccolithophoriden mit Diskolithen, denen jede Schwebanpassung fehlt und die einfache Scheiben darstellen.

Vielleicht die schönste und komplizierteste Anpassung sehen Sie in den umstehend abgebildeten Arten, die der Gattung *Michaelsarsia* (Fig. 7) angehören. Bei *M. asymmetrica* ist die Schalenmündung von einem schräg aufwärtsstehenden Saume von Diskolithen umgeben, der an der einen Seite drei ganz merkwürdig umgebildete Coccolithen trägt, die weit über den Mündungsrand hinausragen. Diese Coccolithen sind nämlich distalwärts zu einer langen starren Kalkborste ausgezogen, die als Schwebapparat dient. Bei den beiden anderen Formen (*falklandica* und *splendens*) finden sich derartige Schwebborsten auf dem ganzen Mündungsrand gleichmäßig verteilt; während aber jede einzelne Schwebborste bei der vorigen Art von nur einem einzigen Coccolithen gebildet wurde, nehmen hier an der Zusammensetzung eines Strahles nicht weniger als drei Coccolithen teil. Dem Mündungsrande zunächst bildet bei *splendens* den Basalteil der Schwebborste ein kleiner, aber im übrigen normal gebauter Coccolith (*c*). Ihm schließt sich distalwärts ein zweiter Coccolith an, der aber zu einem langen Bande ausgezogen ist und den Hauptbestandteil der ganzen Borste ausmacht. Ihm aufgesetzt ist schließlich ein dritter Coccolith, der die Form einer spitz auslaufenden Nadel hat. Diese verschiedenen Coccolithen sind gegeneinander in einem stumpfen Winkel geneigt, so daß die ganze Borste mehrfach geknickt erscheint.

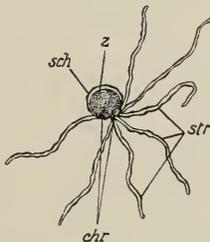
Den Michaelsarsien reiht sich eine merkwürdige Form an, die in Fig. 8 abgebildet ist. Die Zelle selbst ist eigentümlich kegel-

förmig gestaltet und die Schale hebt sich nicht vom Zelleibe ab, sondern ist als Verdickung der Zellhaut selbst ausgebildet. Im Zelleibe liegen vorn, nahe dem abgestutzten Ende zwei diatomfarbene Chromatophoren. Hier findet sich ferner eine Schalenmündung, die von einem Kranze von Schwebborsten umstellt wird. Diese Borsten haben dieselbe Zusammensetzung wie bei *Michael sarsia*, und vor allem stimmt die Gestalt des Basalgliedes, das dem Mundsaume eingefügt ist, vollständig mit einem Diskolithen überein; im übrigen aber ist auf der ganzen Schale nichts von Coccolithen zu entdecken. Wir müssen also annehmen, daß bei dieser Form (*Halopappus vahseli*) die Coccolithenstruktur der Schale gänzlich verlorengegangen ist und sich nur noch in den Schwebborsten erhalten



Figur 8.

Halopappus vahseli Lohm. (5. August, 0 m).
1. Seitenansicht der Zelle, 2. einzelner Mundstrahl.
chr. Chromatophoren, *pz.* strukturloser Panzer,
bs. Basalstück, *mg.* Mittelstück, *eg.* Endstück des
Mundstrahles von *Michaelsarsia*. Zelle
bis 21 μ lang.



Figur 9.

Ophiaster hydroideus (= *Meringosphaera hydroidea* Lohm. 1903 = *Ophiaster formosus* Gran 1911). Zelle mit absteherender kugliger Schale (*sch*), die Verdickungen erkennen läßt (Coccolithen nach Gran's Untersuchungen) und am vorderen Pole 7 starre, unbewegliche, aber wellige und aus einer Reihe von knotenartigen Verdickungen gebildete, fadenförmige Fortsätze (*str*) trägt, die nach Gran gleichfalls aus Kalk bestehen. Wahrscheinlich entspricht daher jeder Knoten einem Coccolithen. Die Zelle (*z*) maß nur $3\frac{1}{2}$ μ im Durchmesser, während die Fortsätze ca. 13 μ lang waren. Nahe den Fortsätzen waren in der grün gefärbten Zelle zwei kleine Plättchen bemerkbar, die vielleicht als Chromatophoren *chr* zu deuten sind.
Mittelmeer, Syrakus, 18. Jan. 1901, 0 m.

hat. Das Gewicht der Zelle wird selbstverständlich verringert, je weniger Kalk in der Schale abgelagert wird, und so werden wir hierin ebenfalls eine Steigerung der Schwebefähigkeit zu erkennen haben.

Aber noch nach zwei weiteren Richtungen hin läßt sich von *Michaelsarsia* aus eine Höherentwicklung dieser Anpassungen nachweisen. So finden wir bei *Ophiaster hydroideus* (Fig. 9) sieben Schwebborsten von der Mündung ausstrahlen, die viel länger als der Schalendurchmesser sind und eine große Zahl knötchenförmiger Verdickungen tragen, deren jede höchstwahrscheinlich einem Coccolithen entspricht. Es würden sich hier demnach nicht drei, sondern eine viel größere Anzahl von Diskolithen an der Bildung eines einzigen Schwebfortsatzes beteiligen, doch bedarf diese seltene Art noch eingehenderer Untersuchung.

Nur in einem einzigen Exemplare wurde endlich die in Fig. 10 skizzierte Art im Atlantischen Ozean von mir beobachtet. Leider



Figur 10.

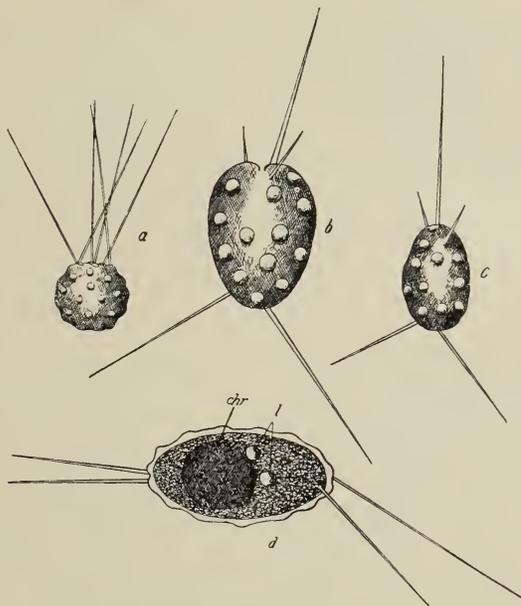
Petalosphaera grani
n. g. n. sp. Nord-Äquatorial-
strom, 30. Juni 1911.

ging sie während der Untersuchung verloren, so daß ich nur die flüchtige Skizze aus meinem Tagebuche hier veröffentlichen kann. Jedoch zeigt schon diese sehr deutlich, daß der Mündungsrand der krugförmigen Schale von einem flach ausgebreiteten dünnen Schirme umgeben wird, der eine feine, radiäre, ästig verzweigte

Streifung aufweist, beim Rollen der Zelle unter dem Deckglase vollständig steif und unbeweglich sich erwies und die Länge der Schale um mehr als das Doppelte im Durchmesser übertraf. Es scheint mir nun das Wahrscheinlichste, daß diese Streifung davon herrührt, daß der Schirm aus der Verschmelzung einer großen Anzahl eng nebeneinanderliegender Schwebborsten, wie sie *Michaelsarsia* und *Ophiaster* besitzen, hervorgegangen ist und wir hier demnach die höchste Anpassung an das Schwebvermögen vor uns haben, die bisher bei Coccolithophoriden durch Ausbildung von Mundsäumen beobachtet wurde. Sie mag *Petalosphaera grani* n. gen. n. sp. genannt sein.

Dieser Ausbildung von Schwebapparaten durch reihenförmige Aneinanderordnung von Diskolithen stehen nun noch zwei andere Umgestaltungen von Diskolithen gegenüber. Bei *Acanthoica* (Fig. 11) hat die Schale Kugel- oder Eiform und ist jedenfalls bei der Mehrzahl der Formen (*a—c*) an dem einen Pole von einer Mündung durchbrochen. Die Gestalt der Coccolithen konnte noch nicht genau festgestellt werden, jedenfalls aber sind es Diskolithen. An beiden Polen kann es nun zur Entwicklung von Schwebborsten kommen; dieselben sind aber völlig ungegliedert und haben die Gestalt von feinen scharf zugespitzten Kalknadeln, die entweder divergierend an beiden Polen der Schale stehen, oder wie bei *Michaelsarsia* auf

den Mündungsrand beschränkt sind. Im Zelleibe findet sich diatominfarbene Masse, aus deren Anwesenheit auf Chromatophoren geschlossen werden kann. Auch konnte ich die charakteristischen Öltropfen, die den Chromatophoren anliegen, nachweisen, und ganz kürzlich hat OSTENFELD¹⁾ an Material aus dem Skagerak das Vorkommen einer Geißel beobachtet, die zur Schalenmündung hervortritt. Diese Schwebborsten würden also nichts anderes sein, als stark borstenförmig ausgezogene zentrale Verdickungen der Disko-



Figur 11.

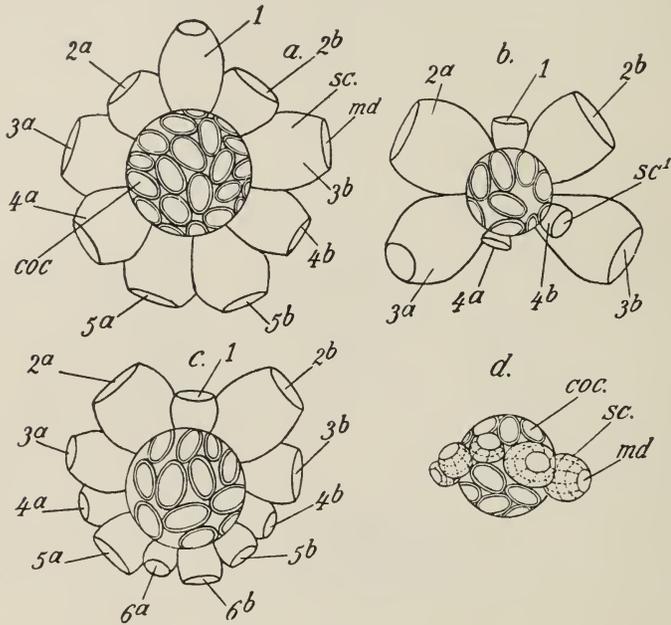
Acanthoica. a. *Ac. coronata* Loh., Seitenansicht einer Schale, $6\frac{1}{2}$ μ . (Mittelmeer, Syrakus, 6. März und 1. April 1901.) — b. *Ac. acanthifera* n. sp., Seitenansicht der Schale; am oberen Pole neben dem Kalkstachel die Öffnung in der Schale, 12 μ (4. Sept., 0 m). — c. *Ac. acanthifera*, kleineres Individuum 9 μ (4. Sept., 0 m). — d. *Ac. quattrosquina* Lohm., optischer Längsschnitt; die Zelle füllt die Schale aus; chr gelbgefärbter Chromatophor, l lichtbrechende Körper; 16 μ lang (Mittelmeer, Syrakus, XI—V).

lithen, wie sie als kleine dornenartige oder auch stäbchenförmige Fortsätze auf den Diskolithen einer ganzen Anzahl anderer Arten gleichfalls vorkommen; während dort aber (*Syracosphaera spinosa* und *mediterranea* z. B.) diese Fortsätze ganz kurz bleiben, sind sie hier zu bedeutender Länge entwickelt.

Eine dritte sehr interessante Umgestaltung zeigt Ihnen endlich Figur 12. Hier sind die Coccolithen auf dem größten Teile der

¹⁾ De Danske Farvandes Plankton, I Aarene 1898—1901. Phytoplankton og Protozoer, 1913, p. 339—340.

Schalenfläche völlig unverändert geblieben und stellen einfache Scheiben mit verdicktem Rande dar. Nur ein äquatorialer Ring von Coccolithen hat dadurch eine sehr merkwürdige Umwandlung erfahren, daß ihr Rand nach außen vertikal emporgezogen ist, wodurch naturgemäß jeder Coccolith zu einem kleinen Becher umgewandelt werden mußte. Aber diese Umwandlung erfolgt nun bei

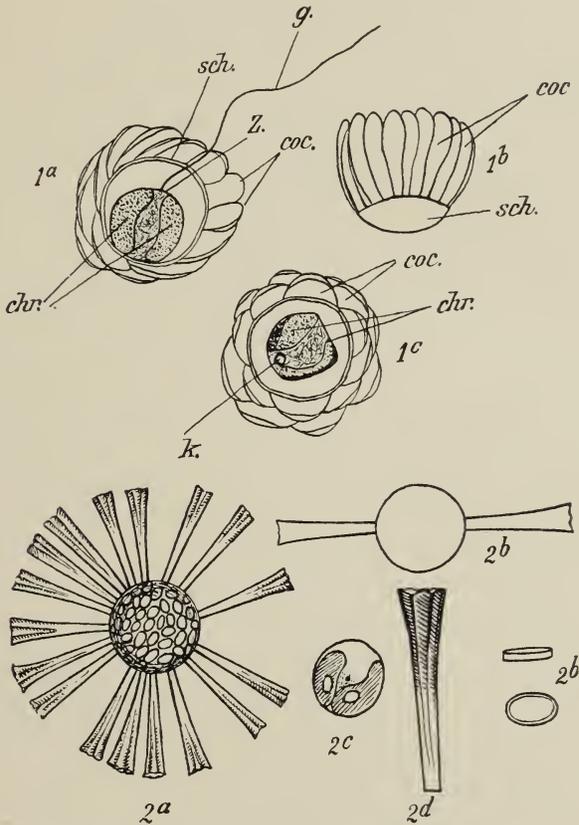


Figur 12.

Scyphosphaera apsteini Lohm. a. und b. Individuen aus dem Atlantischen Ozean, c und d. Schalen aus dem Mittelmeer. — a. Polansicht einer Schale mit regelmäßig ausgebildetem lückenlosem Gürtel (19. Aug., 100 m Tiefe, Schalendurchmesser 21 μ). — b. Polansicht einer Schale mit abnormem lückenhaftem Gürtel (30. Aug., 100 m Tiefe), Schalendurchmesser 15 μ . — c. Polansicht einer Schale mit vollständigem Bechergürtel (Syrakus), Schalendurchmesser 20 μ . — d. Seitenansicht einer Schale, um die Becher von vorn zu zeigen. Auf der Becherwandung ist die eigenartige Strukturierung angegeben. — sc Becher-coccolith, md Mündung des Bechers, coc normaler Coccolith der becherfreien Schalenfläche, sc' abnorm kleine Becher, die nicht selten zugleich eine abnorme Stellung außerhalb der Gürtellinie haben. 1. der unpaare Becher, zu dem die übrigen Becher (2a, 2b usw.) symmetrisch und paarweise angeordnet sind.

Scyphosphaera apsteini in einem derartigen Grade, daß Becher entstehen, die im extremsten Falle höher als der Durchmesser der ganzen Zelle selbst werden. Indem diese Becher sich bauchig erweitern, nimmt unter Umständen auch ihr Umfang derartig zu, daß ihr Volumen etwa dem der ganzen Schale gleichkommt. Das Merkwürdigste hierbei ist, daß die einzelnen Becher, welche den Ring zusammensetzen, die allerverschiedenste Ausbildung besitzen können und neben einem sehr großen Becher ein ganz kleiner Zwergbecher

sich finden kann (in b). Ferner zeigt fast jedes Individuum, das man von dieser seltenen Art findet, eine ganz verschiedene Anordnung der Becher, so daß es mir zuerst völlig unmöglich schien, irgend ein Gesetz in dieser Anordnung zu finden. Wählt man jedoch



Figur 13.

1. *Deutslandia anthos* n. sp. (14. Juli, 100 m Tiefe). 1a Schale mit Zelle schräg von oben gesehen, 1b Seitenansicht, um die Linsenform der Schale und die ringförmige Anordnung der Schwebcoccolithen zu zeigen, 1c Schale in der Polansicht. chr. Chromatophoren, k. Kern, g. Geißel, coc. zungenförmige Randcoccolithen, sch. Schale. Schalendurchmesser 9 μ .
 2. *Thorosphaera elegans* Ost. (Mittelmeer). 2a Zelle in Polansicht, 2b Schematischer Durchschnitt, um die Form der Schale und die Einfügung der Schwebcoccolithen zu zeigen, 2c Zelle mit Kern, Chromatophoren und zwei lichtbrechenden Körpern, 2d röhrenförmiger Schwebcoccolith, 2e scheibenförmiger Coccolith in Seiten- und Flächenansicht. Schalendurchmesser 30–35 μ . (nach: Ostenfeld Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellschaft., 1910, S. 399).

zunächst nur solche Individuen aus, bei denen der Gürtel von Schwebbechern vollständig geschlossen erscheint, so findet man sehr bald, daß hier dieselbe symmetrische Anordnung vorliegt, wie wir sie vorher bei den Schwebfortsätzen von *Discosphaera tubifer* (S. 147) ge-

funden haben: ein unpaarer Becher gibt mit seiner Längsachse die Lage der Symmetrieebene an, zu welcher die übrigen paarig angeordneten Becher rechts und links symmetrisch verteilt sind. In Fig. 12 habe ich diese Verteilung durch Zahlen anschaulich gemacht und gleichzeitig nachgewiesen, wie jedenfalls auch ein Teil der anscheinend ganz unregelmäßig gebildeten Individuen sich dieser Anordnung ohne Schwierigkeit fügt. Zugleich zeigt die Figur, daß bei den im Atlantischen Ozean gefangenen Formen die Schwebbecher ganz bedeutend viel größer entwickelt sind, als bei den aus dem Mittelmeer stammenden Formen. Dies aber ist eine Erscheinung, die auch bei ganz anderen Planktonten wiederkehrt und daraus verständlich wird, daß in dem salzreichen Wasser des Mittelmeeres weniger hochentwickelte Schwebereinrichtungen nötig sind, als im salzärmeren Wasser des Ozeans. Worauf aber die außerordentliche individuelle Variabilität dieser Form zurückzuführen ist, ist vollständig unverständlich.

Der *Scyphosphaera* schließt sich auf das engste *Thorosphaera* an, die bisher nur im Mittelmeer gefunden worden ist und bei der gleichfalls nur ein Gürtelring von Coccolithen zu Schwebapparaten umgebildet wurde (Fig. 13²). Aber während bei *Scyphosphaera* Becher gebildet wurden, entstanden hier lange kelch- oder tütenförmige Fortsätze, die ganz an die Schwebfortsätze von *Rhabdosphaera* und *Discosphaera* erinnern, jedoch wie bei *Scyphosphaera* auf die Umwandlung von Diskolithen zurückzuführen sind. Auch hier ist nur der Rand der Diskolithen membranartig emporgezogen und in diesem Falle so stark, daß nicht eine Becherform, sondern eine Röhrenform entstand.

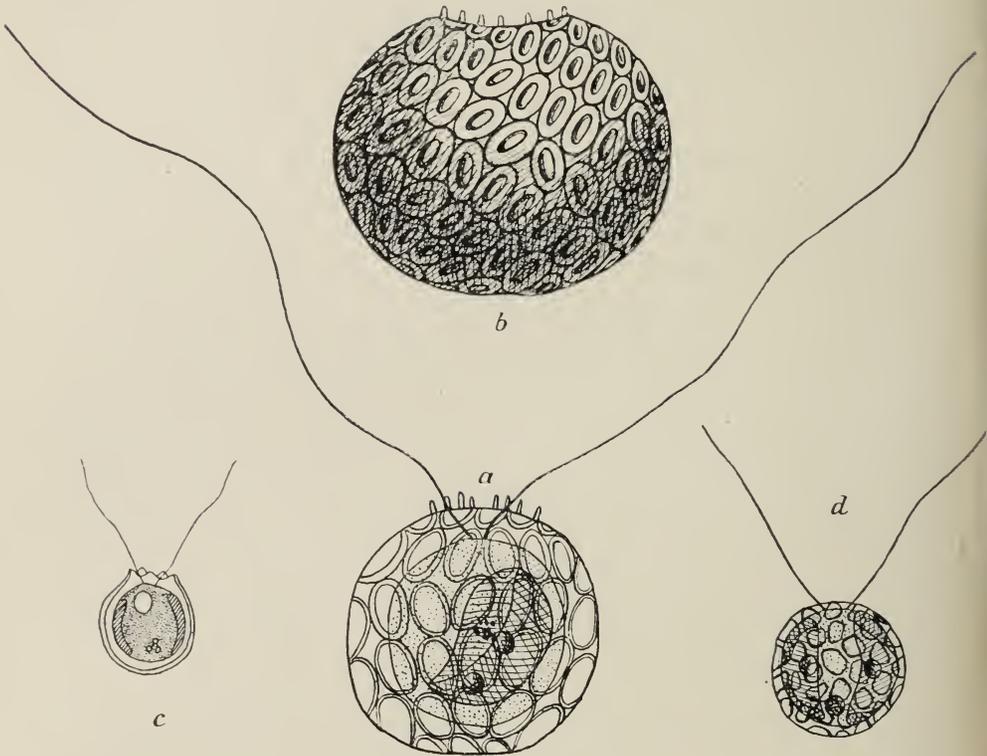
Übertroffen werden all diese Anpassungen endlich von der nebenstehend abgebildeten Form, die ich *Deutschlandia anthos* genannt habe (Fig. 13¹). Hier haben die Schwebcoccolithen, die den Gürtelring bilden, die Form langgestreckter Blumenblätter, die sich auch wie bei einer Blüte kelchartig zusammenneigen. Aber während bei *Scyphosphaera* und *Thorosphaera* nur eine einzige Reihe von Coccolithen an der Bildung des Schweberinges teilnimmt, wird hier der Schwebegürtel aus mindestens 3 Reihen von Coccolithen gebildet. Wie im einzelnen der Diskolith zu dem zungenförmigen Schwebcoccolithen umgestaltet worden ist, habe ich nicht feststellen können. Auf der ganzen übrigen Schalenfläche war ferner von Coccolithen überhaupt nichts zu erkennen; es scheint also, als ob bei *Deutschlandia* eine Beschränkung auf die Gürtelzone eingetreten ist, und dies wird um so wahrscheinlicher, wenn wir sehen, wie

statt der Kugelform die Schale hier Linsenform angenommen hat und die Schwebcoccolithen auf den äußersten Rand dieser Linse beschränkt sind. Diese einzig dastehende Umgestaltung kann nur die Bedeutung haben, daß diejenigen Teile der Schale, welche vermöge des Schwebegürtels horizontal im Wasser liegen, das auf sie fallende Licht infolge ihrer geringen Wölbung möglichst ungeschwächt passieren lassen, so daß die Chromatophoren, welche von der Schale umschlossen werden, möglichst intensives Licht erhalten. Würde diese Abflachung der Schale noch weiter getrieben werden können, so würde sie schließlich zu einer Scheibenform führen, wie sie bei den Coscinodiscen unter den Diatomeen zur Ausbildung gekommen ist. Nun ist von großem Interesse, daß sowohl *Deutschlandia* wie *Scyphosphaera* Formen sind, die ihre Hauptentwicklung in der Tiefe von 100 und 200 Metern haben und also der Dämmerflora des Ozeans angehören¹⁾. Die Valdivia-Expedition hat aber nachgewiesen, daß diese Region, in die das Licht nur in sehr geringer Intensität hinabgelangt, durch eigentümliche Diatomeenarten charakterisiert wird, welche dadurch ausgezeichnet sind, daß der Rand ihrer Zelle einen Schwebegürtel entwickelt, der die Zelle horizontal im Wasser schwebend erhält (*Planktoniella*, *Gossleriella*). Das ist aber genau dieselbe Schwebenanpassung, wie sie hier bei den Coccolithophoriden, wenn auch mit ganz anderen Mitteln, zur Ausbildung gekommen ist, und wir werden nachher sehen, wie sogar bestimmte Diatomeen dieser Tiefenzone Coccolithophoriden benutzen, um von ihnen sich Schwebegürtel bilden zu lassen.

Überblicken wir noch einmal die im vorhergehenden besprochenen Formen der Coccolithophoriden, so tritt sehr deutlich hervor, daß nach der Ausbildung des Skelettes die ganze Familie zweifellos in zwei natürliche Unterfamilien zu trennen ist. Die eine ist ausgezeichnet durch den Aufbau ihrer Schalen aus undurchbohrten einfach scheibenförmigen Discolithen (Syracosphaerinen), die andere hingegen baut ihr Skelett aus durchbohrten Trehmalithen auf, die sich aus einem kürzeren oder längeren Röhrenstück und ein oder zwei nach den Rändern zu sich verdünnenden Kalkscheiben zusammensetzen (Coccolithophorinen). Die Geißelzahl schwankt zwischen 1 und 2, aber zwei Geißeln wurden bisher nur bei drei bis vier Arten der Syracosphaerinen gefunden, die keine Schwebapparate ausgebildet haben und in ihrem ganzen Zell-

¹⁾ Siehe die Tabelle auf Seite 159.

aufbau in keiner Hinsicht von den anderen Arten, welche nur eine Geißel besitzen, abweichen (*Syracosphaera mediterranea*, *tenuis*, *dentata*, sp.) (Fig. 14). Die beiden Geißeln waren stets von gleicher Länge und entsprangen nebeneinander dem gleichen Pol. Besonders bemerkenswert ist, daß diese Arten ein und derselben Gattung angehören und zu dieser selben Gattung auch *S. pulchra* zu rechnen



Figur 14.

Coccolithophoriden mit 2 Geißeln. a. *Syracosphaera mediterranea*, Mittelmeer, 15 μ . — b. *Syracosphaera mediterranea* aus dem Brasilstrom (11. Aug. 1911); 18; 21 μ . — c. *Syracosphaera dentata*, Mittelmeer, 7 μ . — d. *Syracosphaera* sp., Mittelmeer, 11 μ .

ist, die im Gegensatz zu ihnen nur eine Geißel hat wie die Mehrzahl aller übrigen Coccolithophoriden. Es ist also nicht möglich, die Coccolithophoriden nach der Zahl ihrer Geißeln in natürliche Unterabteilungen zu zerlegen. SENN'S Anschauung von der systematischen Bedeutung der Geißelzahl bei den Flagellaten hat daher für die Coccolithophoriden augenscheinlich keine Gültigkeit und dadurch wird sie nun auch bedenklich für die übrigen Flagellaten. Sie ist sicherlich ein sehr bequemes Mittel, systematische Ab-

teilungen zu machen, kann aber hinfert nicht mehr als ein zuverlässliches Merkmal gleicher Abstammung betrachtet werden¹⁾.

Im Anschluß an die Besprechung der verschiedenen Schwebenanpassungen mag hier ganz kurz noch die vertikale Verteilung der hauptsächlich in Betracht kommenden Gattungen angeführt werden. Es wurden in den verschiedenen Tiefen folgende Prozentsätze der Gesamtzahl von Individuen einer jeden Gattung gefunden:

Tiefe	0 m	50 m	100 m	200 m	400 m
<i>Discosphaera</i>	66%	18%	14%	2%	—
<i>Rhabdosphaera</i>	29%	48%	22%	1%	—
<i>Scyphosphaera</i>	8%	31%	61%	—	—
<i>Deutschlandia</i>	1%	7%	70%	21%	—

Es erhellt aus dieser Tabelle sofort wie *Discosphaera*, deren Schwebefortsätze am mächtigsten entwickelt sind, und die ganze Schale bedecken, an der Oberfläche des Meeres am häufigsten ist, während *Rhabdosphaera* mit ihren einfach stabförmigen Fortsätzen in 50 m Tiefe ihr Maximum erreicht und *Scyphosphaera* mit den auf einen äquatorialen Ring beschränkten Schwebebechern erst in der Tiefe von 100 m die größte Volksstärke erreicht. Dasselbe ist der Fall, bei der am meisten dem Dämmerlichte angepaßten *Deutschlandia*; aber diese Form ist auch noch in 200 m Tiefe relativ zahlreich, während alle anderen Arten unterhalb 100 m gar nicht mehr oder nur noch in ganz wenigen Prozenten auftreten. In 400 m wurde dann allerdings auch von dieser charakteristischen Dämmerform kein Exemplar mehr gefunden.

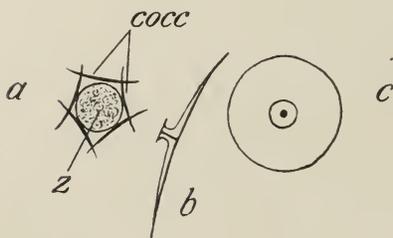
Zum Schluß will ich noch auf eine Reihe von Vorkommnissen hinweisen, die ein besonderes Interesse beanspruchen und vor allem zu weiteren Untersuchungen anregen mögen. Zunächst habe ich in Fig. 15 einen kleinen Organismus abgebildet, dessen kugeligter Körper in ganz unregelmäßiger Weise von locker gelagerten großen Trehmalithen bedeckt ist²⁾. Er war an der brasilianischen Küste zeitweise nicht selten. Ich habe nie im Zelleibe Chromatophoren gesehen. Außerdem waren die Trehmalithen in höchst auffälliger Weise stets so gelagert, daß die distale Scheibe mit ihrer konkaven Fläche nach außen gewandt war, während sie bei allen anderen

¹⁾ Es soll hier noch ausdrücklich betont werden, daß ich selbstverständlich nur Individuen berücksichtigt habe, bei denen keine Teilungsvorgänge sich zeigten.

²⁾ Ich nenne diese Form, deren Stellung vorläufig unbestimmt bleiben muß, *Heyneckia barkowi*.

Coccolithophoriden der Zelle zugewandt ist, deren kugelige Oberfläche sie sich auf diese Weise eng anlegt. Nur dadurch wird es eben möglich, daß die Coccolithen sich zu einer geschlossenen kugeligen Schale zusammen ordnen. Hier verhindert dagegen diese merkwürdige abnorme Lagerung die Bildung einer solchen, und aus diesem Grunde hat sich mir die Vermutung aufgedrängt, daß wir es hier überhaupt nicht mit einer echten Coccolithophoride zu tun haben, sondern daß die Zelle tierischer Natur ist und sich nur mit Coccolithen bekleidet, die sie aus dem Meere herausfischt. Die Schale wäre daher aus Fremdkörpern gebildet.

Eine ähnliche Deutung verlangen vielleicht auch die in der Fig. 16 wiedergegebenen krug- und phiolenförmigen Schalen. Zwar



Figur 15.

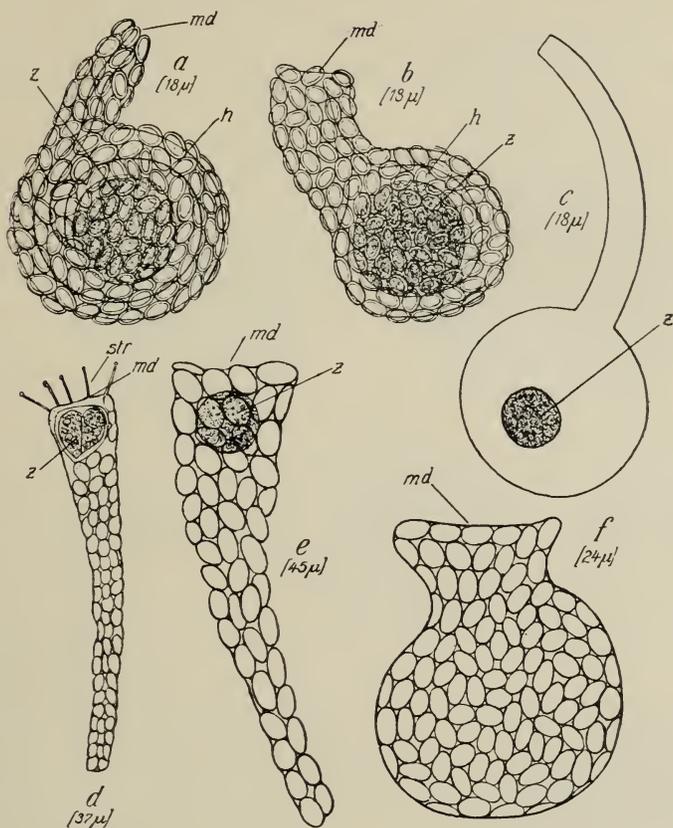
Heyneckia barkowi n. g. n. sp.
 Protozoen (?) mit Skelett aus Trehmalithen, deren Basalscheibe nach außen gewandt ist. Guineastrom und Südtropen des Atlantischen Ozeans. 6 μ Durchmesser. z Zellleib, cocc Trehmalithen; a Zelle mit Skelett im optischen Schnitt; b Trehmalith im Schnitt; c derselbe von der Fläche gesehen.

zeigte sich hier der Zellinhalt mehrfach diatominfarben gefärbt; aber der kugelige Hohlraum der Schale setzt sich in einen langen spiralig gedrehten röhrenförmigen Ansatz fort, der den Durchmesser der Schale, wie Fig. C zeigt, erheblich übertreffen kann. Daß hier eine Geißel nach außen hindurchtreten soll, ist sehr unwahrscheinlich; und ich glaube daher, daß es vorsichtiger ist, alle diese Formen, die man immer nur selten und ganz zerstreut im Plankton findet, zunächst nicht den

Coccolithophoriden einzuordnen, sondern ihrer Stellung nach zweifelhaft zu lassen. Es kann sich auch hier sehr wohl um Protozoen handeln, die sich aus Coccolithen eine Schale bilden. Provisorisch mögen sie als *Heimiella excentrica* bezeichnet werden. Ob die in d und e abgebildeten tutenförmigen Schalen ebenfalls den phiolenförmigen ihrem Ursprunge nach zuzuordnen sind, ist allerdings zweifelhaft. GRAN stellt sie in die Gattung *Syracosphaera*. Bemerkenswert ist, daß bei allen diesen Formen die Schalen aus Discolithen gebildet werden.

Daß eine derartige Benutzung von Coccolithen zur Herstellung oder zur Verstärkung von Skeletten durch andere Organismen vorkommt, zeigen nicht nur verschiedene Tintinnen, sondern bemerkenswerter Weise auch zwei Coscinodiscen der Dämmerzone. Zwei Tintinnenarten, deren eine ausschließlich Trehmalithen, deren

andere ebenso ausschließlich Discolithen zur Bekleidung ihres eigenen Skelettes benutzt hatte, traf ich im Brasil- und Falklandstrom (Fig. 17 und Fig. 18). In welcher Weise diese Ciliaten es

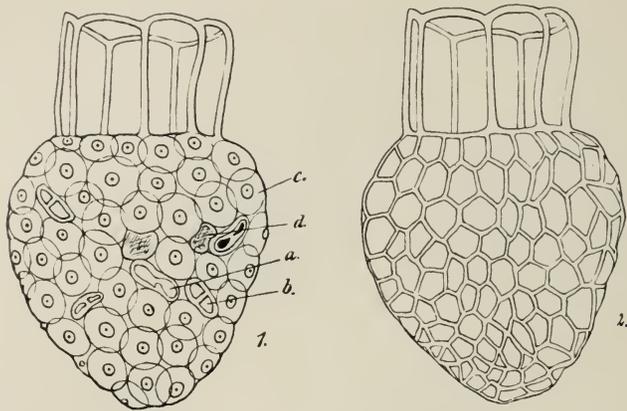


Figur 16.

Coccolithen tragende Planktonten, deren Natur noch nicht näher festgestellt werden konnte. *a.* Phiolenförmige Schale aus Discolithen (*Heimiella excentrica* n. g. n. sp.), Seitenansicht; Mittelmeer; Zellinhalt diatominfarben; *md* Mündung, *d* Schale, *h* Hohlraum derselben, *z* Zelle, die keine Details erkennen ließ. — *b.* Dieselbe Form von unten gesehen. — *c.* Phiolenförmige Schale aus dem Nordäquatorialstrom (5. Juli 1911), die kugelige Schale trug einen sehr langen röhrenförmigen Fortsatz und umschloß eine relativ sehr kleine Zelle. 18 μ . — *d.* *Syracosphaera prolongata*, von Gran im Nordatlantischen Ozean gefunden; Mündung mit kurzen Stäbchen umsäumt. 37 μ . — *e.* Der vorigen Form sehr nahe stehender Organismus aus dem Guineastrom (14. Juli 1911); kleine, gelb gefärbte Zelle von 6 μ Durchmesser nahe der breiten Mündung der 45 μ langen, tutenförmigen Schale liegend; Mündung ohne Stäbchensaum. — *f.* Krugförmige Schale von den Azoren (6. Juni 1911); 24 μ Durchmesser.

fertig bringen, die von ihnen gefangenen Coccolithen so regelmäßig und dicht auf der Außenfläche ihres Gehäuses zu befestigen, ist völlig rätselhaft.

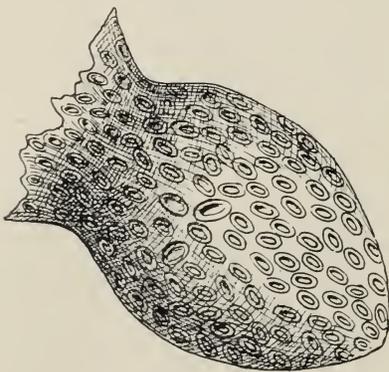
Das merkwürdigste Vorkommen fand ich bei zwei Diatomeen (*Brenneckella lorenzeni* und *kohli*, Fig. 19). Beides sind kleine Coscinodiskenarten von 20—40 μ Durchmesser, die sich auf irgend-



Figur 17.

1. *Dictyocysta coccolitholega* Loh. (28. Aug., 200 m Tiefe), vor der Behandlung mit verdünnter Salzsäure, a. Coccolith von *Coccolithophora wallichi*, b. von *C. pelagica*, c. von *C. leptopora*, d. eine Platte, die nicht von Coccolithophoriden herrührt; 2. dasselbe Exemplar nach Auflösung der Fremdkörper durch verdünnte Salzsäure. — Das Gehäuse ist 75 μ groß.

eine uns unbekannte Weise lebende Coccolithophoriden einfangen und veranlassen, sich an ganz bestimmten symmetrisch



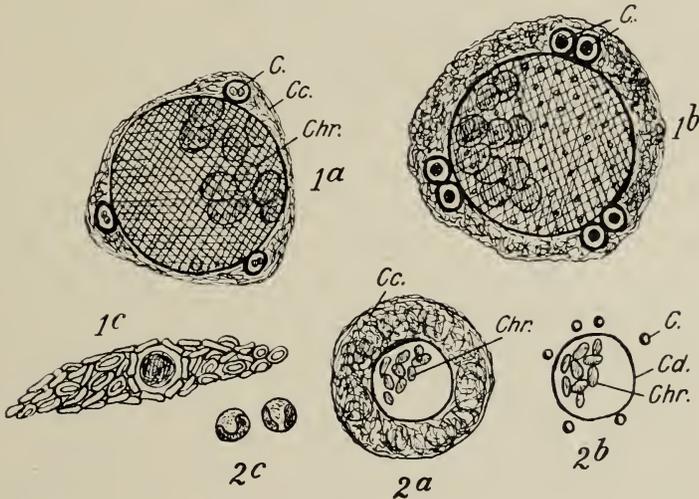
Figur 18.

Codonella-ähnliches *Tintinnus*-Gehäuse aus dem Falklandstrom (30. Aug. 1911) mit Discolithen-Bekleidung; Mündungsrand zerfetzt; 36 μ lang.

verteilten Punkten ihres Gürtelbandes anzusiedeln. Während *Br. kohli* sich mit drei Coccolithophoriden begnügt, nimmt *lorenzeni* deren sechs. Es ist wahrscheinlich, daß das Gürtelband dieser Arten, ähnlich wie es KARSTEN für *Gossleriella* und *Planctoniella* nachgewiesen hat, an drei resp. sechs Punkten durchbrochen ist und dem Plasma oder vielleicht als Anlockungsmittel dienenden Sekreten zum Austritt dient. Sobald die Coccolithophoriden auf dem Gürtelbande sich festgesetzt haben, beginnen sie in patho-

logischer Weise eine enorme Menge von überzähligen Coccolithen zu bilden, so daß sehr bald das ganze Gürtelband mit einer dichten Lage von Coccolithen ringförmig bedeckt ist. Diese Lage kann

dem Durchmesser des ganzen Coscinodiscus an Dicke gleichkommen, und es bauen so die Coccolithophoriden der Diatomee, auf der sie ruhen, einen Schwimmgürtel aus kleinen Discolithen auf. Durch Auflösen dieser letzteren in Salzsäure konnte ich nachweisen, daß die Coccolithophoriden noch leben und wohl ausgebildete Chromatophoren besitzen, wenn der Schwimmgürtel bereits eine sehr bedeutende Dicke erreicht hat. Sie gehen also nicht zugrunde,



Figur 19.

Brenneckella lorenzeni und *kohli* n. gen. n. sp. (1a vom 7. Aug., 200 m Tiefe; 1b vom 9. Aug., 200 m; 2 vom 17. Aug., 100 m Tiefe). 1a *Br. lorenzeni* mit 3 Siedelungspunkten am Gürtelbände, an denen je 1 *Pontosphaera sessilis* 1 ohm. sich angesiedelt und mit der Bildung überzähliger Coccolithen begonnen hat. Dadurch ist es zur Ausbildung eines noch sehr schwachen Schweberringes gekommen. — 1b *Br. lorenzeni* mit 3 Siedelungspunkten, an deren jedem aber 2 Coccolithophoriden sitzen und bereits eine Coccolithenmasse von bedeutender Dicke gebildet haben. — 1c *Br. lorenzeni*, eine einzelne Coccolithophoride mit ihrer Schale und den überzählig gebildeten Coccolithen, aus dem Schweberringe von 1a bei stärkerer Vergrößerung. — 2a *Brenneckella kohli* mit mächtigem Coccolithengürtel; 2b dasselbe Individuum nach Auflösung der Coccolithen; man sieht die 6 Zellen von *Pontosphaera sessilis* die Schale der *Brenneckella* umliegen; 2c einzelne dieser Zellen stärker vergrößert, um die Chromatophoren zu zeigen. — C. Zelle von *Pontosphaera sessilis*, Cc. die von ihr gebildeten überzähligen Coccolithen, Cd. Schale der Diatomee, Chr. Chromatophoren der *Brenneckella*. — Schalendurchmesser von *Br. lorenzeni* 35–42 μ ; Schalendurchmesser von *Br. kohli* 28 μ ; Schalendurchmesser von *Pontosphaera sessilis* 5 μ .

sondern sind ihrem Wirte eben durch ihre Lebenstätigkeit von Nutzen. In allen Fällen fand ich ein und dieselbe Art von Coccolithophoriden auf diesen Brennekellen angesiedelt. Sie ist 5 μ groß und steht der frei im Meere lebenden *Pontosphaera huxleyi* sehr nahe, von der sie nur die dicht aneinanderliegenden Discolithen unterscheiden. Das in Zeichnung 1^b abgebildete Exemplar ist dadurch sehr merkwürdig, daß sich an jedem Punkte des Gürtelbandes

nicht ein, sondern zwei eng aneinanderliegende Pontosphaeren finden. Ob diese eigenartige Lagerung dadurch entstanden ist, daß jede der drei ursprünglich angesiedelten Coccolithophoriden sich später geteilt hat, oder ob von vornherein an jedem Ansiedlungspunkte sich zwei Pontosphaeren niedergelassen haben, konnte ich nicht entscheiden, da der Zellinhalt keine genauere Untersuchung zuließ. Es ist aber von vornherein wahrscheinlicher, daß hier eine Teilung eingetreten ist. Beide *Brenneckella*-Arten unterscheiden sich abgesehen von der Größe und der Struktur ihrer Schalenfläche noch sehr auffällig dadurch, daß die neugebildeten Coccolithen bei *Br. kohli* vollständig auf das Gürtelband beschränkt sind, während bei *lorenzeni* auch die Schalenfläche von Coccolithen bedeckt wird. Aber die Anzahl der Coccolithen, welche vom Gürtelbande her auf diese Fläche übertritt, ist ganz außerordentlich gering und es liegt überall nur eine einzige Lage von Coccolithen dem Panzer der Diatomee auf. Auch das zeigt wieder, wie die ganze Tätigkeit der Pontosphaeren nach ihrer Ansiedelung im Dienste der Kieselalge steht. Denn da der Schalenfläche die plattenförmigen Chromatophoren anliegen, so darf der Durchtritt des Lichtes möglichst wenig gehemmt werden, und jede stärkere Auflagerung von Coccolithen würde daher dem Leben der *Brenneckella* schädlich werden. Auch hier ist es uns vorläufig völlig unmöglich einzusehen, auf welche Weise bei *Br. kohli* die Schalenflächen ganz coccolithenfrei gehalten werden, und bei *lorenzeni* die Zahl der Coccolithen auf der Schalenfläche auf eine dünne Lage beschränkt wird.

Alle diese Fälle verdienen also noch eine eingehende weitere Untersuchung.

Diskussion:

Herr Prof. KORSCHOLT (Marburg).

Herr Prof. LOHMANN.

Herr Dr. PAUL SCHULZE (Berlin):

Chitin- und andere Cuticularstrukturen bei Insekten.

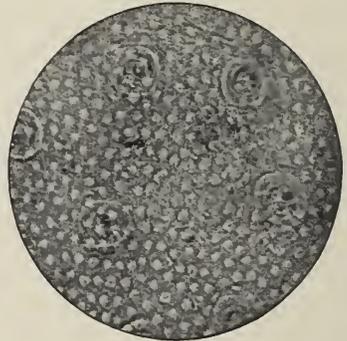
Die beiden letzten Arbeiten, die sich mit dem feineren Bau der Insekten cuticula beschäftigen, kommen zu ganz verschiedenen Resultaten. Während BIEDERMANN im Chitin eine deutlich fibrilläre Struktur sieht, findet KAPZOV, ein Schüler BÜTSCHLI's, es ausgesprochen wabig gebaut. Beiden diente als Hauptuntersuchungsobjekt die Flügeldecke des Hirschkäfers (*Lucanus cervus* L.). Da in ihren Arbeiten die Literatur über den Gegenstand ausführlich berücksichtigt ist, und vor kurzem BIEDERMANN in WINTERSTEIN'S Handbuch Bd. III p. 814—887, noch einmal ausführlich die ganze Chitinliteratur besprochen hat, brauche ich hier nicht mehr darauf einzugehen. Wenn ich heute in der Lage bin, über die feineren Strukturverhältnisse des Insektenchitins genauere und, wie ich hoffe, richtigere Angaben zu machen als meine Vorgänger, so liegt dies in der Hauptsache darin, daß ich ein Verfahren anwandte, welches es mir ermöglichte, dicke Chitinlagen in ihre einzelnen morphologischen Bestandteile zu zerlegen und diese dann einzeln in Aufsicht zu untersuchen und zu photographieren. Ich legte die zu behandelnden Objekte in eine Mischung von 80 % Alkohol, Glycerin und Salzsäure und stellte sie 3—10 Tage in den Thermostaten. Als sehr zweckentsprechend erwies sich eine Mischung, die GRENACHER (Abh. Nat. Ges. Halle 16. 1886 p. 214; Z. wiss. Mikr. 2. 1885 p. 244) zu einem ganz anderen Zwecke, nämlich zum Entpigmentieren von Cephalopodenaugen benutzte, bestehend aus 2 Teilen 80 % Alk., 1 Teil Glycerin und 3 Teilen käuf. (25 %) Salzsäure. Ein stärkerer HCl-Gehalt hatte keine bessere oder beschleunigendere Wirkung. Nachdem die zu studierenden Chitinstücke (in einer Größe bis zu etwa 2 qcm) mehrere Tage im Wärmeschrank verweilt hatten, ließen sich die einzelnen Schichten mehr oder weniger leicht mit feinen Nadeln voneinander isolieren; es zeigte sich hierbei besonders die Notwendigkeit des Glycerinzusatzes, der die Objekte weich und elastisch erhielt. Wie Kontrollpräparate lehrten, traten durch die eben erwähnte Behandlung keine erkennbaren Veränderungen der Strukturen ein, ebensowenig eine Entpigmentierung. Ohne zunächst von den schon vorliegenden Untersuchungen BIEDERMANN's und KAPZOV's Kenntnis zu haben, begann ich meine Untersuchungen ebenfalls an den Elytren des Hirschkäfers, die sich in der Tat als ein wahrhaft klassisches Objekt für die hier in Frage kommenden Verhältnisse erwies. Bevor ich

mit der Schilderung der Chitinstrukturen beginne, muß ich zunächst den Bau der Käferflügeldecke im allgemeinen besprechen, über den die beiden obengenannten Autoren ganz im unklaren waren, was sie zu verschiedenen Mißdeutungen und falschen Analogieschlüssen verleitete.

Im Jahre 1885 stellte BEAUREGARD, wie es scheint zum ersten Male fest, daß die Flügeldecken der Käfer aus zwei verschiedenen dicken Chitinlagen bestehen, einer dorsalen festeren und einer dünneren ventralen, die beide durch chitinige dorsoventral verlaufende Quersäulen verbunden werden und am Deckenrand miteinander verlötet sind. Er fand ferner, daß diese Säulchen — die wir *Columnae* nennen wollen — einen wesentlichen Einfluß auf die Festigkeit der Elytren haben, da z. B. bei *Geotrupes* im Gegensatz zu den weichen *Canthariden* neben der größeren Dicke



a



b

Figur 1.

Melasma XX punctatum Scop. Einfacher Typus der Flügeldecke. a quer (350 : 1), b in Aufsicht (160 : 1)¹⁾.

der oberen Lamelle auch die Strebepfeiler dicker, vor allem aber auch zahlreicher vorhanden sind. Später hat dann HOFBAUER eine große Anzahl von Decken (hauptsächlich auf ihren Drüsengehalt hin) untersucht und den von BEAUREGARD beschriebenen Bau bei allen untersuchten Spezies wiedergefunden. KRÜGER verfolgte die Entstehung der Käferflügel während der Metamorphose besonders bei einigen Chrysomeliden (*Lema*) und gibt uns Auskunft über die Herkunft der *Columnae*. Sie stellen in der Tat, wie schon HOFBAUER vermutete, Einsenkungen der oberen Deckenplatte dar, die sich immer mehr der unteren nähern und schließlich mit ihr verschmelzen. Bestätigt wurden diese Angaben dann von TOWER.

An der ventralen Platte sitzen regelmäßig, wie ich früher gezeigt habe, kleine Dörnchen (*Spinulae*) oder Chitinperlen (*Perlae*); wir nennen

¹⁾ Die Vergrößerung ist die, bei der die Aufnahme gemacht worden ist, bei der Reproduktion wurden sämtliche Figuren um $\frac{1}{5}$ verkleinert.

sie deshalb Dornenschicht. An der Stelle, wo die Säule von den beiden Platten abgeht, entsteht eine schüsselförmige Einsenkung (*Patina*). Zwischen der oberen und unteren Bedeckung der Elytre bleibt nun entweder ein Hohlraum bestehen, in dem dann z. B. bei den Chrysomeliden das von mir entdeckte Karotingewebe liegt, oder aber der ganze Raum wird allmählich vollständig oder so gut wie vollständig durch sekundäres Chitin ausgefüllt, wie z. B. bei vielen Carabiden. Die obere Elytrenplatte ist endlich noch mit einer dünnen farblosen Membran bedeckt, die ich nach dem Vorgange BÜTSCHLI'S bei Krustern als Grenzlamelle bezeichnen will. Als Beispiel einer solchen Elytre habe ich in Fig. 1a diejenige des Blattkäfers *Melasoma XX-punctatum* SCOP. im Schnitt und in der Aufsicht dargestellt; auf letzterer sieht man deutlich die Patinae der oberen Platte und die durchscheinenden Perlae der unteren. Unbekannt scheint es bisher gewesen zu sein, daß es besonders, was die Entstehung der Säulen anbetrifft,



Figur 2.

Lucanus cervus L. Komplizierterer Typus der Flügeldecke. a quer (350:1), b in Aufsicht (100:1). (An der inneren Balkenlage finden sich Tröpfchen anscheinend unverbrauchten Chitins von einer festeren Membran umgeben.)

einen zweiten Deckentypus gibt, der hauptsächlich bei den Lamellicorniern weit verbreitet ist. Als Beispiel für diesen komplizierteren Fall will ich den Hirschkäfer wählen.

Sehen wir uns einen Schnitt durch eine seiner Flügeldecken (Fig. 2a) an, so finden wir alle uns schon bekannten Elemente wieder: Grenzlamelle, obere Platte (allerdings, wie es scheint, viel komplizierter gebaut; wir wollen sie von nun an, dem Vorgange KAPZOV'S folgend, als Hauptlage bezeichnen), Säulchen und untere Platte, die aber nicht mit *Perlae*, sondern, wie bei den meisten Käfern, mit Dörnchen (*Spinulae*) besetzt ist.

Als ein neuer sofort auffallender Bestandteil der Decke tritt nun aber hier eine braungefärbte Schicht von sehr abweichender

Struktur und Beschaffenheit zwischen Grenzlamelle und Hauptlage auf. BIEDERMANN taufte sie „Emailschicht“, ich möchte aber lieber die allgemeinere Bezeichnung „Lackschicht“ vorziehen. Zwischen ihr und der Grenzlamelle liegt dann endlich noch eine an günstigen Schnitten deutlich in die Erscheinung tretende Schicht von senkrecht zur Oberfläche stehenden Stäbchen, der Alveolarsaum, auf den wir noch zurückkommen.

Besteht also eine Flügeldecke nach dem einfachen Typus aus:

Grenzlamelle,
Hauptlage,
Dornenschicht,

so zeigt der zweite Typ:

Grenzlamelle	}	Außenlage,
Alveolarsaum		
Lackschicht		
Hauptlage,		
Dornenschicht.		

Die ersten drei Schichten fassen wir analog der Bezeichnung BÜTSCHLI'S an anderen Objekten als Außenlage zusammen.

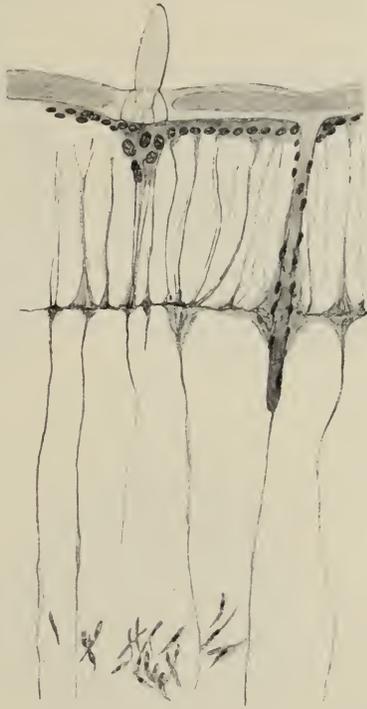
Auffallend bei dem Lamellicorniertyp ist die geringe Anzahl der *Columnae*. Auf dem Photogr. 2b ist nur der größere Kreis in der Mitte ein Pfeiler, während die kleineren andere später zu besprechende Gebilde darstellen.

Wie schon erwähnt geht beim Typus I die Bildung der *Columnae* durch Einsenkung der oberen Lamelle schon frühzeitig im Puppenstadium vor sich. An denjenigen Stellen, wo eine Einsenkung der Epidermis zum Zwecke einer Pfeilerbildung erfolgen soll, differenzieren sich die Zellen etwas, sie werden vor allem größer. Infolgedessen heben sich die später um die primäre Achse gebildeten Chitinlamellen der *Columnae* besonders bei Aufsicht eben als die konzentrisch geschichteten *Patinae* deutlich von der übrigen Decke ab. Die einzelnen Lamellen der Flügeldecke gehen aber kontinuierlich in die der Säulen über, nur scheinen sie beim Umbiegen etwas kräftiger zu werden. BIEDERMANN sind die Säulen ebenfalls aufgefallen, da er aber ihre Entstehung und Bedeutung nicht kennt, sind sie für ihn ziemlich rätselhaft. Er sagt darüber (c., p. 831): „Sehr verbreitet, aber in sehr verschiedengradiger Ausbildung finden sich bei Käfern konzentrisch geschichtete Lamellensysteme, deren Struktur in auffallender Weise an jene der HAVER'SCHEN Systeme der Knochen erinnert. Dieselben gruppieren sich in der Regel um senkrecht die Schichten durchsetzende haarähnliche Chitzapfen.“

Da die Säulen fest mit der oberen und unteren Flügeldeckenplatte verbunden, gewissermaßen aus einem Stück geschweißt sind, sind sie als T-Träger für die Festigung der Decke von höchster Bedeutung. Die zwischen ihnen gelegene Partie der Elytren kann als für Druckbelastung, die ja für die Decken hauptsächlich in Betracht kommt, indifferent, von der Chitinbildung verschont bleiben und der so gewonnene Raum für andere wichtige Funktionen, wie etwa die Carotinspeicherung, aufbewahrt bleiben.

Ganz anders dagegen die Verhältnisse beim Typus II. Hier entstehen die Columnae erst nach dem Schlüpfen des Käfers.

Charakteristisch für sie ist, daß ihr zentraler Teil ganz aus der Substanz der Lackschicht besteht. Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch die Elytre eines noch unausgefärbten (gelben) Hirschkäfers. Die im Schnitt getroffene Säule ist erst in ihrem oberen Teil gebildet und zwar, wie es scheint, weit weniger von in die Tiefe gerückten Epidermiszellen, als vielmehr durch indifferente Spindelzellen, die ja bei der Insektenmetamorphose eine so große Rolle spielen und die hier in Nestern der ventralen Deckenplatte genähert in der Flügeldecke liegen (Fig. 3). (Ich muß hier darauf hinweisen, daß ich,

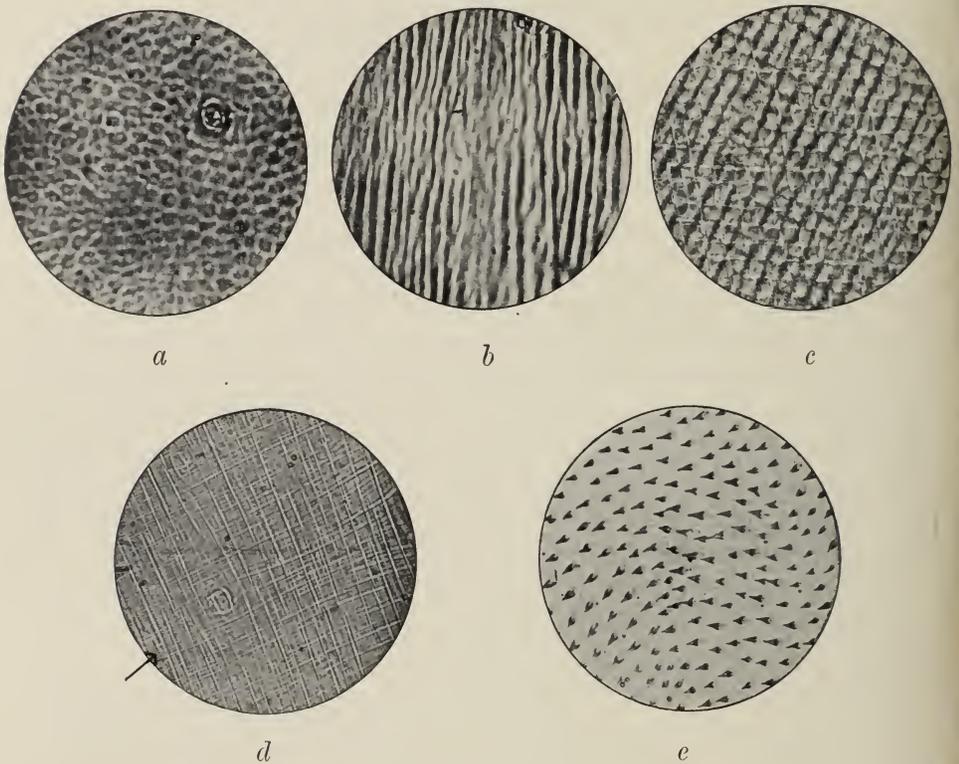


Figur 3.

Lucanus cervus L. Gelber, unausgefärbter Käfer. Schnitt durch die Decke. Links ein (Sinnes-) Haar, rechts die Bildung einer Säule. 350:1.

wie in der Abbildung dargestellt, immer nur eine Mittelmembran fand (sowohl hier als auch bei *Melasoma*), in der die Fortsätze der Epidermiszellen der dorsalen und ventralen Platte zusammenstoßen, ganz ähnlich wie es BIEDERMANN (c., p. 893 Fig. 225 d) nach MAYER von dem entstehenden Flügel von *Pieris rapae* L. abbildet. TOWER dagegen zeichnet (Taf. 18, Fig. 49, 50) 2 Lamellen, die ihrerseits wieder durch Fortsätze verbunden sind.) Auf Flachschnitten sieht man die die Säule bildenden Zellen in kreisrunder Anordnung (oder besser gesagt einen kreisförmigen Kernhaufen bildend, da von dem Plasma meist wenig zu sehen ist), der scharf von den Epidermiszellen abgesetzt ist.

Die Säulen bei der zweiten Deckenbauart sind nun gegenüber der ersten viel hinfalliger. Da sie an der oberen und unteren Deckenplatte sozusagen nur angekittet sind, lösen sie sich leicht ab. Sie stehen auch nicht genau senkrecht auf den Platten, verlaufen gewöhnlich etwas schief, bisweilen sogar schwach spiralig und sind, wie schon erwähnt, nur spärlich vorhanden. Wahrscheinlich steht hiermit, um trotzdem die Festigkeit der Flügeldecken zu



Figur 4.

Lucanus cervus L. ♀. Flügeldecke zerlegt. *a* Lackschicht, *b* lederartige Schicht, *c* äußere Balkenlage, *d* innere Balkenlage, *e* Dornenschicht. 350:1.

gewährleisten, die mächtige Beschaffenheit und der komplizierte Aufbau des Chitins in Zusammenhang. Zu erwähnen wäre noch, daß die Säulen des Typus II infolge ihrer Entstehung keine Einsenkung auf der Decke hervorrufen und ferner bei Aufsicht nicht die deutliche konzentrische Schichtung zeigen wie die des ersten, da hier die Lackschicht über sie hinwegzieht.

Nachdem wir nun Klarheit über den Bau der Käferflügeldecken gewonnen haben, gehen wir zur Betrachtung der nach der oben

angegebenen Methode isolierten Lamellen einer Elytre von *Lucanus cervus* über. Zunächst lösen sich 2 Schichten von den übrigen ab, die Außenlage, die etwa $\frac{1}{5}$ der oberen Deckenplatte darstellt und aus Lackschicht, Alveolarsaum und Grenzlamelle besteht, und die unterste Begrenzungsplatte, die Dornenschicht.

Die Außenlage (Fig. 4 a).

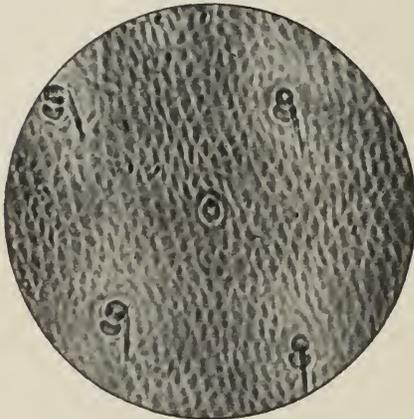
Von der Grenzlamelle ist in Aufsicht nichts zu sehen, da sie als homogenes farbloses Häutchen über der Lackschicht liegt, ebensowenig vom Alveolarsaum. Ich komme später noch auf diese beiden Gebilde zu sprechen.

Die Lackschicht besteht aus einer homogenen körnigen, bei auffallendem Licht rötlich braun, bei durchfallendem mehr dunkel gelb gefärbten Masse. Sie zeigt bei etwa 50 facher Vergrößerung schwache, wellige, längs der Decke verlaufende Erhöhungen. In den dazwischen liegenden etwas helleren Partien finden sich eingestochene Punkte, in denen die später zu besprechenden Haare sitzen. Man kann sie als Ganzes nicht mehr in einzelne Lagen spalten, wohl aber gelingt es bisweilen, wenn man ein Stück derselben unter dem Deckglas zerdrückt, an den Bruchstellen einzelne übereinanderliegende Zonen zu erkennen, die offenbar nacheinander gebildet wurden.

Was nun besonders an dieser Schicht auffällt, ist ihre „Wabenstruktur“, und sie ist es denn auch gewesen, die KAPZOV verleitet zu erklären: „daß die Cuticula der Insekten, wie kompliziert sie auch sein mag, durchweg aus einem zusammenhängenden Wabenwerk mit lockeren und dichteren Partien bestehe“. Daß es sich nicht um Waben im BÜTSCHLI'schen Sinne handeln kann, zeigt schon die Größe dieser sechsseitigen Gebilde an; untersucht man ihre Entstehung, so sieht man mit aller Deutlichkeit, daß sie einen genauen Abklatsch der darunterliegenden Bildungszellen darstellen. Die Seiten der Sechsecke liegen nun nicht in einer Ebene mit dem von ihnen eingeschlossenen Teil, sondern sind vielmehr erhaben, sie stellen also ein Sechseckrelief dar, und zwar besitzt nicht nur die oberste Lage ein solches, sondern auch die tiefer liegenden. Diese eigentümliche Bildung kommt dadurch zustande, daß die Epidermiszellen in der Umgebung des zentral gelegenen Kernes die betreffende Substanz meist spärlicher abscheiden als an der Peripherie oder wie mir scheint richtiger ausgedrückt, am apikalen Teil der Zelle wird besonders das periphere Plasma in die Lackschicht umgewandelt, während der Kern mit seiner Umgebung,

nachdem einmal eine dünne Lage gebildet ist, davon verschont bleibt und in die Tiefe rückt, da ja die Zelle noch beim Aufbau anderer wichtiger Cuticulaergebilde mitzuwirken hat. Ähnliche Verhältnisse sind von KORSCHULT bei der Bildung des Chorions von Insekteneiern beobachtet worden — das aber, wie WESTER neuerdings behauptet, nicht aus Chitin bestehen soll — und von mir für eine andere Substanz bei der Carotinbildung in den Flügeldecken von *Gonioctena viminalis* L., *f. calcarata* F. (d, p. 10).

Hatten wir in den bisherigen Lagen ein Relief, dessen Erhabenheiten dorsad gerichtet waren, so zeigt die Grenzschicht,



Figur 5.

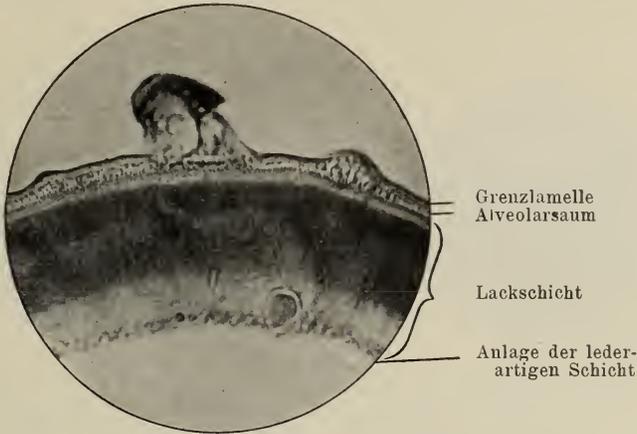
Lucanus cervus L. Gelber, unausgefärbter Käfer. Die unterste Lage der Lackschicht von unten mit Innenrelief. In der Mitte eine Säule, umgeben von 4 Haarporen, neben diesen die nierenförmigen Öffnungen für die die Grenzlamelle bildenden Drüsen. 350:1.

welche die Lackschicht von der ersten Lamelle der chitiginen Hauptlage trennt, merkwürdigerweise nach innen, also ventral gerichtete Erhabenheiten. Es besteht ebenfalls in der Hauptsache aus Sechsecken, die aber weit unregelmäßiger und mehr in die Länge gezogen sind, als die der übrigen Lagen (Fig. 5).

Was deren Färbung anbelangt, so sind die äußersten und innersten am intensivsten braun gefärbt, während die inneren heller, mehr gelblich, tingiert sind. Nach SLATER (p. XXXII) soll dieses braune Pigment ein Tanninderivat sein. Besonders instruktive Bilder über die Zu-

sammensetzung der Außenlage der Flügeldecke von *Lucanus cervus* lieferten mir Schnitte durch die Decke eines gelben Käfers, der durch einen günstigen Zufall gerade in dem Augenblick abgetötet worden war, als die Abscheidung der Grenzlamelle erfolgte. Um diese Zeit hat nur erst die Bildung der ersten Chitinschicht der gleichzusprechenden Hauptlage begonnen, s. Fig. 6, alles andere stellt nur Außenlage dar. Der mittlere später gelblich gefärbte Teil der Lackschicht hat sich mit Hämatoxylin blau gefärbt, erscheint also im Photogramm dunkel, die äußere und innere später braune Begrenzung besitzt dagegen gelbliche Eigenfarbe. Die Lackschicht weist eine dorsoventral verlaufende fibrilläre Struktur auf. Nach außen davon ist sehr deutlich

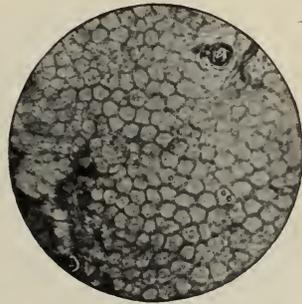
ein Alveolarsaum im Sinne BÜTSCHLI'S oder die Stäbchenschicht BIEDERMANN'S zu sehen. Er besteht aus dicht nebeneinanderstehenden stark lichtbrechenden, mit Pikrinsäure sich gelb färbenden Stäbchen.



Figur 6.

Lucanus cervus L. Schnitt durch die Flügeldeckenrand eines gelben (unausgefärbten) Käfers. Delafeld-Van Gieson. 450:1.

Als äußerste dorsale Begrenzung finden wir dann die Grenzlamelle, die auf Schnitten durch fertige Decken als dünne farblose Membran erscheint (s. Fig. 2 a), hier aber, da sie noch nicht erhärtet, sondern eben erst abgeschlossen war, durch die plötzliche Konservierung in ganz unregelmäßiger Weise erstarrt ist, und infolgedessen besonders klar zur Anschauung kommt. Sie tritt uns in diesem Stadium als basophiles Sekret entgegen, das bei Aufsicht bei seiner Ausbreitung auf dem obersten Sechseckrelief der Lackschicht, als mit Hämatoxylin gebläutes Häutchen, in dem die Partien, die über den Sechseckwänden liegen, einen dunkleren blauen Ton angenommen haben, auffällt (Fig. 7). Bei einigem Zusehen findet man auch diejenigen Stellen der Decke, aus denen die Flüssigkeit fließt, Poren, die an dem fixierten Material durch einen blauen Pfropf verstopft sind. Und zwar liegt je eine nierenförmige Öffnung neben einem Haargebilde, auf das ich noch kurz zurückkommen werde; beide Gebilde sind über die ganze Decke verbreitet und in großer



Figur 7.

Lucanus cervus L. Gelber, unausgefärbter Käfer. Das die Grenzlamelle liefernde Sekret hat sich soeben über die Decke ergossen. Es ist basophil. (Mit Hämatoxylin blau gefärbt.) 350:1.

Anzahl vorhanden und täuschen bei flüchtigem Hinsehen eine Säule vor (s. Fig. 5, wo 4 der Haare mit den Poren um eine Säule angeordnet sind). Auf dem Querschnitt finden wir näheren Aufschluß über diese Elemente. Die Öffnung ist der intrazelluläre Ausgang



Figur 8.

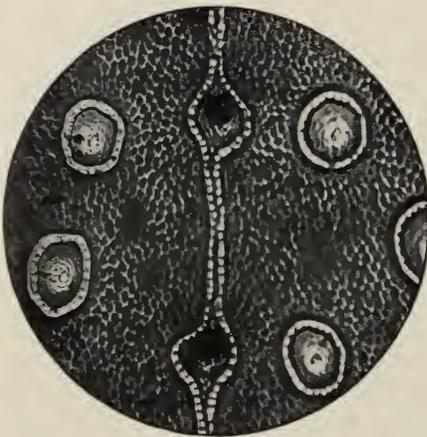
Lucanus cervus L. Gelber unausgefärbter Käfer. Rand der Flügeldecke. Außenlage mit Haar und Drüse. Delafield-Gieson. 450:1.



Figur 9.

Lucanus cervus L. Gelber, unausgefärbter Käfer. Decke quer. (Sinnes-) Haar. 450:1.

einer einzelligen länglichen Drüse mit langgestrecktem Kern (Fig. 8). Das Haar stellt allem Anschein nach ein Sinneshaar dar. Es ist ziemlich breit, meist etwas gekrümmt und spitzt sich allmählich zu.



Figur 10.

Anuchalcos cupreus F. Lackschicht. 100:1.

Der in die Lackschicht eingesenkte Teil besteht aus einem hohlen Chitinzyylinder, der in der Mitte eine kuglige Anschwellung zeigt, diese Stelle wird umgeben von einer an der eigentlichen Basis des Haares befestigten Chitinglocke. In den hohlen Teil des Haares tritt eine oft deutlich sichtbare Fibrille ein (Fig. 8, 9) und die unter ihm liegenden Zellen zeichnen sich durch größere Kerne aus. Näheres konnte ich leider an meinem nur mit Alkohol konservierten Material nicht

ermitteln, besonders nicht über den weiteren Verbleib der Fibrille. Mir erscheint es ziemlich wahrscheinlich, daß es sich hier um ein Sinneshaar handelt, daß die Chitinglocke und der Zylinder zum Schutze des zentralen Teiles während des Erhärtungsprozesses

dienen — bei dem auch die Grenzhautdrüse ganz zugrunde zu gehen scheint bis auf die nierenförmige Öffnung — und daß bei Zerungen des Haares der Reiz der Nervenfibrille mitgeteilt wird. Die Bedeutung der kugligen Anschwellung im Innern der Glocke wäre dann aber noch unklar.

Die Lackschicht macht in ihrer ganzen Beschaffenheit und auch in ihrem Aufbau — wie es schon BIEDERMANN hervorhebt — einen ganz anderen Eindruck als das Chitin, wie wir es in der Hauptlage antreffen, wenn es auch gegen Säuren und Alkalien, wie es scheint, ebenso widerstandsfähig ist wie dieses. Bei WESTER (Taf. 11, Fig. 1), der die Arthropoden auf das Vorkommen von Chitin nach der komplizierten VAN WISSELINGH'schen Chitosanreaktion nachprüfte, zeigen die Schichten der Hauptlage deutlich die Violettfärbung, die das Vorhandensein von Chitin vor der Umwandlung in Chitosan anzeigt, die Lackschicht dagegen ist auch hier gelb gefärbt, besteht also offenbar nicht aus Chitin.

Welch komplizierte Ornamente die Lackschicht bisweilen aufweisen kann, möge diejenige des afrikanischen Scarabaeiden *Anachalcos (Chalconotus) cupreus* F. demonstrieren (Fig. 10). In allen Fällen scheint für sie das Sechseckrelief charakteristisch zu sein; selbst wenn man es an der einen oder anderen Stelle nicht deutlich sehen kann, tritt es an einer anderen um so klarer hervor, und zwar auch bei ganz glatten Formen wie etwa *Oryctes Pyrrhus* BURM.

Die Hauptlage (Fig. 4) (b—d).

Unmittelbar unter der Lackschicht liegt eine Lamelle, die ich wegen ihrer Konsistenz und Farbe die „lederartige Schicht“ (Fig. 4b) nennen will. Sie ist wie die vorhergehende ebenfalls meist braun pigmentiert, von sehr zäher Beschaffenheit und weist in der Längsrichtung der Decke verlaufende, bisweilen durch spitzwinklige Queranastomosen in Verbindung tretende schwache Erhöhungen auf, zwischen denen sich eine helle, bei der nächsten Schicht ausführlich zu besprechende Substanz befindet. Im ganzen macht diese Lage den Eindruck wie etwa die Rinde mancher Bäume oder noch besser, wie gewisse Arten Leder. Sie ist oft sehr schwer zu isolieren; und ich vermochte sie nicht in allen Fällen von den übrigen Schichten zu trennen. In der in Fig. 4b dargestellten typischen Ausbildung scheint sie sich hauptsächlich beim ♀ zu finden.

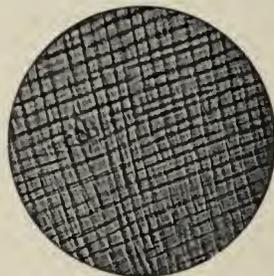
Jetzt folgen, wenn wir weiter ventrad gehen, diejenigen Elemente, die von BIEDERMANN und KAPZOV schon eingehend studiert und von letzterem „Balkenlagen“ genannt wurden. Sie sind es, welche

die bei Aufsicht auf eine Hirschkäferdecke charakteristische netzartige Streifung vortäuschen. Im Querschnitt sind sie auf Fig. 2a, in Aufsicht in Fig. 4 c, d, dargestellt. BIEDERMANN sagt im Handbuch der Physiologie p. 825 von der Hauptlage des Chitinskelettes, daß sie bestehe „aus durchsichtigen von der Seite her etwas flachgedrückten Stäben (Balken) oder dicken Fasern, die im allgemeinen parallel verlaufend und stellenweise miteinander anastomosierend ihrerseits wieder aus sehr feinen Fibrillen bestehen“ . . . Man erkennt, „daß jene Balken nur selten auf längere Strecken hin unverzweigt verlaufen, sondern sich stellenweise spalten oder durch kurze Anastomosen verbunden sind . . . Besonders bemerkenswert ist die Tatsache, daß sich die Richtung der Chitinfasern oder Balken in benachbarten Schichten in der Regel annähernd rechtwinklig kreuzt.“



Figur 11.

Lucanus cervus L. Eine Lamelle der äußeren Balkenlage. Zwischen den Balken die helle Zwischensubstanz. 700:1.



Figur 12.

Lucanus cervus turcicus Strm. 3 Lamellen der äußeren Balkenlage mit anastomosierenden Balken und Kreuzspalte. 350:1.

Der Autor nimmt also an, daß es sich hier um dicht nebeneinander liegende Balken handelt. Und in der Tat kann dieser Eindruck sowohl auf Schnitten als auch bei Anblick von oben leicht vorgetäuscht werden. Gelingt es aber eine einzelne Lamelle der Hauptlage zu isolieren, wie sie Fig. 11 zeigt, so zeigt sich klar und deutlich die wahre Natur dieser Gebilde. Es handelt sich um glashelle, nur in den obersten Lamellen bisweilen etwas gelbliche Platten, in denen, und zwar der ganzen Tiefe nach durchgehend deutlich-fibrilläre Chitinsubstanz mit einer stärker lichtbrechenden noch halb plasmatisch erscheinenden nichtfibrillären von unregelmäßiger Struktur abwechseln, und zwar sind die Balken etwa doppelt so breit wie die „Zwischensubstanz“, wie ich sie nennen will. Das Auffallende ist, daß diese keinerlei Farbstoffe annimmt; während sich

die Balken mit Jod, Hämatoxylin, Eosin usw. färben, bleibt die Zwischensubstanz von der Färbung stets ausgeschlossen; was noch mehr den Eindruck vortäuscht, als ob sich an ihrer Stelle ein Hohlraum befände. Die einzelnen Balken sind, wie ich BIEDERMANN gegen KAPZOV durchaus bestätigen kann, besonders in manchen Lagen deutlich aus feineren Fibrillen zusammengesetzt. Balkenanastomosen habe ich in diesen Schichten nur selten gefunden, dagegen scheinen sie die Regel bei *L. cervus turcicus* Strm. (Fig. 12) zu sein. Auf Querschnitten durch die Flügeldecke sah ich neben der lederartigen Schicht 8 Balkenlagen. Außerordentlich schwer war es aber bei Aufsicht, die Reihenfolge der verschiedenen verlaufenden Balkenlagen festzustellen, ich hoffe jedoch, daß die folgende Darstellung richtig ist. Zunächst ergab sich die wichtige Tatsache, daß je 4 Lagen enger zusammengehören. Die 4 oberen besitzen bei weiten breitere Zwischensubstanzzonen und die Balken anastomosieren kaum, die unteren dagegen zeigen ein häufiges Kommunizieren der Balken und weniger ausgebildete Zwischensubstanz oder anders ausgedrückt, sie machen weit mehr den Eindruck von homogenen Lamellen, in denen sich schlitzförmige mit der Zwischensubstanz gefüllte Aussparungen finden. Ich trenne infolgedessen eine „äußere Balkenlage“ (Fig. 4c) von einer „inneren Balkenlage“, jede besteht, wie gesagt aus 4 Schichten. Der Balkenverlauf der ersten Lage der äußeren Schicht bildet mit den in der Längsrichtung der Elytre verlaufenden Erhöhungen der lederartigen Schicht einen Winkel von ca. 80° und den gleichen mit dieser die auf sie folgende. Der Winkel zwischen ihr und der dritten beträgt ca. 60° (56°), während die letzte auf ihr wieder fast senkrecht steht. Die ersten Lamelle der inneren Balkenlage steht in dem Verlauf ihrer Balken zu der letzten der äußeren wieder in einem Winkel von etwa 60° . Die beiden nächsten weichen nur um einen sehr spitzen Winkel von deren Faserverlauf ab, während die unterste, sehr dünne Lage auf der vorletzten senkrecht steht. Auf der Fig. 4d sind ein höher und ein tiefer liegendes fast miteinander paralleles Balkensystem und links unten (durch einen Pfeil markiert) ein dazu im spitzen Winkel stehendes zu sehen, ferner die abschließende Querlamelle. Es erhebt sich nun die Frage nach der Ursache dieses komplizierten Baues. Die Aussparungen dienen wohl der Materialersparnis, weshalb ist aber der Wechsel im Balkenverlauf notwendig? Verließen alle Chitinstäbe in den einzelnen Lamellen in derselben Richtung, so würden auch jedesmal die Zwischensubstanzstreifen aufeinandertreffen und in der Weise Stellen von geringer Widerstandskraft

geschaffen werden. Durch den Wechsel der Winkel wird diese Gefahr in glücklichster Weise vermieden. In der unteren Balkenlage, die nur geringere Aussparungen aufweist, ist die Winkeländerung kaum noch nötig, nur die letzte abschließende Lamelle steht daher senkrecht auf der vorhergehenden. Die Kreuzung der Fibrillen in aufeinanderfolgenden Schichten findet sich nun aber auch, wie wir noch sehen werden, in fast homogenem Chitin; die eigentliche primäre Ursache dieser Erscheinung ist also noch dunkel. Es muß hier noch erwähnt werden, daß die einzelnen Lamellen, wenn sie an einer Säule herabsteigen, ihre charakteristische Struktur verlieren und dünne homogene Häutchen darstellen, die ventrad jenseits der inneren Balkenlage, alle ineinander übergehen (Fig. 2 a). BIEDERMANN konstatierte dagegen bei *Cybister Owas*, daß die Balkenlagen an den Säulen ihre charakteristische Struktur beibehielten. KAPZOV beschreibt dorsoventrale, zwischen den einzelnen Balken verlaufende Fasern, die er Zwischengerüst nennt und auf Taf. XV Fig. 18 abbildet. Ich habe diese Gebilde nicht auffinden können, anscheinend handelt es sich um Mißdeutung der Zwischensubstanz.

Somit hätten wir dann alle diejenigen Gebilde besprochen, die auf vorerst noch ziemlich rätselhafter Weise aus der einen Reihe dorsalen Epidermiszellen hervorgehen. Ich hoffe später auch über die Entstehung der hier behandelten Elemente Auskunft geben zu können.

Zur Besprechung bleibt uns nun nur noch die untere Platte der Elytre,

die Dornenschicht (Fig. 4e).

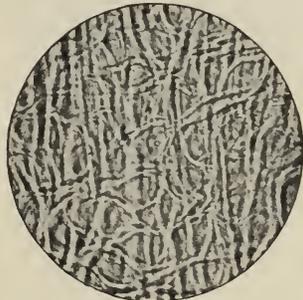
Sie liegt, wie Fig. 2a zeigt, der unteren Balkenlage nicht direkt an, sondern ist nur durch die Säulen mit ihr verbunden, so daß sie auch bei Mazeration sich zuerst abhebt. Sie besteht aus mehreren sehr feinen Chitinlamellen, deren unterste kleine Dörnchen trägt; in ihrer Anordnung zeigen sie bisweilen Wirbelbildung (Fig. 4e). Interessant ist, daß diese Gebilde mit den entsprechenden der häutigen Flügel korrespondieren. Sind an der Elytre Spinulae vorhanden, trägt auch die Ala solche, runden sie sich zu perl-förmigen Gebilden ab, so besitzt der Flügel auch solche, wie ich es für *Melasoma vigintipunctatum* Scop. gezeigt habe (c, p. 190). An diesen Dornen läßt sich, wie hier nebenbei bemerkt sei, der Chitinierungsprozeß sehr gut verfolgen. Ohne die theoretische Wichtigkeit des Vorganges zu kennen, berichtet schon KRÜGER über die Bildung der Spinulae folgendes (p. 33): „Ich beobachtete ihre Bildung bei *Lema asparagi* im Anfang des Puppenstadiums.

Die Zellen des Hinterflügels zeigen alsdann kurze spitze Fortsätze über die Oberfläche der Flügeldecke, an der vorerst eine Chitinausscheidung nicht wahrzunehmen ist, hervorragend. Sie sitzen wie Kegel oder Flammen den Zellen auf und bestehen anfänglich nur aus Protoplasma. Auf ihnen scheidet sich dann nach und nach Chitin aus, und zwar im selben Verhältnis wie das Plasma schwindet¹⁾. Der fertige Stachel besteht nur aus Chitin.“ Ein ähnliches Entstehen einer Spitzencuticula durch direkte Umwandlung von Plasma habe ich bei Raupen festgestellt (a, p. 191, Fig. 4).

Lackschicht und Balkenlagen finden sich nun in ganz ähnlicher Ausbildung auch in allen übrigen festeren Teilen des Panzers, in den Beinen, dem Kopf- und Halsschild, den Mandibeln des ♂ usw. und auch in den Bauchsterniten, nur sind oft wie etwa in der Kopfplatte die einzelnen Schichten in größerer Anzahl vorhanden. Eine besonders interessante Bildung weisen die inneren Schichten des Thorax auf. Hier zeigt sich nämlich eine deutlich geflechtartige Anordnung des Chitins (Fig. 13). Wie man aber an ein- und derselben Lamelle konstatieren kann, die an den Rändern noch typische Balkenkonstruktion aufweist und allmählich in die eben besprochene übergeht, entsteht die neue Bildung, die ganz auffallend an gewisse bindegewebige Fasern erinnert, dadurch, daß die Balken stärker miteinander anastomosieren und die Zwischensubstanz ganz schwindet.

Die für die Hauptlage charakteristische Zwischensubstanz ist auch da vorhanden, wo man sie wegen ihrer Feinheit als solche nur erkennen kann, wenn man sie vorher in typischer Ausbildung gesehen hat. So kann man sie z. B. in den inneren, sehr feinen Lamellen der Decke von *Melasoma vigintipunctatum* Scop. (Fig. 14) und *populi* L. durch Färbung der Balken mit Eosin sehr gut zur Darstellung bringen. Der Faserverlauf ist zwar in den einzelnen Lagen ebenfalls verschieden, aber bei weitem unregelmäßiger als beim Hirschkäfer und verläuft mehr in gebogenen Linien.

In dem Augenblick, wo die Zwischensubstanz in den einzelnen Chitinplättchen nicht mehr kontinuierlich in einer Richtung ver-



Figur 13.

Lucanus cervus L. Geflechtartige Anordnung des Chitins in den ventralen Schichten des Halsschildes. 350:1.

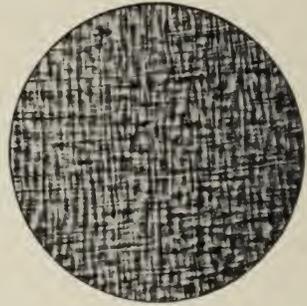
¹⁾ Von mir gesperrt.

läuft, sondern ganz unregelmäßig bald hier bald da auftritt, wie wir es schon bei der inneren Balkenlage von *Lucanus* angedeutet sehen, geht natürlich die Balkennatur der Schichten, und damit auch deren äußeres Kennzeichen, die Kreuzstreifigkeit der Decke



Figur 14.

Melasoma XX punctatum costellum Mars.
Flügeldecke in Aufsicht mit den sehr feinen
Balkenlagen. 350:1.



Figur 15.

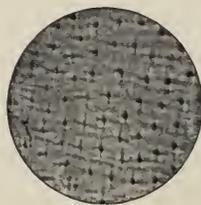
Xyloryctes satyrus F. Hauptlage der Flügel-
decken mit unregelmäßigen Aussparungen.
350:1.

bei Aufsicht verloren. Einen weiteren Schritt auf diesem Wege macht die Hauptlage von *Xyloryctes satyrus* F. (s. Fig. 15). Bei unserem Nashornkäfer endlich und vielen anderen Arten führt die Reduktion der Zwischensubstanz zur Bildung der sogenannten

„Kreuzporen“. Hier sind in den Lamellen nur ganz kurze, strichförmige Stellen mit dieser Masse ausgefüllt. Der Winkelwechsel in dem Fibrillenverlauf der Lamellen ist ebenfalls vorhanden, es deckt sich hier aber immer die Zwischensubstanz, auf diese Weise entsteht das, was die Autoren als „Kreuzporen“



a



b

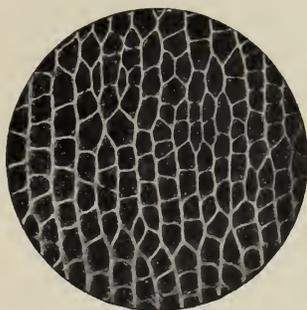
Figur 16.

Bradysternus viridis Guérin. Links 1, rechts 2 Lagen
aus der Mitte der Flügeldecke; zeigt deutlich die
Natur der Kreuzspalten als ausgesparte Stellen. 350:1.

beschrieben haben, Gebilde, die auch einzeln in den typischen Balkenlagen des Hirschkäfers vorkommen (s. Fig. 12). Ich betone aber ausdrücklich, daß es sich hier nicht um Öffnungen im Chitin handelt, wie man bisher annahm (s. Fig. 16). Man bezeichnet sie daher besser als „Kreuzspalten“. Erwähnt sei noch, daß in der inneren Balkenlage von *Lucanus* die hier rundlich ovalen Aussparungen, die zur Bildung der Kreuzspalten Veranlassung geben,

in einen Chitinrahmen eingespannt sind (s. Fig. 13 a), und daß ihr zentraler Teil aus einer mit Jod stärker färbbaren Substanz besteht.

Der Gedanke liegt sehr nahe, daß dieses verschiedenartige Auftreten der Zwischensubstanz auf mechanische Ursache zurückzuführen sei. Dem scheint aber nicht so zu sein. Wenn auch im allgemeinen gesagt werden kann, daß die betreffenden Teile im ganzen möglichst fest gebaut sind, so wird sich wohl kaum die Zweckmäßigkeit im Bau jeder einzelnen Lamelle nachweisen lassen, warum hier gerade soviel Schichten, da mehr oder weniger vorhanden sind, warum bei in Habitus, Größe und Lebensweise ähnlichen Tieren, bei denen auch die Lackschicht übereinstimmend gebildet ist, der eine Balkenlagen, der andere Lamellen mit Kreuzspalten aufweist (wie etwa bei Hirsch- und Nashornkäfern). Andererseits zeigen wieder Käfer mit ganz verschiedener Inanspruchnahme der Flügeldecken dieselben Strukturen. *Cetonia aurata* L. fliegt bei geschlossenen Decken, *Oryctes nasicornis* L. benutzt sie zum Fliegen, und beide weisen in der Hauptsache denselben Deckenbau auf.

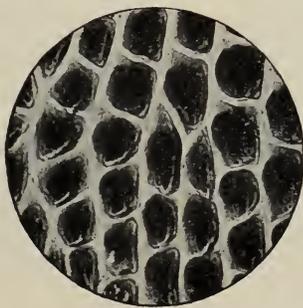


Figur 17.

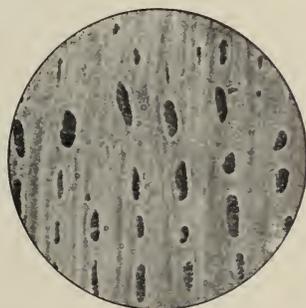
Sphinx ligustri L. Intersegmental-
haut der Puppe mit Hohlrohren-
system. 125:1.



a



b



c

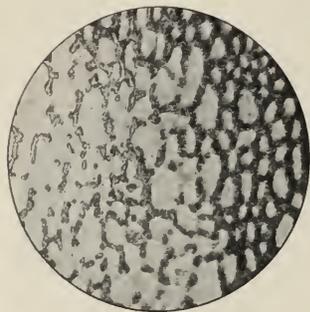
Figur 18.

Wie Figur 17. a Lackschicht von oben, b von unten, c unterliegende Chitinlamelle mit Aussparungen. 350:1.

Endlich kommen auch bei systematisch nahestehenden Formen die verschiedenartigsten Bildungen vor. Unter den Ruteliden, einer Familie der Lamellicornier, besitzt z. B. *Chrycina macropus* FRANCILLON Balkenlagen, *Bradysternus viridis* GUÉRIN Kreuzspalten-

lagen und *Adoretus vestitus* BOH. hat homogene Platten, in denen nur eine schwach fibrilläre Struktur nachzuweisen ist.

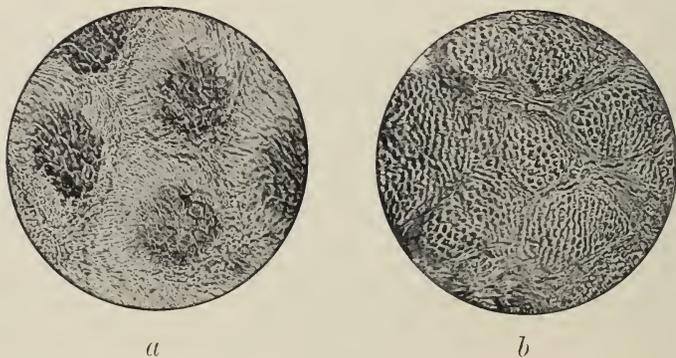
Eine sechseckige Felderung im Chitin, wie normalerweise in der Lackschicht, fand BIEDERMANN bei *Anachalcos (Chalconotus) cupreus* F. (SCARAB.). Ich kann diese Angaben bestätigen mit der Einschränkung, daß auch hier die untersten Lagen fibrillär gebaut sind.



Figur 19.

Papilio podalirius L. Intersegmental-
talhaut der Puppe nach dem
Schlüpfen; in den Hohl-
röhren
Luft. 125:1.

Während wir also für die Lackschicht als typisch eine sechseckige Felderung, entsprechend der Form der Bildungszellen konstatieren konnten, zeigt das Chitin eine solche nur ausnahmsweise. Dieses stellt vielmehr Platten mit einem mehr oder weniger deutlichen fibrillären Bau dar, in dem sich verschiedenartige Aussparungen, die mit einer nichtfibrillären, weniger differenzierten Zwischensubstanz angefüllt sind, finden. Der Fibrillenverlauf ändert sich mehr oder weniger in aufeinanderfolgenden Schichten.



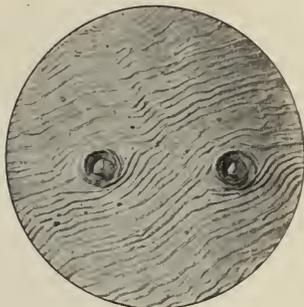
Figur 20.

a. Cuticula des Kopfschildes der Larve von *Hydrophilus piceus* L. b. Cuticula des Cephalothorax von *Argiope Coquerelli* Vinson. Jedes sechseckige Kästchen entspricht einem ansetzenden Muskelbündel. 350:1.

Ich will hier noch auf einige besonders charakteristische Strukturen hinweisen. Die Intersegmentalhaut der Lepidopterenpuppen weist eine sehr merkwürdige Bildung auf (Fig. 17, 18 a). Auf der Lackschicht findet sich nämlich ein zierliches Netzwerk

von hell gefärbten, im Leben mit einer Flüssigkeit gefüllten Hohlröhren, die zwischen denselben gelegene Partie springt ventral pfugscharähnlich vor (Fig. 18 b). Unter ihr liegt eine ziemlich dünne Chitinlamelle, die mit körnlicher, bräunlicher Masse gefüllte Aussparungen aufweist (Fig. 18 c). Diese Strukturen sind bei den verschiedenen Arten ziemlich übereinstimmend. Nach dem Schlüpfen des Falters dringt Luft in die Kanäle ein (Fig. 19), weswegen die Intersegmentalhäute der Exuvien gewöhnlich weißlich erscheinen. Die physiologische Bedeutung dieser Bildungen müßte erst noch ermittelt werden, vielleicht haben sie etwas mit der Atmung zu tun.

Charakteristisch für den Kopf vieler Insektenlarven und den Cephalothorax mancher Spinnen sind Komplexe, mit einem stark hervortretenden Sechseckrelief in einer faserigen Grundmasse. Wie man sich leicht überzeugen kann, entspricht jedes Kästchen einem ansetzenden Muskelbündel (Fig. 20 a, b). Endlich sei noch auf eine andere Form der Chitinlamellen, wie sie sich z. B. am Abdomen der Spinne *Argiope Coquerelli* VINSON findet, hingewiesen. Hier ist das Chitin offenbar zur Versteifung in wellige Falten gelegt (Fig. 21).



Figur 21.

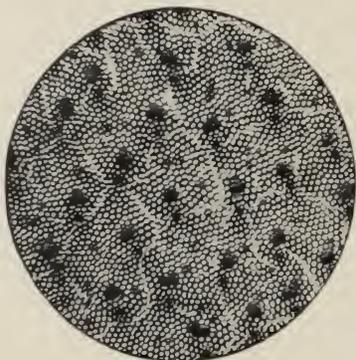
Argiope Coquerelli VINSON. Abdomen. Verstärkung der Chitinlamellen durch Faltung. 350:1.

Das Sekretrelief der Cicindelen und anderer Coleopteren.

Bei meinen Untersuchungen über die Käferflügeldecken, die ich auf die Vertreter der verschiedensten Familien ausdehnte, machte ich die merkwürdige Entdeckung, daß bei vielen Elytren mit besonders ausgeprägter Oberflächenskulptur sich diese in verdünnter Kalilauge im Thermostaten völlig auflöste. Dies führte zur Auffindung des dritten Typus des Deckenbaues, der direkt von den beiden ersten abzuleiten ist, in dem nämlich an Stelle der Grenzlamelle ein mächtiges etwa $\frac{1}{3}$ der ganzen Decke ausmachendes „Sekretrelief“ getreten ist. Tritt dieses bei einer Decke des Typus II wie etwa bei der Rutelide *Chrysina macropus* Fr. auf, so fehlt die Lackschicht. Besonders typisch ist es bei den Cicindeliden ausgeprägt, ich will daher die betreffenden Verhältnisse bei unserer gemeinen *Cicindela hybrida* L. besprechen.

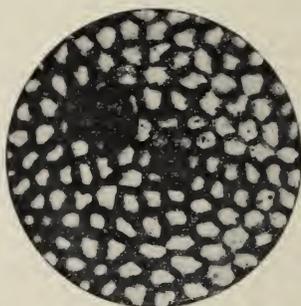
Was die Decke von *Cicindela* gegenüber etwa der von *Melasma* charakterisiert, ist einerseits die stärkere Entwicklung des

Chitins und andererseits besonders das Auftreten des neuen Elementes, einer Reliefskulptur, die der Hauptsache nach aus erhabenen Leisten besteht, die nicht ganz regelmäßige sechseckige, oben offene Kästchen bilden; daneben kommen noch buckelförmige Erhebungen vor (Fig. 22 u. 27). Zwischen dorsaler und ventraler Lamelle ist es zur starken Chitinentwicklung gekommen, so daß nur ganz kleine Hohlräume zwischen ihnen übrig bleiben, die an vielen Stellen auch völlig schwinden können. Von der oberen Platte gehen



Figur 22.

Cicindela hybrida maritima Latr. ♂.
Sekretrelief der Flügeldecke. 60:1.



Figur 23.

Cicindela hybrida L. Ein Skulptursystem
der Decke. 350:1.

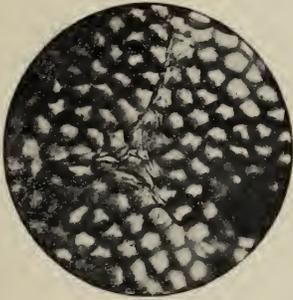
auch hier die Columnae ab, und zwar von seichten, den Patinae entsprechenden Einsenkungen, die aber bei Aufsicht von oben kaum in Erscheinung treten, da über sie noch das Kästchenrelief hinwegzieht.

Zwei Elemente der Skulptur sind von besonderer Wichtigkeit:

1. je nach der Spezies mehr buckel- oder schuppenförmige Erhebungen, für die ich den Namen „Cyrtoine“ (von κυρτομα der Schildbuckel) in Vorschlag bringe;
2. die den Patinae entsprechenden Stellen der Decke, von wo aus die hier ziemlich starken Columnae zur unteren Lamelle ziehen. In der Breite der primären Columna (an die sich später nach und nach neue Chitinlagen anlegten) fehlen die Kästchen. Diese Stelle will ich als den „Kurvenanfangspunkt“ bezeichnen, da von hier aus die Sechsecke in kreis-spiraliger Anordnung ausgehen.

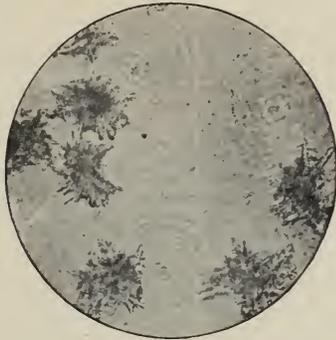
Cyrtoine, Kurvenanfangspunkt und die von diesen ausgehende Spirale von Sechsecken stellen ein „Skulptursystem“ dar (Fig. 23). Über die Elytren verlaufen meist noch eine große Anzahl hellerer Linien, die ich „Nahtlinien“ nennen will (Fig. 22). Bei stärkeren

Vergrößerungen konstatiert man, daß es an den betreffenden Stellen beim Aufeinanderstoßen zweier Sechseckreihen nicht zur Bildung einheitlicher normaler Leisten gekommen ist, sondern daß die skulpturbildende Masse in einigen unregelmäßigen fädigen Strängen liegt, etwa so, als wenn Fäden einer zähflüssigen Substanz auf der Decke haften geblieben wären (Fig. 24). Die Nahtlinien stellen nicht die Grenzen verschiedener Skulptursysteme dar, wie man vermuten könnte, sondern verlaufen ganz unregelmäßig. Über ihre Bedeutung und die Ursache ihres Entstehens habe ich bis jetzt



Figur 24.

Cicindela hybrida maritima Latr. ♂.
„Nahtlinien.“ 350 : 1.



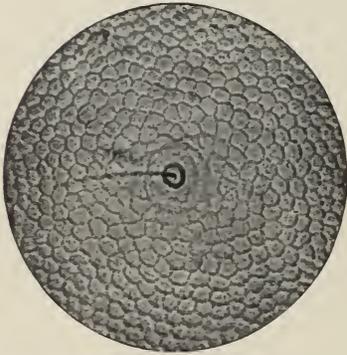
Figur 25.

Cicindela hybrida maritima Ltr. Flügeldecke
nach Behandlung mit HKO. 150 : 1.

genaueres nichts ermitteln können. Wie es scheint, treten sie bei den ♂♂ deutlicher hervor. Die weißen Stellen der Decken weisen dieselbe Skulptur auf wie die pigmentierten, nur fehlen ständig die Cyrtome, wie schon LENG richtig erkannte.

Stellt man eine *Cicindeladecke* in verdünnter Kalilauge etwa 8 Tage lang auf den Thermostaten, so geht mit ihr eine merkwürdige Veränderung vor. Sie entfärbt sich ganz, jedoch sind die weißen Stellen von den ehemals braunen noch deutlich abgesetzt. Die gesamte Reliefskulptur löst sich in Kalilauge, sie besteht also nicht aus Chitin. Betrachtet man jetzt eine Elytre, so sind Cyrtome und Sechsecke völlig geschwunden, dafür treten aber die sehr dicht stehenden großen Patinae deutlich hervor. In einigen Fällen zeigen sich außerdem farblose Kristalldrüsen, die möglicherweise einen aus der Verbindung von HKO mit dem skulpturbildenden Stoff hervorgegangene Verbindung angehören (Fig. 25). Von den Anhangsgebilden der unteren Lamelle sieht man infolge der Dicke der Decke bei Aufsicht nichts. Um die Entstehung des Reliefs eingehend zu studieren, müßte man den

„Erhärtungsprozeß“ der Decken nach dem Verlassen der Puppe studieren. Größeres Material hierzu stand mir nicht zur Verfügung, doch konnte ich dank dem Entgegenkommen von Herrn Dr. KUNTZEN vom Mus. für Naturk. 2 frisch geschlüpfte, unausgefärbte Tiere, eine *Cicindela hybrida* L. und eine *C. silvatica* L. untersuchen. Es ergab sich, daß bei ihnen von einer Reliefskulptur noch nicht geredet werden kann, es findet sich nur eine dünne Chitinlage, die offenbar als Abklatsch der unterliegenden Epidermiszellen sechseckig gefeldert ist, von Cyrtomen ist noch nichts zu sehen (Fig. 26). Will man einen weiteren Einblick in den Aufbau der Skulptur gewinnen, so empfiehlt es sich, die fertigen Flügeldecken etwa 2 Tage lang der Einwirkung von Kalilauge auszusetzen. Das



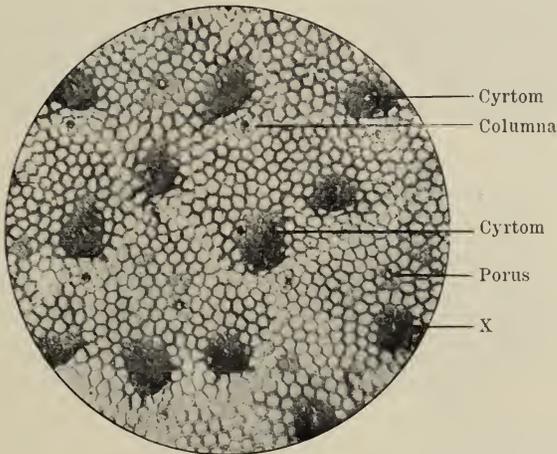
Figur 26.

Cicindela silvatica L. Frisch geschlüpf-
ter Käfer. Decke in Aufsicht. 150:1.

Relief wird dadurch nicht völlig zerstört, sondern nur die oberflächlichen Schichten etwas abgetragen, wobei aber die charakteristischen Bestandteile durchaus erhalten bleiben (Fig. 27). Es zeigt sich dann, daß an der Basis der Cyrtome je 4 bis 5 feine Poren liegen, durch die offenbar das skulptur-erzeugende Sekret herausfließt und sich auf den chitinig vorgebildeten Sechseckkanten ausbreitet. Nach dem Sekret-erguß staut sich anscheinend die Masse an den Poren und bildet über der auch dort vorhandenen Sechseckskulptur (Fig. 27x) eine höckerförmige Er-

höhung, das Cyrtom (*cyrt.*). Deutlich treten an so behandelten Decken die an pigmentierten Stellen derselben ebenfalls und zwar sehr dunkel gefärbten Columnae als schwarze Kreise in die Erscheinung (*col.*). Ferner finden sich auf den Flügeldecken unregelmäßig zerstreut kleine Poren (Fig. 33 *por.*), die gewöhnlich von 4 Sechsecken umstellt sind, in denen wohl in frischem Zustande ein Haar stand, wie bei der noch unausgefärbten Decke auf Fig. 26 zu sehen ist. Bei den im Freien gefangenen Tieren fand ich Haare nur noch in den großen Randporen. Sie sind bedeutend größer als die eben besprochenen und mit einem wulstigen Chitinrand versehen (Fig. 28). In ihnen steht ebenfalls ein einfaches aufrechtes Haar, das aber bei alten Tieren gewöhnlich abgebrochen ist. Diese Elemente stehen längs der Naht in einer unregelmäßigen Reihe, die an der Basis der Decke sich mit etwa 3—4 Poren hakenförmig nach

innen oder außen umschlägt, ein weiterer Komplex von ihnen gegen den Außenrand hin aus 2—3 der Naht parallelen Reihen aus etwa je 2—5 Poren bestehend; und endlich zieht eine Reihe von ihnen sich dicht am Außenrand entlang. Ihre Zahl und Anordnung ist aber fast bei jedem Exemplare verschieden. Die gerandeten Poren treten immer in Begleitung eines Cyrtomes auf und stehen etwa so wie ein Kurvenanfangspunkt zum Cyrtom (Fig. 28). An den nichtpigmentierten Stellen der Decke fehlen sie ebenso wie die Ciese. Schiebt sich einmal weiße



Figur 27.

Cicindela hybrida maritima Latr. Sekretrelief etwas mit HKO behandelt. 160:1.

Zeichnung in die Porenlinie an der Naht und müßte dem Abstand nach an der betreffenden Stelle ein Porus stehen, so fällt dieser aus; oder aber — wie es z. B. an der Apikallunula von *Cic. campestris* L. öfter der Fall ist — die Grundfarbe schießt einen lappenförmigen Fortsatz in die weiße Mondbinde, der auch völlig abgeschnürt in dem Weiß liegen kann und in ihm steht dann der „Borstenspunkt“ der Systematiker (Fig. 29, 30). Wie schon oben erwähnt, ist die Entwicklung des Chitins zwischen den beiden Deckenlamellen eine sehr mächtige, der größte Teil der Elytren ist ganz massiv geworden. Die primären Columnae sind meist noch deutlich zu erkennen, in ihrem Bereich gehen die einzelnen Chitinschichten bogenförmig um sie herum. Die Grenzen der ursprünglichen dorsalen und ventralen Lamellen sind gegenüber dem sekundären Füllchitin kaum noch festzustellen. An der Ventralseite der Decke finden sich verhältnismäßig kleine Chitindornen, die schräg

gegen die Deckennaht gerichtet sind (Spinulae). Nur an der Schulterbeule treten die (für *Melasoma XX-punctatum* für die ganzen Elytren charakteristischen) Perlae auf, die allmählich gegen den Apex und den Suturalrand hin in die Spinulae übergehen. Ganz



Figur 28.

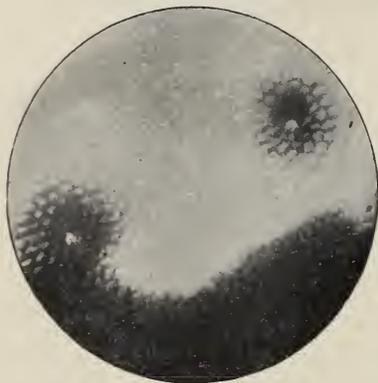
Cicindela hybrida riparia Latr. Randporus
der Decke. 340 : 1.



Figur 29.

Cicindela campestris pontica Motsch.
Vorsprung des braunen Flügelteils mit Porus
in die weiße Apikallunula. 125 : 1.

besonders wichtig ist der Umstand, daß die farblosen und die pigmentierten Teile der Elytren einen abweichenden Bau zeigen, trotzdem sie nicht scharf voneinander getrennt sind, sondern all-



Figur 30.

Cicindela campestris aus Lussin.
Wie Figur 29.

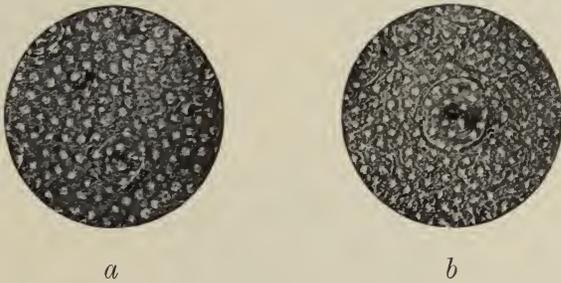
mählich mit gebuchteten unregelmäßigen Begrenzungen ineinander übergehen. An den weißen Stellen sind auf Schnitten die Columnae noch deutlich als solche zu erkennen und das Füllechitin liegt in sehr gleichmäßigen feinen Schichten, im übrigen Teil der Elytren dagegen sind die Säulen sehr unscharf abgesetzt und die Lagen des Zwischenchitins weit unregelmäßiger. Wie schon KRÜGER (p. 30) hervorhebt, sind an dieser Stelle als Zeichen für ihre Herkunft von der oberen Lamelle auch die primären Columnae pigmentiert.

(„Der axiale Teil ist als ursprünglich äußerer Teil ebenfalls wie die oberste Schicht des Flügelchitins pigmentiert.“)

Nach den Untersuchungen GORTNERS (p. 754) entsteht bei den Coleopteren das schwarze Pigment infolge der Oxydation eines Chromogens durch ein Enzym, die Tyrosinase. Diese ist überall

in der Hämolymphe vorhanden, während das Chromogen an bestimmten Stellen lokalisiert ist. Nach dem eben Mitgeteilten muß die Abscheidung des Chromogens für die schwarzen Zeichnungselemente der Elytren schon recht zeitig in der Puppe geschehen, bevor die beiden Deckenlamellen in Verbindung getreten sind, da sonst die Columnae, die im Bereich pigmentierter Stellen liegen, nicht durch ihre Schwarzfärbung die Herkunft von der oberen dorsalen Flügelplatte dokumentieren könnten. Allem Anschein nach entspricht das Pigment der Cicindelen mehr dem der Käfer, die wie etwa *Melasoma* auf hellem Grunde schwarze Zeichnung zeigen, und ist ganz verschieden von dem des Hirschkäfers und ähnlicher Formen.

Oben war schon erwähnt worden, daß sich die Strukturen der Balkenlagen bei *L. cervus typ.* und *L. cervus turcicus* unterscheiden,

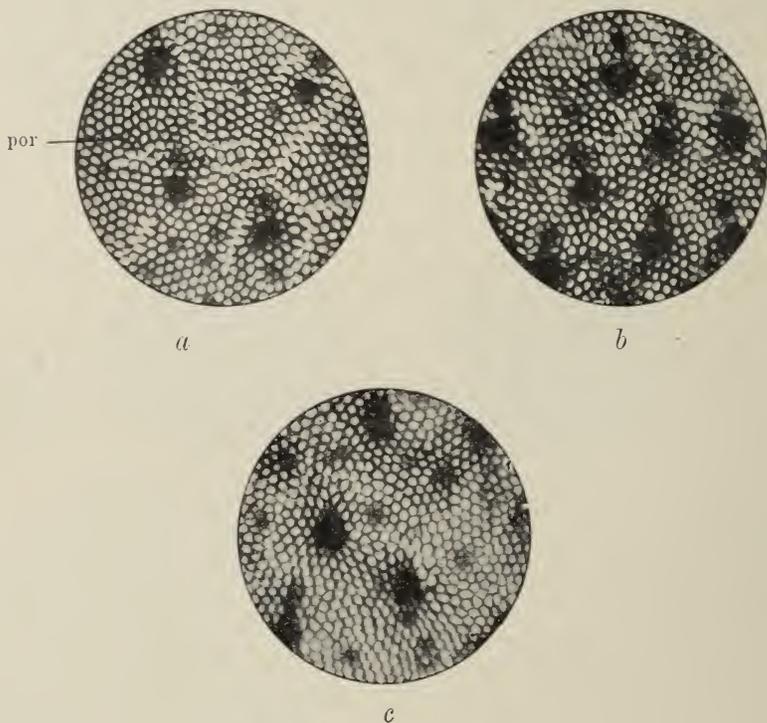


Figur 31.

Melasoma XX punctatum Scop. Aufsicht auf die Decke. *a typ.* *b* Subspezies *costellum* Mars.
160:1.

ebenso sind die *Spinulae* bei der asiatischen Form viel feiner als bei deutschen Tieren. Ferner hatte ich früher gezeigt (*b* p. 146), daß bei Aufsicht betrachtet die absolute Größe von Patinae und Perlae und ihr Größenverhältnis zueinander bei *Mel. XX-punctatum* ein gutes Unterscheidungsmerkmal für die europäische und die japanische, sonst schwer auseinanderzuhaltenden Unterarten (Fig. 31 *a b*) ist. Es war zu erwarten, daß bei Arten, die eine so komplizierte Oberflächenskulptur haben wie die Angehörigen der Gattung *Cicindela*, Lokalitätsunterschiede noch deutlicher in die Erscheinung treten würden. Diese Vermutung hat sich im vollsten Umfange bestätigt; und zwar sind besonders Cyrtom und Kurvenanfangspunkt für die geographische Rassenforschung der Cicindelen von Bedeutung. Ich will dies an einem Beispiel demonstrieren. Gleich hervorgehoben muß werden, daß die Cyrtome in betreff ihrer Größe und

Form besonders bei schwachen Vergrößerungen oft zu Täuschungen Anlaß geben, je nach dem Gesichtswinkel, unter dem man sie betrachtet (vgl. auch die Photogr.). Daher sind diese Eigenschaften für unsere Zwecke wenig brauchbar, sie scheinen auch nicht sehr beträchtliche Verschiedenheiten aufzuweisen. Als wichtig ist vielmehr ihre Anzahl und die Entfernung der Cyrtome vom Kurvenanfangspunkt, gemessen durch die Zahl der zwischen beiden liegenden Kästchenreihen. Diese Angabe läßt sich mit absoluter



Figur 32.

Cicindela hybrida L. Das Sekretrelief auf den Flügeldecken dreier Rassen. *a hybrida typ.*, *b hybrida maritima*, *c hybrida riparia*. 100:1.

Genauigkeit gewöhnlich nicht machen, da die schräg stehende Schuppe immer einige Reihen verdeckt. Wir sind also auf die Zählung der bei direkter Aufsicht von oben sichtbaren angewiesen.

Für die 3 Rassen unseres braunen Sandläufers *Cicindela hybrida hybrida* L. (untersuchte Tiere aus Finkenkrug b. Spandau), *C. hybr. maritima* LATR. (aus Steegen, Westpr.) und *C. hybr. riparia* (aus Mendel, Tirol) ergab sich folgendes (Fig. 32): *Riparia* besitzt das stärkste, *maritima* das hinfälligste Chitin (cfr. auch v. Lengerken

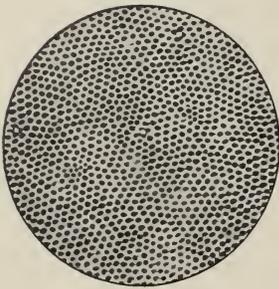
p. 23), *hybrida* steht in der Mitte. In der Anzahl der Cyrtome verhält sich *C. hybr. hybrida*: *hybr. maritima*: *hybr. riparia* etwa wie 1:1,6:1. Die von *riparia* sind mehr schuppenförmig, die von *maritima* höckerartig, während die *hybrida*-Cyrtome etwa die Mitte zwischen beiden halten.

Zwischen Kurvenanfangspunkt und Cyrtom sind bei *hybr. hybrida* 2—3, bei *hybr. maritima* 1,5—2, bei *hybr. riparia* 3 oder mehr Sechseckreihen sichtbar. Im übrigen verweise ich auf die Photographie. Die durch die verschiedene Skulptur und Dicke des Chitins bedingten Unterschiede treten nun auch besonders bei Betrachtung der Decken im auffallenden Licht in die Erscheinung. Man begreift vollauf das Entzücken des alten DESCHAMPS, wenn man diese wundervollen gesättigten Farben und gegeneinander unvergleichlich schön abgetönten Ornamente, welche oft an alte Kirchenfenster, durch die die Sonne scheint, erinnern, zum ersten Male bei hellem Lichte unter dem Mikroskop zu sehen bekommt, und man wird nicht müde, sie immer von neuem anzuschauen. Die originellsten und wirksamsten Vorlagen für den Kunstgewerbler liegen hier offen zutage.

Es treten bei Aufsicht bei starker Beleuchtung (bei diffusem Licht sind die Farben etwas anders) infolge des durch ihre abweichende Chitinstruktur hervorgerufenen Farbeffektes die Patinae deutlich in die Erscheinung; gemäß dem über die Stärke der Elytren Gesagten sind sie bei *hybr. riparia* am größten. Relativ am wenigsten farbenprächtig ist die Decke von *C. hybr. riparia*. Die Patinae erscheinen braun, umringt von Grün, das allmählich zwischen den Patinae in Gelbgrün übergeht. Auf den Sechsecken liegen einige blaue Lichter. Die Cyrtome erscheinen gelbrot, gegen den Flügelrand hin mehr kupferrot. Bei *hybr. hybrida* sind dagegen die Patinae blau, bläulichgrün umringt. Die Zwischenräume zwischen ihnen gelblichgrün. An den kleinen Poren der Decke leuchten einige rote Lichter auf. Cyrtome goldfarben. *Hybr. maritima* endlich weist blaue grün umsäumte Patinae auf, die Zwischenräume sind kupferrot, die Cyrtome von einem leuchtenden tiefen Rot. — Ich gedenke später an einer weit verbreiteten Art, der *Cic. campestris*, die Bedeutung des Sekretreliefs für die Rassenforschung eingehender zu behandeln.

Bei der sehr primitiven, ganz unpigmentierten *Platychila pallida* F. findet sich ein nur sehr schwach entwickeltes gleichmäßiges Sechseckrelief, das aber die Patinae deutlich hindurchschimmern läßt. In der Decke liegen um die Säulen herum große Räume, die mit Luft angefüllt sind. In ausgedehntem Maße finden

wir diese Erscheinung zwischen den einzelnen Schichten der Flügeldecke bei der Rutelide *Areoda Leachi* Mc. LEAY und zwar offenbar auch beim lebenden Tier. OHAUS (p. 251) berichtet nämlich folgendes: „Das lebende Tier gewährt einen prachtvollen Anblick; milchweiß wie ein großer Opal glänzt es in kupfrigen, goldigen und erzgrünen Reflexen — die, wie man sich leicht überzeugen kann, ausschließlich durch die hier sehr dünne Lackschicht hervorgerufen werden (P. S.) — erst nach dem Tode tritt die schal gelbe Farbe mit überwiegend grünen Schiller auf.“ *Pseudochyla bipunctata* LATR. (Fig. 33) weist nur Sechsecke sowohl auf pigmentierten als auch unpigmentierten Stellen auf; *Phaeoxantha (Megacephala) Klugi* CHD. zeigt an den gelblichen und bräunlichen Teilen der Decke durchgängig Sechsecke und Cyrtome, während letztere an unpigmentierten Stellen in der Regel fehlen. Es scheint so, als ob bei den Cicindelen das Vorhandensein einer einfachen Sechseckskulptur und der Mangel an Pigmentierung das Ursprüngliche ist, abgesehen von so abgezweigten Formen wie *Mantica* und *Mantichora*, die kein Sekretrelief, sondern eine Lackschicht mit Dörnchen besitzen. Bei den Genera, die auch noch Cyrtome haben, stehen diese oft über den Columnae selbst und nicht neben ihnen; z. B. bei *Tetracha distinguenda*

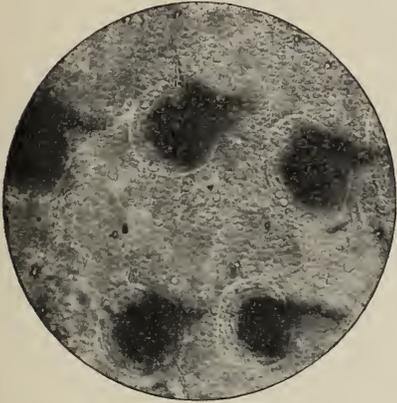


Figur 33.

Pseudochyla bipunctata. Sekretrelief der Elytre. 100:1.

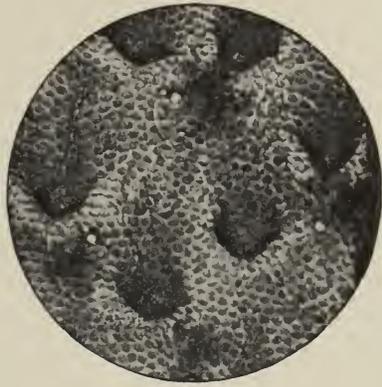
W. HORN, über dem Höcker liegt hier noch wie ein Augenlid ein brauner Längskiel (Fig. 34). Ähnlich, doch ohne letzteres Gebilde, ist die Skulptur von *Theretes labiatus* F., nur weist sie außer den normalen kleinen Sechsecken noch große Pentagone auf, die immer ein Cyrtom in sich einschließen. Die Decke von *Metriochila nigricollis* (RCHÉ.) zeigt neben dem Cyrtomen sehr deutlich die Öffnungen, aus denen wohl das Sekret herausfloß (Fig. 35) (an dieser Stelle noch innerhalb der Patinae findet sich dieser Porus gewöhnlich bei den Decken des Typus I); besonders interessant ist sie aus dem Grunde, weil sie den Übergang vermittelt zu dem ganz ähnlich gebauten Sekretrelief der Gattung *Carabus* (Fig. 36), während die Costae usw. dieses Genus nur sekundäre Auffaltungen darstellen, unter denen die auf der übrigen Decke dicht nebeneinanderstehenden Säulen fehlen. Dagegen besitzt *Calosoma sycophanta* L. keine Sekretlage, sondern eine ziemlich dicke braune Lackschicht, der auch die grüne Oberflächenfarbe zukommt. In einem Falle konnte ich sehr schön die

Bedeutung der Sekretschicht für das Zustandekommen der Elytrenfärbung konstatieren. Die brasilianische Rutelide, *Chrysinia macropus* FRANÇ., weist eine in HKO lösliche Reliefskulptur auf, die



Figur 34.

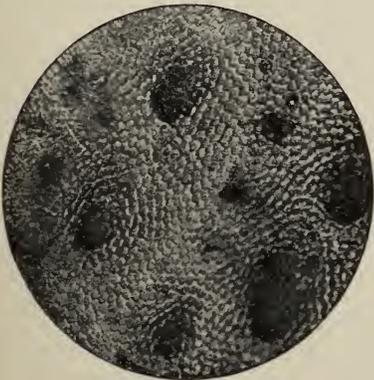
Tetracha distinguenda W. Horn. Sekretrelief der Elytre. 250:1.



Figur 35.

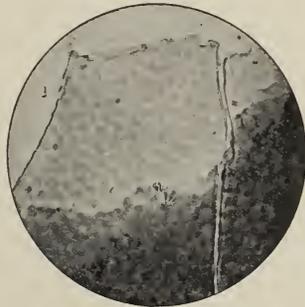
Metriochila nigricollis Rehe. Sekretrelief der Elytre. 250:1.

sich im Gegensatz zu der anderer Spezies in einzelne Blättchen zerspalten läßt, die alle ähnlich wie bei der Lackschicht jedes einzeln die Sechsecke aufweisen (Fig. 37). Die oberen sind gelblich,



Figur 36.

Carabus hortensis L. Sekretrelief der Elytre. 250:1.



Figur 37.

Chrysinia macropus Françillon. Sekretrelief der Elytre, Bruchstück. 350:1.

die unteren farblos. Unter der Sekretschicht folgt eine dunkelbraune Lederschicht. Die untersten unpigmentierten zuerst gebildeten Lagen sind trübweißlich und erscheinen isoliert, bei durchfallendem Licht betrachtet leicht bläulich, durch die darunter-

liegende braune Schicht wird dieses Blau verstärkt; die oberen gelben Sekretlagen verwandeln endlich dieses in das schöne helle Grün, das der Käfer aufweist. Schabt man vorsichtig die oberste Schicht ab, so kommt unter ihr die intensiv blaue Färbung zum Vorschein. Hiermit stimmt sehr gut die Beobachtung von OHAUS (p. 394) an einer anderen Rutelide *Macraspis pantochloris* BLANCH. überein, er sagt von ihr: „Beim frisch entwickelten Käfer glänzt alles spätere Grün violett oder blau, erst mit dem Dickerwerden und Erhärten des Chitinpanzers stellt sich die grüne Färbung ein.“

Einen ähnlichen Fall vom Zustandekommen von Grün durch Überlagerung von optischem Blau durch Pigmentgelb hat BIEDERMANN bei *Smaragdithes* beobachtet (b, p. 243). Ich will hier nicht auf das schwierige Kapitel der Oberflächenfarben bei den Käfern eingehen, soviel ist sicher, daß für ihr Zustandekommen faßt nie das Chitin, sondern nur die Außenlage verantwortlich zu machen ist; daß der Alveolarsaum dabei eine große Rolle spielt, wie BIEDERMANN annimmt, möchte ich bezweifeln.

Zum Schluß sei allen den Herren, die mich bereitwilligst mit Material unterstützt haben, besonders Herrn Prof. KOLBE und Herrn Dr. KUNTZEN vom Museum für Naturkunde, Herrn Dr. HORN vom Deutsch. Entom. Mus., sowie Herrn Dr. OHAUS und Herrn H. v. LENGERKEN auch an dieser Stelle mein herzlichster Dank ausgesprochen. Ich hoffe in einiger Zeit Näheres über die Entstehung der hier besprochenen Strukturen Mitteilung machen zu können, während von anderer Seite im Berl. Zool. Inst. das Chitin der übrigen Arthropoden untersucht wird.

Literaturverzeichnis.

- BEAUREGARD, H.: Recherches sur les Insectes vésicants. Journ. anat. et phys. 21, 1885.
- BIEDERMANN, W.: a) Geformte Sekrete. Z. f. allg. Physiol. 2, 1903.
 b) Die Schillerfarben bei Insecten und Vögeln. Denk. med. naturw. Ges. Jena 11, Festschr. f. E. Häckel 1904.
 c) in H. WINTERSTEIN, Lehrbuch der vgl. Physiologie. Bd. III, p. 814—887.
- BÜTSCHLI, O.: Untersuchungen über Strukturen. Leipzig 1898.
- DESCHAMPS, B.: Recherches microsc. sur l'organisation des Elytres des Coleopt. Ann. Sc. nat. Zool. 3 sér. 3, 1845.
- GORTNER, K. A.: The Origin of the Pigment and the Color Pattern in the Elytra of the Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say). American Naturalist 45, 1911.
- HOFBAUER, C.: Beiträge zur Kenntnis der Insektenflügel. Z. wiss. Zool. 54, 1892.

- KAPZOV, S.: Untersuch. über den feineren Bau der Cuticula bei Insekten. Z. wiss. Zool. 98, 1911.
- KORSCHULT, E.: Die Bildung der Eihüllen etc. bei den Insekten. Nova Acta Leop. Carol. 51, 1887.
- KRÜGER, E.: Über die Entwicklung der Flügel der Insekten mit bes. Berücksichtigung der Deckflügel der Käfer. Inaug.-Diss. Phil. Fak. Göttingen 1898.
- LENG, W. Ch.: Revision of the Cicindelidae of Boreal America. Trans. Am. Ent. Soc. 28, 1912.
- v. LENGERKEN, H.: *Cicindela hybrida* L. und *C. maritima* Latr. Berl. entom. Zeitschr. 57, 1912.
- OHAUS, FR.: Die Ruteliden meiner Sammelreisen in Südamerika. Deutsch. Ent. Zeitschr. 1908.
- SCHULZE, P.: a) Die Nackengabel der Papilionidenraupen. Zool. Jahrb. Anat. 32, 1911.
 b) Zur Variabilität von *Melasoma XX punctatum* Scop. Berl. entom. Zeitschr. 56, 1911.
 c) Die Flügelrudimente der Gattung *Carabus*. Zool. Anz. 40, 1912.
 d) Studien über tierische Körper der Carotingruppe. I. Sitz. Ges. nat. Freunde Berlin 1913. Heft 1.
- SLATER: On the presense of Tannin in certain Insekts and its influence on their colour. Transact. Ent. Soc. London 1887.
- TOWER, W. L.: The Origin and Development of the wings of Coleoptera. Zool. Jahrb. Anat. 27, 1902/03.
- WESTER, D. H.: Über die Verbreitung und Lokalisation der Chitins im Tierreich. Zool. Jahrb. Syst. 28, 1909/10.

Herr Prof. Dr. HÄPKE (Bremen):

Über das Weserwehr und seine Fischpässe.

Durch die Unterweserkorrektion von FRANZIUS ist das Flußbett der Weser jetzt auf 6 m vertieft, so daß transatlantische Schiffe in einer Tide nach den Häfen unserer Stadt gelangen. Damit würden aber die Ufergrundstücke und Außendeichsländereien trockengelegt, die nur durch einen Aufstau bis zu 5,5 m über N. N. ihre frühere Fruchtbarkeit behalten konnten. Der Bremische Staat hat daher mit einem Aufwande von mehr als zehn Millionen Mark in sechs Jahren die Wehranlage durch die Herren Baurat OELTJEN, Baumeister KÖLLE und Ingenieur PLATE erbauen lassen. Die vorgeführten Werkzeichnungen des Wehrs mit den Fischpässen hatte die Bauleitung gütigst zur Verfügung gestellt. Das Werk hat zwei

Öffnungen von je 54 m Weite, in die ein eiserner Kreissektor sich durch Wasserdruck heben oder sich in die unter dem Wehrkörper liegende Kammer senken läßt. Mittels der aufgestauten Wasserkraft werden jetzt 5 Turbinen betrieben, deren jede bis zu 750 PS. zu leisten vermag. Ihre Zahl kann später noch um 10 Stück vermehrt werden. Die Turbinen treiben Dynamos, welche die Stadt mit elektrischer Energie an Licht und Kraft versorgen.

Um die Nachteile des Wehrs von den Fischereiberechtigten abzuwenden und der Weser die Wanderfische zu erhalten, sind mit ca. 300 000 Mark Kosten 4 Fischpässe in das Wehr eingebaut: der Wildpaß, die Fischtreppe, die Fischschleuse und das Aalgerinne.

1. Der Wildpaß ist auf dem Vorlande am rechten Weserufer nach dem System des Belgiers DENIL angelegt. Er besteht aus 7 kreisförmigen Ruhebecken von 3 m Wassertiefe und ca. 100 qm Flächeninhalt. Sie sind miteinander verbunden, so daß jedes Becken das vorhergehende um 40 cm überragt. Der Paß dient sowohl dem Aufstieg von Lachs und Stör, als auch der kleinsten Aalbrut, die im Sommer an den feuchten Wänden oft sichtbar wird. Ein breiter Kanal führt die Fische vom obersten Becken ins Oberwasser. Nach Absperren des letzteren zeigten sich Brassen, Hechte und größere Aale, am Tage zuvor auch zwei Lachse in der Zuleitung.

2. Die Fischtreppe ist in dem mächtigen Pfeiler eingebaut, der das Wehr vom Turbinenhouse trennt. Sie hat 10 tiefe Kammern links und 6 rechts von je 5 m Länge und 4 m Breite, deren Scheidewände treppenartig emporsteigen und mit Schlupflöchern und Sperren versehen sind. Beim Besuch der Zoologischen Gesellschaft am 14. Mai nachmittags von 5¹/₂—6¹/₂ Uhr wurden in einer abgesperrten Kammer zahlreiche Fische verschiedener Art sichtbar.

3. Die Fischschleuse, eine Erfindung des Geh. Baurat RECKEN, liegt neben der Fischtreppe. Zwei kleine Elektromotoren öffnen und schließen periodisch die Schützen.

4. Das Aalgerinne liegt hinter dem Turbinenhouse und besteht aus einer 28 m langen eichenen Röhre von 40,2 cm Querschnitt, die rampenartig vom Unter- zum Oberwasser führt. Schon 1909 wurde hier bei Ebbe am Eingange Aalbrut (montée) in großer Menge beobachtet, die sich in den folgenden Jahren bei jedem Besuche steigerte. Als in dem trockenen Jahre 1911 in der Aalleiter eine Lücke klaffte, schlüpfte die Montée hindurch und be-

deckte den Boden auf mehreren Quadratmetern. Dieses beständige und massenhafte Aufsteigen der Aalbrut von 7,5 bis 8,5 cm Länge, das bis Anfang Oktober dauerte, ist in Deutschland bisher noch niemals beobachtet worden. 1912 wurden die ersten Steigaale am 27. April angetroffen, was sich genau am selben Datum dieses Jahres wiederholte. Am Schluß des Vortrags wurden 5 Präparate der Montée von verschiedener Herkunft vorgelegt sowie ein Exemplar des *Leptocephalus-Morisii* vom Conger.

Fünfte Sitzung.

Donnerstag, den 16. Mai, 9—12 $\frac{1}{2}$ Uhr.

Nachdem die Rechnungsrevisoren ihren Bericht erstattet haben, wird dem Schriftführer Entlastung erteilt.

Dann folgt die Beratung über die folgenden Anträge des Deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht:

- „1. Die Gesellschaft wolle beschließen, sich wie bisher auch für fünf weitere Jahre an den Beratungen des Deutschen Ausschusses durch Entsendung eines ständigen Vertreters zu beteiligen.
2. Die Gesellschaft wolle beschließen, wie bisher auch weiterhin die ihrem Vertreter aus der Teilnahme an den Sitzungen erwachsenden Kosten zu übernehmen.
3. Die Gesellschaft wolle beschließen — sofern das ihre finanzielle Lage gestattet —, einen festen Jahresbeitrag zu einem Fonds zu leisten, aus dem die dem Deutschen Ausschuss durch die Geschäftsführung, durch Druckkosten, Kommissionssitzungen usw. erwachsenden Kosten bestritten werden sollen.“

Nach kurzer Empfehlung durch den Schriftführer werden die Anträge angenommen und als fester Jahresbeitrag die Summe von 50 M. festgesetzt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Vierte Sitzung 143-197](#)