

## Zur Feinstruktur des acoelen Süßwasser-Turbellars

*Oligochoerus limnophilus* (AX und DÖRJES)

von

Jörg KLIMA

(Aus dem Institut für Elektronenmikroskopie der Universität Innsbruck; Kuratoren: Univ.-Prof. Dr. W. HEISSEL und Univ.-Prof. Dr. A. SCHINZEL)

**Synopsis:** One specimen of this unique acoelous freshwater turbellarian was embedded and sectioned. The epidermis is composed of distinct uninucleate cells. The fine structures of cilia and rootlets are described. At some places cilia are very rare on the surface of the epidermis. In the cytoplasm of these epidermal cells however the filaments of cilia are common.

The remaining tissues consist of single cells too, with the exception of some regions of the digesting parenchyma, where either a tissue of very large multinucleated cells or — more probably — a syncytium exists. In the outer parenchyma a system of large holes predominates. Each of the holes is bordered by dark parenchyma cells.

The muscle cells of *0.l.* are described. In the cytoplasm of the spermatozoon there are many small globular bodies (about 500 Å) with an electron dense inner shell. No microtubules could be found under the cell membrane and no central cylinder in the flagellum of the sperm cell, although these structures were thought to be characteristics of the spermatozoa of Plathelminthes.

Some implications of the new facts are discussed.

### Einleitung

Mit Hilfe des Lichtmikroskopes war es nicht möglich, die Frage des feineren Baues der acoelen Turbellarien aufzuklären. Trotzdem nun das Elektronenmikroskop zur Verfügung steht, liegen meines Wissens vorläufig nur zwei elektronenmikroskopische Arbeiten zum Feinbau der acoelen Turbellarien vor (PEDERSEN, 1964; DOREY, 1965). Untersucht wurden fünf marine Arten aus der Familie der *Convolutidae*. DOREY (1965) gibt eine sehr gute Beschreibung der Epidermis vornehmlich der Art *Convoluta roscoffensis*. Außer der Epidermis beschreibt er noch Zellen, die er als „Epidermis-Ersatzzellen“ interpretiert. PEDERSEN (1964) geht nicht nur auf die Ausbildung der Epidermis ein, sondern darüber hinaus auch noch ausführlicher auf Teile des peripheren Parenchyms und der Muskulatur der acoelen Turbellarien. Bis vor kurzem galt diese Gruppe als rein marin. 1953 fand KOTHÉ ein acoeles Turbellar

in der Elbe, das er jedoch als rhabdocoeles Turbellar ansprach (KOTHÉ, 1961). 1964 publizierte AN DER LAN einen Fund aus der Donau bei Wien. Eine ausführliche lichtmikroskopische Beschreibung der bisher einzigen Süßwasserart bringen AX und DÖRJE (1966).

Herr Univ.-Prof. Dr. H. AN DER LAN war so freundlich, mir zwei in gepuffertem Osmiumtetroxyd fixierte Tiere zur elektronenmikroskopischen Untersuchung zu überlassen, wofür ich ihm an dieser Stelle herzlich danken möchte. Wenn auch erst ein Bruchteil eines Exemplars geschnitten werden konnte (für das zweite Exemplar war leider eine ungeeignete Einbettungsart gewählt worden), scheint es doch von Interesse, über die bisher gefundenen Ergebnisse kurz zu berichten, da von Acoelen bisher nur wenige Informationen zur Feinstruktur vorliegen und die Süßwasserart in dieser Hinsicht noch nicht untersucht wurde.

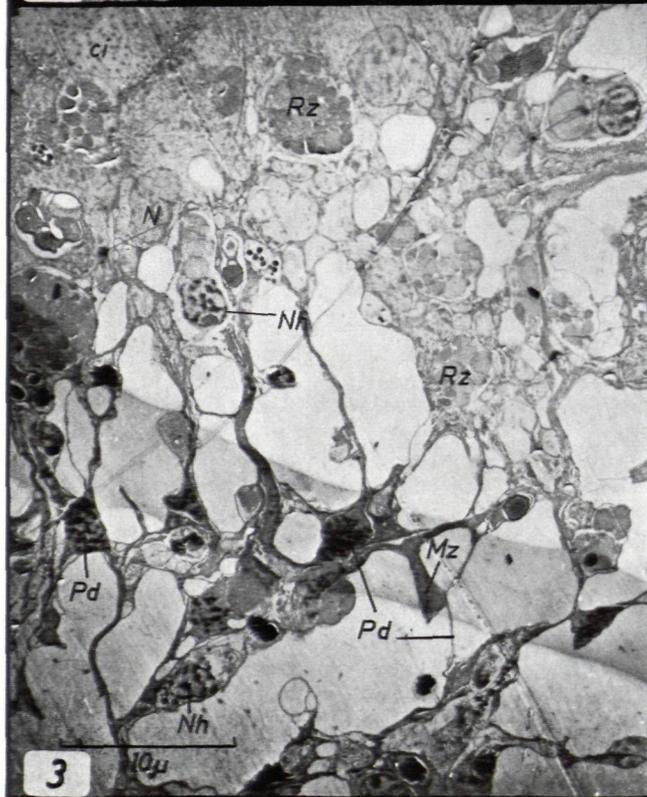
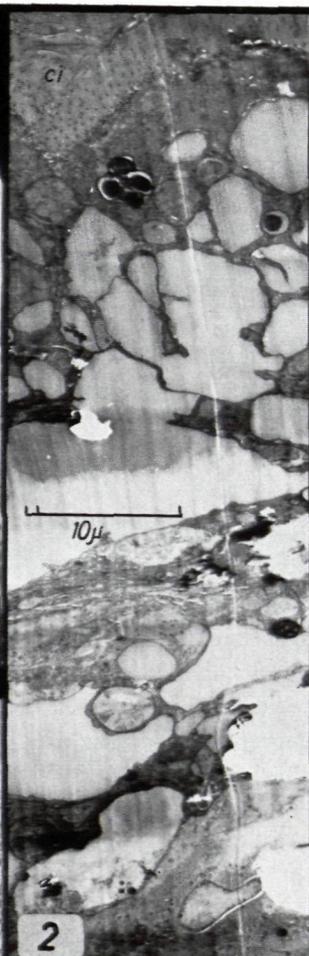
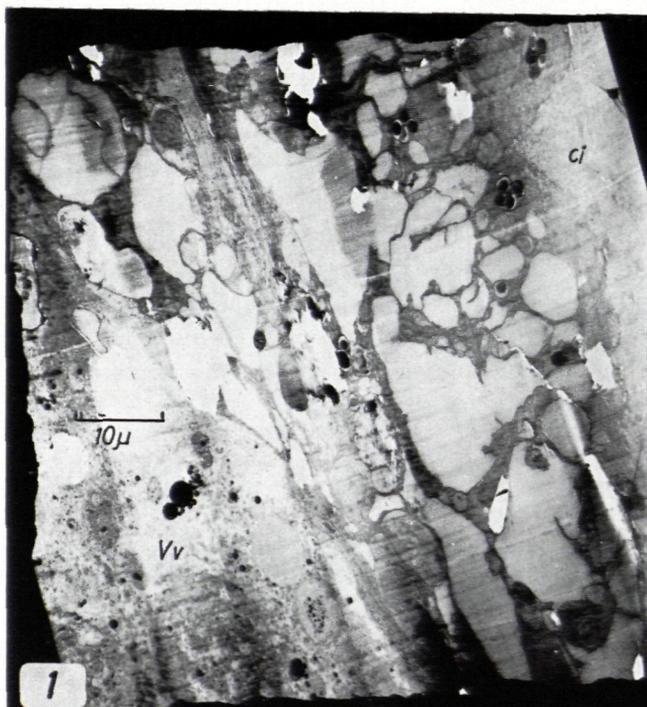
### Material und Methode

Die beiden geschlechtsreifen Exemplare wurden eine Stunde lang in 1%igem OsO<sub>4</sub> (mit Veronal-Azetat-Puffer auf pH 7,4 eingestellt) fixiert, danach mit Azeton teilweise entwässert und in 70%igem Azeton bei +4° C mehrere Tage aufbewahrt

In den Abbildungen verwendete Abkürzungen:

Ce = Centriol	Mv = Mikrovilli
Cf = Wurzelfaser	Mz = Muskelzellen
Cfh = Hauptwurzelfaser	N = Zellkern
Cfl = laterale Wurzelfasern	Nb = Neoblasten
Ci = Cilien	Nh = Zellkern mit Heterochromatin
Cw = Cilienwurzel = Basalkorn	Pd = dunkle Parenchymzellen
Dg = Dottergranula	Ph = helle Parenchymzellen
Ds = Desmosomen	Rz = Rhabditenbildungszellen
Mi = Mitochondrien	Sg = Spermiengeißel
Mt = Mikrotubuli	Vv = verdauende Vakuolen

- Abb. 1: Übersichtsbild über eine Netzmasche. Im rechten oberen Eck Epidermis angeschnitten, darunter folgt das weitmaschige, randständige Parenchym. Am linken Bildrand großer Hohlraum erfüllt mit Verdauungsprodukten. Ges. Vergr. 1.200:1 (Pl. Nr. 3483 e. o. 800:1).
- Abb. 2: Ausschnitt aus Abb. 1. Der Hohlraum mit Verdauungsinhalt ist durch eine schmale Schicht dunkler und heller Parenchymzellen abgegrenzt. Ges. Vergr. 2.100:1 (Pl. Nr. 3483 e. o. 800:1).
- Abb. 3: Übersicht über Epidermis und darunterliegendes, randständiges Parenchym. Durch die Epidermis treten zahlreiche Rhabditenbildungszellen. Die Kerne der Epidermiszellen liegen sehr basal, sind aber nicht eingesenkt. In dem lockeren Parenchym zahlreiche Muskelzellen, vereinzelt Neoblasten, Drüsenzellen und vor allem auch dunkle Parenchymzellen, deren Ausläufer die anderen Zellen einhüllen. Ges. Vergr. 2.300:1 (Pl. Nr. 2885 e. o. 800:1).
- Abb. 4: Ausschnitt aus einem Bezirk des randständigen Parenchyms, in dem vereinzelt verdauende Vakuolen in hellen Parenchymzellen auftreten; mit eingelagerten Lipidtropfen, die vor allem in dunklen Parenchymzellen vorkommen. Ges. Vergr. 2.300:1 (Pl. Nr. 2852 e. o. 900:1).



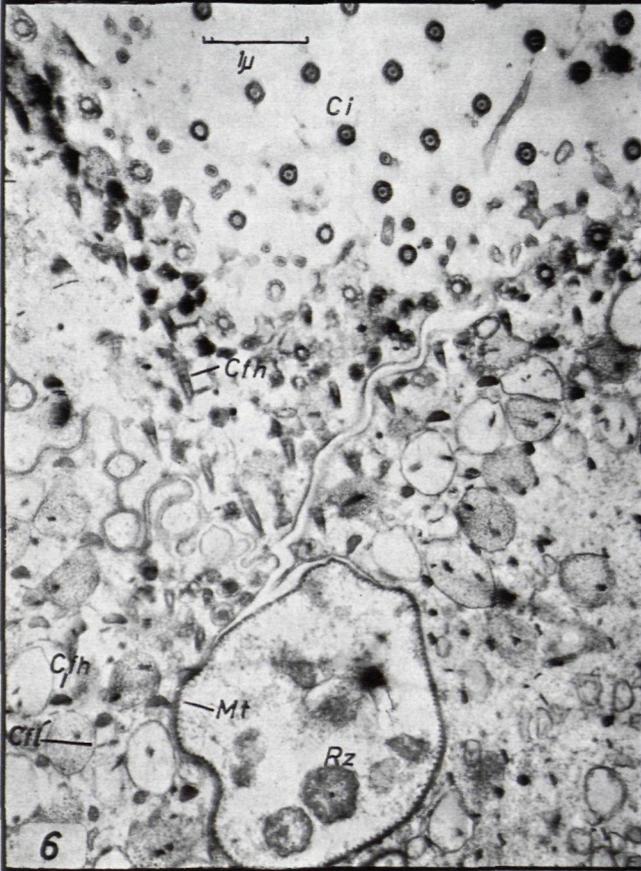
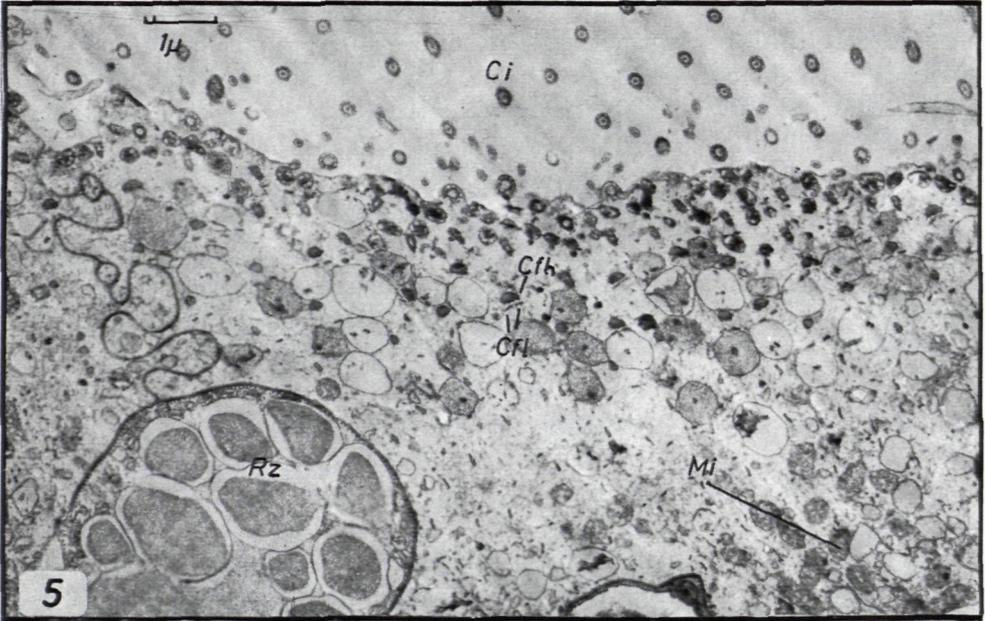
und transportiert. Anschließend wurde dann vollständig entwässert und eingebettet, und zwar einerseits in gelöstem Methacrylat (KLIMA, 1961b), was sich in diesem Fall nicht bewährte, andererseits in einem Polyester (Viapal F 120 : Viapal H 220 = 1:1, mit Methylaethylketonperoxyd und Kobaltoktoat polymerisiert). Die Schnitte wurden auf dem REICHERT Ultramikrotom mit Glasklingen angefertigt, teilweise wurden sie nachträglich mit wässriger Phosphorwolframsäure oder mit in Äthylalkohol gelöstem Uranylazetat kontrastiert. Die Aufnahmen erfolgten im Elmiskop I; als Filmmaterial wurde AGePe und AGePeFF verwendet. Es wurde versucht, möglichst großflächige Schnitte zu erzielen; Fehler in der Schnittgüte an manchen Stellen, wie Regenbogenstreifen, wurden in Kauf genommen, damit der örtliche Zusammenhang des ganzen Tieres gewahrt und eine leichte Orientierung ermöglicht würde.

### Ergebnisse

Die Abbildungen 1 bis 4 sind Übersichtsaufnahmen, die von der Epidermis bis zu den großen Vakuolen im verdauenden Parenchym reichen. Charakteristisch ist die maschenartige Struktur des randlichen Parenchyms, in dem die Muskulatur zum größten Teil eingelagert ist.

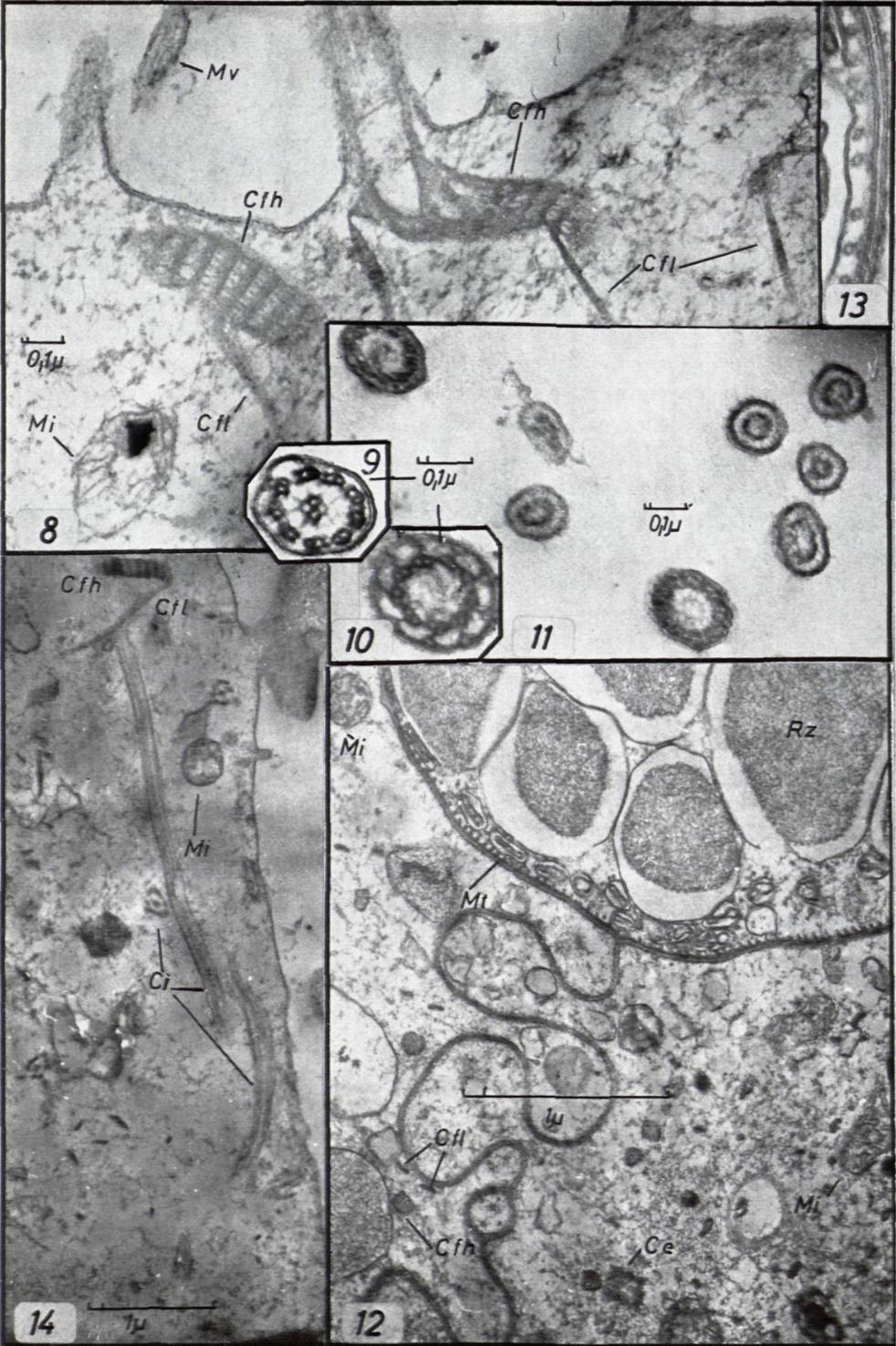
Auch bei *Obigochoerus limnophilus* (O.L.) ist das Epithel rein zellig aufgebaut, wie dies schon PEDERSEN und DOREY bei den von ihnen untersuchten Arten nachgewiesen haben. Die Abbildungen 5 bis 7 bringen Übersichten über das bewimperte Epithel. Die Cilien sind bei O.L. nicht so streng hexagonal geordnet, wie dies DOREY von *Convoluta roscoffensis* beschreibt. Nur an wenigen Stellen ergibt sich ein Muster, das man als hexagonale Anordnung interpretieren kann (Abb. 6). Auch sind die Cilien viel weiter voneinander entfernt, als dies bei den bisher untersuchten marinen Arten der Fall ist. Wie Abbildung 9 und 10 zeigen, ist die Feinstruktur der Cilien wie üblich ausgebildet (GIBBONS and GRIMSTONE, 1960), in der Nähe der Epidermis-

- 
- Abb. 5: Ausschnitt aus dem Epithel. Am oberen Rand quer getroffen Cilien und Cilienwurzeln, im linken unteren Eck eine durchtretende Rhabditenbildungszelle, im rechten Eck Mitochondrienansammlung. Ges. Vergr. 9.400:1 (Pl. Nr. 2818 e. o. 5.000:1).
- Abb. 6: Flachschnitt durch Epidermis. Cilienwurzeln sind nahezu quer getroffen, man erkennt die deutliche Ausrichtung der Wurzelfaser, deren Orientierung in den benachbarten Zellen annähernd übereinstimmt. Als stärker gestört erweist sich nur der Bereich, in dem eine Rhabditenbildungszelle durchtritt. Ges. Vergr. 13.800:1 (Pl. Nr. 3122 e. o. 8.000:1).
- Abb. 7: Annähernd senkrechter Schnitt durch die Epidermis. Man erkennt deutlich die quergestreiften Hauptwurzelfasern, die bald nach ihrem Ursprung am Basalkorn abbiegen und in die Tiefe der Epithelzelle ziehen. An der Knickstelle entspringen die lateralen Wurzelfasern, die ebenfalls in die Tiefe ziehen. Die Zelle am oberen Bildrand ist frei von den randständigen „Vakuolen“; die Zelle unten dagegen enthält sehr viele solcher randständiger Vakuolen, in denen den Wurzelfasern entsprechende Strukturen zu sehen sind. Ges. Vergr. 5.000:1 (Pl. Nr. 3313 e. o. 2.000:1).



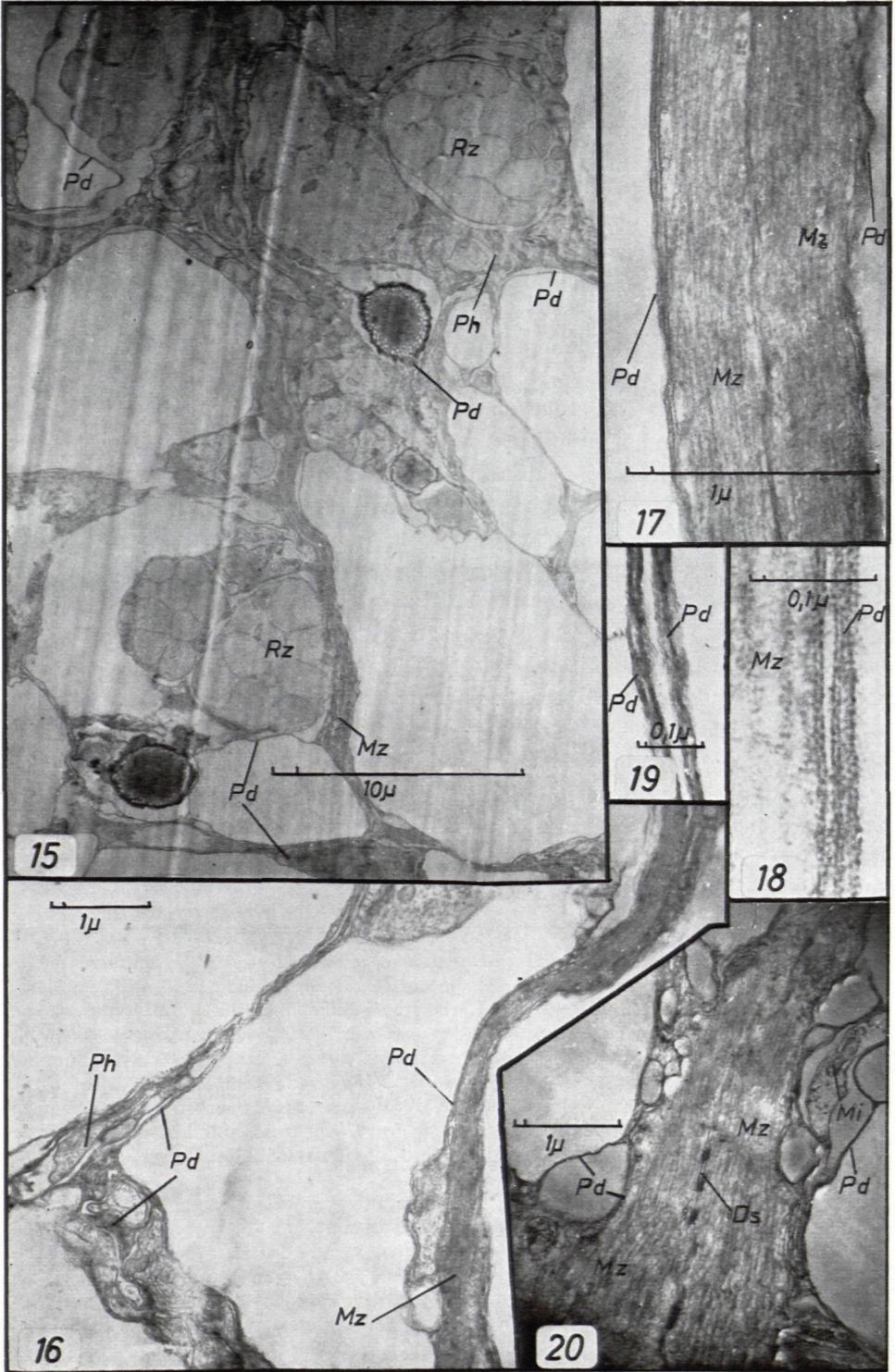
oberfläche finden sich zwischen den Cilien einzelne Mikrovilli, die im Inneren einen zweiten kleinen Hohlzylinder besitzen (Abb. 11). Die Basalkörper und die Wurzelfaserstrukturen ähneln sehr den Strukturen von *Convoluta roscoffensis*. Auch hier zweigen von einer Hauptwurzelfaser zwei laterale Fasern ab (Abb. 6); allerdings entspringt die Hauptwurzelfaser lateral der Basalkörper (Abb. 8), biegt erst später um und verläuft dann etwa senkrecht zur Oberfläche. Ungefähr an der Knickstelle entspringen die lateralen Wurzelfasern. Die Hauptwurzelfaser zeigt eine deutliche periodische Querbänderung ( $\sim 600 \text{ \AA}$ ), dagegen sind die lateralen Wurzeln, wenn überhaupt, nur sehr undeutlich gebändert (Abb. 8). Auch auf der der Hauptwurzel abgewandten Seite findet sich beim Basalkorn ein Vorsprung, an dem eine Faser ansetzt. Woher diese Faser kommt, ist bisher noch nicht geklärt. In den meisten Zellen finden sich nun noch zusätzlich faserige Differenzierungen, die in große von einer Membran umgebene Vakuolen eingeschlossen sind. Diese Vakuolen weisen zum Teil sehr elektronenlichten, zum Teil einen netzartig strukturierten Inhalt auf. Sie kommen nicht in allen Epidermiszellen vor. Abbildung 7 zeigt unmittelbar benachbart eine Epidermiszelle mit und eine ohne solche Vakuolen. Zwischen den Basalkörpern der Cilien liegen kleine von einer Membran umgebene Gebilde mit unregelmäßig verteiltem elektronendichtem Material (Abb. 5, 12). In welchem Zusammenhang diese Strukturen mit den üblichen Wurzelstrukturen stehen und welche Funktionen sie ausüben, ist vorerst gänzlich unbekannt. Die Mitochondrien

- 
- Abb. 8: Die Epidermiszelle ist nahezu senkrecht getroffen und man erkennt Teile der Basalstrukturen dreier Cilien. Die mittlere Cilie ist annähernd in der Symmetrieebene getroffen; vom Basalkorn zieht seitlich die Hauptwurzelfaser ab; man erkennt die periodische Querstreifung und längsgerichtete Fibrillen. Die seitlichen Wurzelfasern sind sehr viel dünner und hier ohne erkennbare Querstreifung. An der der Hauptwurzelfaser abgekehrten Seite des Basalkorns setzt eine Faser an. (Es ist ungewiß, ob es sich dabei um ein regelmäßiges Vorkommen handelt.) Ges. Vergr. 56.200:1 (Pl. Nr. 3522 e. o. 20.000:1).
- Abb. 9: Querschnitt durch eine Cilie etwas oberhalb der Basalstrukturen. Ges. Vergr. 75.000:1 (Pl. Nr. 2509 e. o. 20.000:1).
- Abb. 10: Querschnitt durch eine Cilie knapp unterhalb der Basalplatte. Man erkennt die von den paarigen Filamenten zu der Plasmamembran ziehenden Strukturen. Ges. Vergr. 75.000:1 (Pl. Nr. 2818 e. o. 20.000:1).
- Abb. 11: Querschnitte durch Mikrovilli. Man erkennt die aufgelöste Struktur der Plasmamembran und daß im Inneren ein Hohlzylinder gelagert ist. Ges. Vergr. 60.000:1 (Pl. Nr. 2511 e. o. 20.000:1).
- Abb. 12: Elektronenoptisch vergrößerter Ausschnitt aus Abb. 5. Zwei ineinander verzahnte Epidermiszellen mit deutlichen Zellgrenzen, Mitochondrien mit tubulären Innenstrukturen und ein im Längsschnitt getroffenes Centriol. Rhabditenbildungszelle mit deutlichen Mikrotubuli. Ges. Vergr. 30.000:1 (Pl. Nr. 2321 e. o. 8.000:1).
- Abb. 13: Man erkennt die Zellgrenze der Epidermiszelle und der Rhabditenbildungszelle, letztere wird von Mikrotubuli unterlagert. Ges. Vergr. 75.000:1 (Pl. Nr. 2675 e. o. 20.000:1).
- Abb. 14: Ausschnitt aus einer Epidermiszelle. Oberfläche weitgehend frei von Cilien, dagegen sind Cilienfilamente mit zentralem Filament-Paar im Plasma zu finden. Wurzelfasern deutlich vermindert und deren Ordnung stark gestört. Ges. Vergr. 18.000:1 (Pl. Nr. 3117 e. o. 8.000:1).



liegen in einer tieferen Schicht der Epidermiszelle, wo sich auch Profile des Endoplasmatischen Reticulum und kleinere elektronenlichte Vakuolen befinden. Der Golgi-Apparat liegt noch mehr der Basis zu. Im Gegensatz zu den meisten bisher untersuchten marinen Vertretern der acoelen Turbellarien liegen bei *O.I.* die Muskelfasern nicht in die Epidermis eingelagert. Auch sind die Kerne der Epidermiszellen in der Regel nicht in das randständige Parenchym eingesenkt, sondern liegen meist ganz basal am lateralen Rand der Zelle. Sie treten im elektronenmikroskopischen Bild meist nur wenig hervor, da sie nur selten die für die meisten Kerne der übrigen Gewebe charakteristischen, auffallenden heterochromatischen Körnchen besitzen. Gegen das Innere zu wird die Epidermis stets von Ausläufern der elektronendichten sternförmigen Zellen bedeckt. Dies gilt auch noch für jene Abschnitte, bei denen die Epidermis zu einem sehr dünnen Saum ausgezogen ist. Durch die Epidermis treten verschiedene Drüsenzellen nach außen. Nach lichtmikroskopischen Befunden scheinen zwei Formen von Rhabditenbildungszellen auf; im elektronenmikroskopischen Bild sind beide Sekrete schlecht erhalten, da sie bei der angewandten Fixierung verquollen sind. Es lassen sich aber zwei Zelltypen unterscheiden, von denen der eine durch den Besitz von Mikrotubuli unterhalb der Zellmembran ausgezeichnet ist (Abb. 12, 13), wogegen dem anderen Typ diese Eigentümlichkeit fehlt. Auch vereinzelte Sinneszellen kommen in der Epidermis vor. Vermutlich sind das jene Zellen, die apikal eine besonders geformte Cilie besitzen, die von sehr langen und steifen Mikrovilli mit elektronendichtem Zylinder im Inneren umgeben ist. Diese

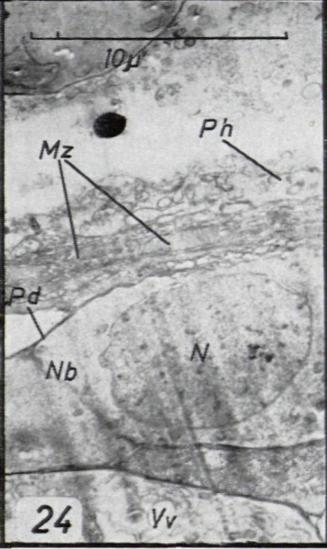
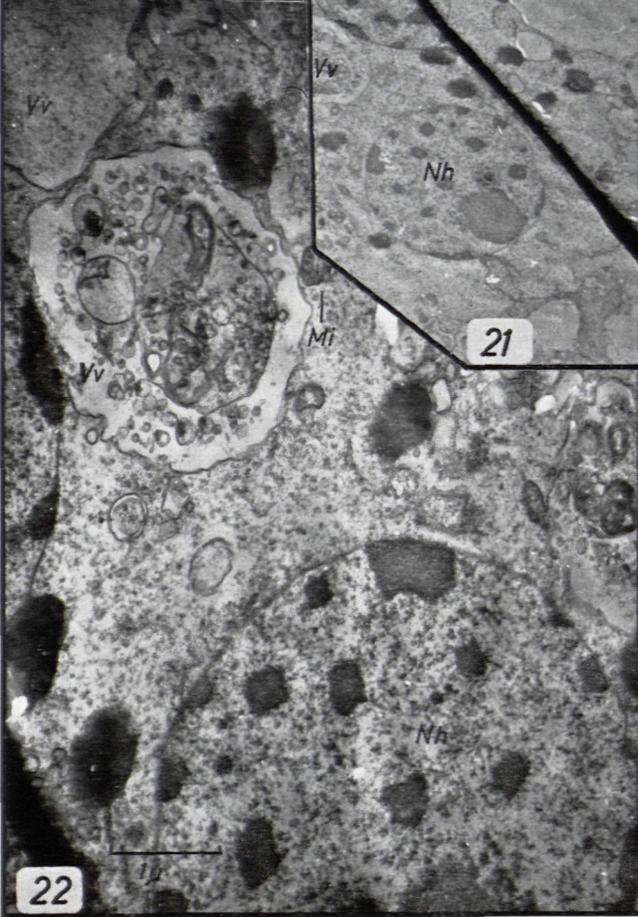
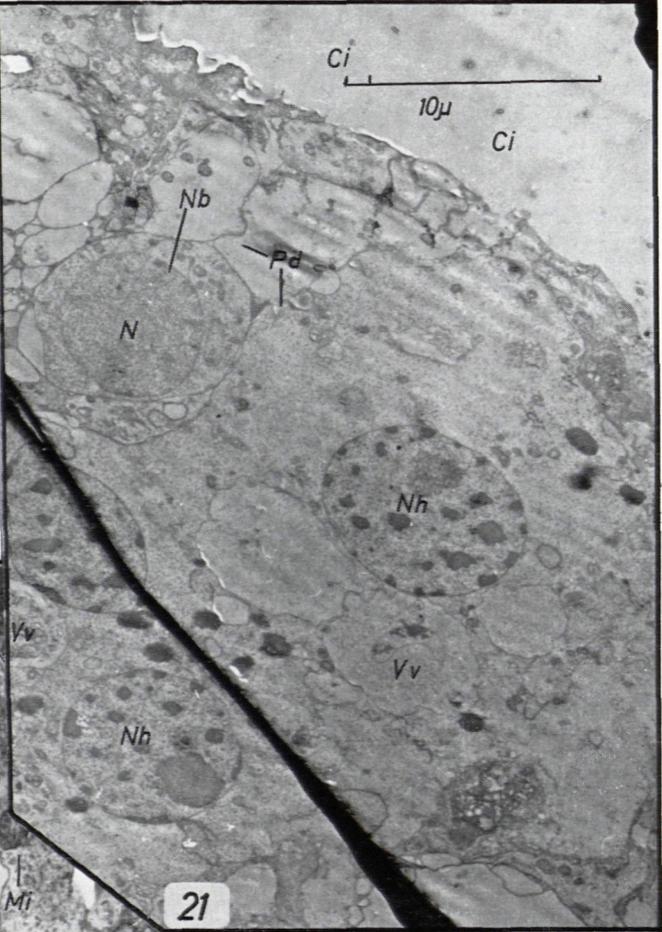
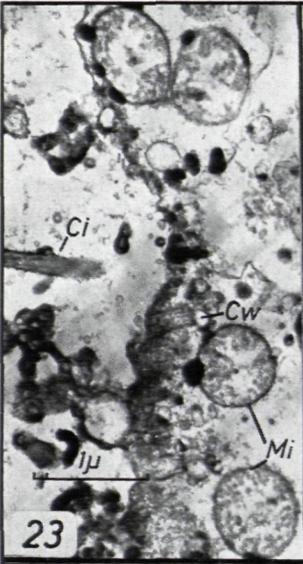
- 
- Abb. 15: Übersicht über randständiges Parenchym. Dieses bildet ein stark gekammertes System. Der Kammerinhalt völlig leer und in vitro wahrscheinlich eine sehr stark wässrige interzelluläre Phase. Ausgekleidet werden die Hohlräume stets von dünnen Ausläufern der dunklen Parenchymzellen. In den von den Zellen gebildeten Wänden der Kammern treten Anschnitte von dunklen Parenchymzellen auf, von hellen Zellen — teils Parenchymzellen, teils Neoblasten —, Rhabditenbildungszellen und anderen Drüsenzellen und längs oder schräg getroffene Ausschnitte von Muskelzellen. In dunkle Parenchymzellen eingebettet Lipoidtropfen (fein schaumige Struktur, Fixierungsartefakt). Ges. Vergr. 3.600:1 (Pl. Nr. 3049 e. o. 2.000:1).
- Abb. 16: Ausschnitt aus dem randständigen Parenchym. Maschenwerk aus miteinander verzahnten dunklen Parenchymzellen und einer längsgetroffenen glatten Muskelzelle. Ges. Vergr. 13.800:1 (Pl. Nr. 3055 e. o. 8.000:1).
- Abb. 17: Zwei längsgetroffene glatte Muskelzellen werden jeweils an ihrer freien Seite von dünnen Ausläufern dunkler Parenchymzellen bedeckt. Ges. Vergr. 37.500:1 (Pl. Nr. 2681 e. o. 20.000:1).
- Abb. 18: Stärker vergrößerter Ausschnitt aus Abb. 17. Man erkennt deutlich die Elementarmembran der Muskelzelle und die beiden Elementarmembranen der dunklen Parenchymzelle. Ges. Vergr. 180.000:1 (Pl. Nr. 2681 e. o. 20.000:1).
- Abb. 19: Ohne dazwischenliegende Zellen berühren sich nur durch einen schmalen Spalt Raum getrennt die Ausläufer zweier dunkler Parenchymzellen, die Zellgrenze ist jeweils als Elementarmembran ausgebildet. Ges. Vergr. 90.000:1 (Pl. Nr. 2680 e. o. 20.000:1).
- Abb. 20: Ausschnitt aus dem randständigen Parenchym. Zwei einander benachbarte Muskelzellen zeigen stellenweise Desmosomen zur Verstärkung der Kohäsion. Ges. Vergr. 15.000:1 (Pl. Nr. 3515 e. o. 8.000:1).



Art der apikalen Bildung erinnert an die Hörzelltypen, wenngleich hier die Cilie nicht polar orientiert zu der Gruppe der Stereocilien steht, sondern zentral gelagert ist. An manchen Stellen weist jedoch die Epidermis einen stark abweichenden Bau auf. Dort sind nur mehr sehr spärlich Cilienanschnitte über der Zellmembran der Epidermiszellen anzutreffen; ebenso nur sehr wenige Mikrovilli. Das Zellinnere ist an Cilienwurzeln stark verarmt, dagegen treten reichlich, quer und längs getroffen, die Filamentstrukturen der distalen Cilienpartien auf (Abb. 14). Da die Neubildung der Cilien anscheinend gesetzmäßig bei allen bisher daraufhin untersuchten Organismen durch Auswachsen der Cilienfilamente über die Zelloberfläche aus den Basalstrukturen vor sich geht, dürfte es sich hier nicht um die Neubildung eines bewimperten Epithels handeln, sondern um degenerative Prozesse.

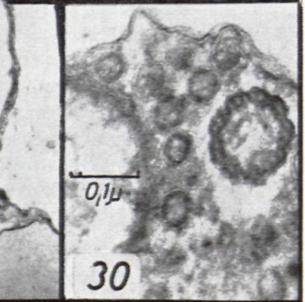
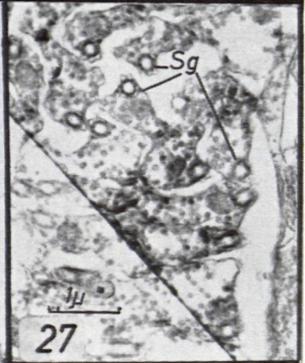
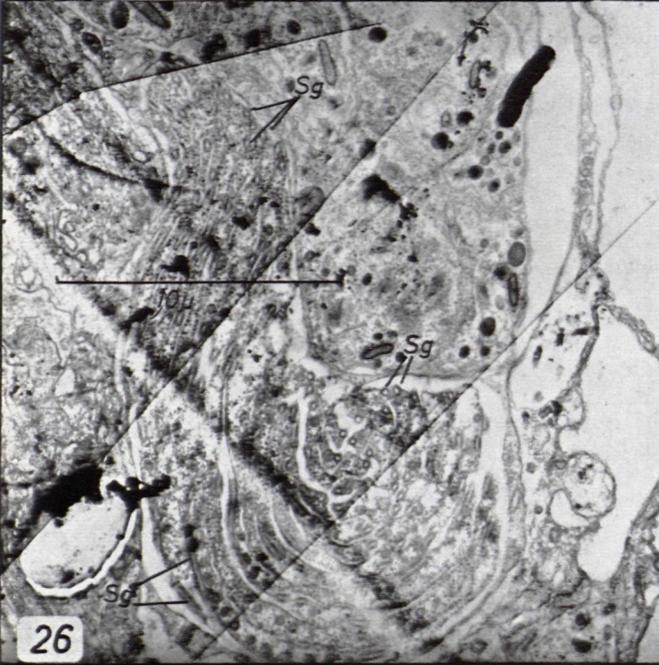
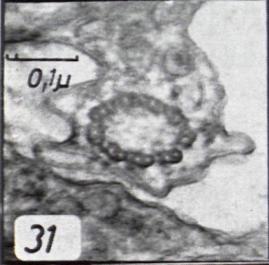
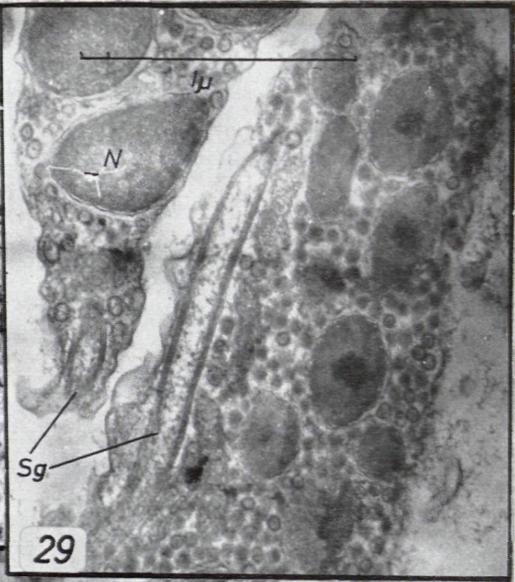
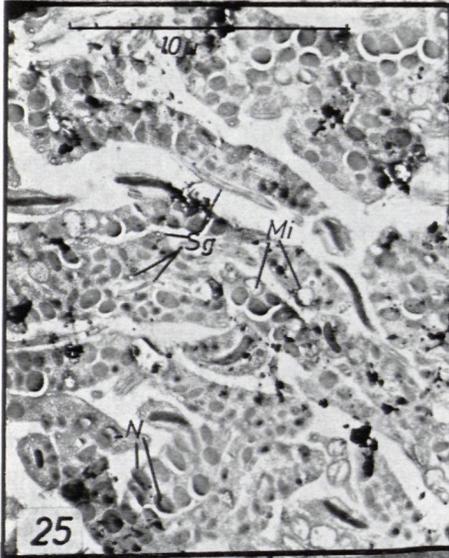
Das randliche Parenchym weist zahlreiche Kammern auf (Abb. 2, 15, 16). Ob dieses Kammernsystem in einzelne voneinander getrennte Räume gegliedert ist, oder ob alle diese leeren Kammern miteinander kommunizieren, kann vorerst noch nicht entschieden werden und wird sich auch nur sehr schwer durch Schnittserien rekonstruieren lassen. Die Wände dieser Kammern sind aus verschiedenen Zelltypen gebildet. Hier liegen „ruhende Zellen“, die PEDERSEN als Neoblasten anspricht, die nur einen schmalen Plasmasaum und sehr wenige Zellorganellen, aber reichlich freie Ribosomen besitzen, ferner zahlreiche Rhabditenbildungszellen, Muskelzellen u. a. Auffallend ist, daß alle diese Zelltypen gegenüber dem Kammerinneren von Ausläufern der sogenannten dunklen Parenchymzellen (PEDERSEN, 1964) bedeckt sind. Diese Ausläufer können sehr dünn sein und oft nur mehr einen ganz schmalen Raum ( $\sim 75 \text{ \AA}$ ) zwischen den beiden Elementarmembranen ihrer Zellgrenze aufweisen. Abbildung 18 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt von Abbildung 17. Man erkennt deutlich, daß über der Zellmembran der glatten Muskelzelle solch ein extrem dünner Ausläufer mit seinen zwei begrenzenden Elementarmembranen liegt. An manchen Stellen liegen zwischen zwei Kammeranschnitten nur mehr zwei solcher dünner Ausläufer der sternförmigen dunklen Parenchymzellen nebeneinander (Abb. 19).

- 
- Abb. 21: Direkt dem Epithel unterlagertes verdauendes Parenchym. Zahlreiche verdauende Vakuolen mit phagocytisiertem Inhalt; auffallend die Armut des Plasmas an Membranstrukturen, mindestens drei Kerne sind in eine einheitliche Protoplasmamasse eingelagert. Epidermis stark verändert mit sehr geringem Cilienbesatz, Cilienfilamente treten im Plasma der Epidermiszellen auf. Im Maschenwerk der dunklen Parenchymzellen ein Neoblast. Ges. Vergr. 3.450:1 (Pl. Nr. 2816 e. o. 2.000:1).
- Abb. 22: Elektronenoptisch vergrößerter Ausschnitt aus Abb. 21. Man erkennt die Anschnitte zweier Zellkerne in einer einheitlichen Protoplasmamasse und zwei verdauende Vakuolen. Im Plasma eingelagert kleinere Lipoidtropfen. Ges. Vergr. 15.000:1 (Pl. Nr. 2827 e. o. 8.000:1).
- Abb. 23: In einem großen verdauenden Hohlraum des zentralen Parenchyms getroffene Randpartie eines angedauten Ciliaten. Man erkennt noch die kortikalen Strukturen, Mitochondrien und Basalkorn. Ges. Vergr. 15.000:1 (Pl. Nr. 3438 e. o. 8.000:1).
- Abb. 24: Ausschnitt aus dem zentralen, verdauenden Parenchym. Die Wand eines großen verdauenden Hohlraumes wird durch eine helle Parenchymzelle gebildet; anschließend Anschnitte von Muskelzellen, dunklen Parenchymzellen und einem Neoblasten. Ges. Vergr. 3.450:1 (Pl. Nr. 3468 e. o. 2.000:1).



Im Gegensatz zu den marinen Arten ist die Muskulatur bei *O. l.* nicht eng mit der Epidermis verbunden, sondern die Epidermis liegt unmittelbar über solchen Kammern, und nur an bestimmten Stellen treten Parenchymbalken, die einzelne Muskelzellen, Rhabditenbildungszellen und Drüsenzellen enthalten, an die Epidermis heran und verbinden sie mit dem darunter liegenden Parenchym. Mehr gegen das Innere des Tieres zu befinden sich in elektronenlichteren Parenchymzellen Vakuolen mit Inhaltsstoffen, die auf Phagocytose hinweisen. An einigen Stellen kann dieses „verdauende Plasmodium“ sogar bis an die Epidermis heranreichen. Diese Zellen sind zumindest vielkernig, wenn sie nicht überhaupt in manchen Phasen ein Syncytium bilden. Abbildung 21 zeigt den Ansnchnitt einer solchen Region mit drei Kernen, die ohne Trennung durch Membranschränken über das Protoplasma miteinander in Verbindung stehen. Abbildung 22 bringt daraus einen Ausschnitt stärker vergrößert. Auch bei den Zellen mit verdauenden Vakuolen fällt die Armut an Zellorganellen mit Ausnahme von freien Polysomen auf. Fetttropfen treten in diesen „Zellen“ sowie auch in den dunklen Parenchymzellen als Speicherstoff auf; in manchen Regionen ist das Parenchym sogar sehr dicht mit Fetttropfen beladen. Ein Großteil der Verdauung spielt sich aber nicht in den kleinen verdauenden Vakuolen der Parenchymzellen ab, sondern in großen Räumen (Abb. 1) innerhalb des verdauenden Parenchyms, die durch viele Zellen begrenzt sind. Dafür, daß es sich tatsächlich um Zellen handelt, spricht, daß man sehr regelmäßig eine Gliederung der protoplasmatischen Bezirke durch Grenzmembranen findet (Abb. 24). Schon innerhalb dieser Räume werden die aufgenommenen Nahrungspartikel abgebaut; *O. l.* ist anscheinend ein arger Räuber, denn besonders häufig haben sich darin Reste von Ciliaten gefunden. Abbildung 23 zeigt einen Ausschnitt aus einem solchen Bezirk, auf dem man noch die kortikalen

- 
- Abb. 25: Schnitt durch eine Spermienansammlung; der spiralig gewundene elektronendichte Zellkern in ovalen Anschnitten getroffen; Geißelquerschnitte auch im Kernbereich; zwei Geißelstrukturen treten pro Spermium auf. Ges. Vergr. 3.750:1 (Pl. Nr. 3627 e. o. 2.000:1).
- Abb. 26: Schnitt durch eine Spermienansammlung und umliegendes Gewebe. Spermien hier vornehmlich in der Schwanzregion getroffen. Ges. Vergr. 3.750:1 (Pl. Nr. 3590 e. o. 2.000:1).
- Abb. 27: Stärker vergrößerter Ausschnitt aus Abb. 26. Man erkennt, daß den Geißelquerschnitten ein zentrales Element fehlt. Ges. Vergr. 9.000:1 (Pl. Nr. 3590 e. o. 2.000:1).
- Abb. 28: Spermienanschnitte im Kopfbereich und im Bereich des Mittelstückes. Das Plasma der Spermien ist erfüllt von kleinen Bläschen; auch hier fehlt bei den Geißeln jedes zentrale Element. Ges. Vergr. 6.800:1 (Pl. Nr. 3378 e. o. 2.000:1).
- Abb. 29: Elektronenoptisch stärker vergrößerter Ausschnitt aus Abb. 28. Man erkennt die elliptischen Anschnitte des Zellkernes und die zahlreichen Bläschen, die im Plasma auftreten und die eine sehr elektronendichte Wand besitzen. Eine Geißel unmittelbar unter der Zellmembran längs getroffen, ohne zentrale Innenstruktur. Ges. Vergr. 37.500:1 (Pl. Nr. 3529 e. o. 20.000:1).
- Abb. 30 und 31: Querschnitte der Geißelstrukturen von Spermien; die neun paarigen Randfilamente sind deutlich zu erkennen, eine zentrale Struktur fehlt jedoch. Ges. Vergr. 90.000:1 (Pl. Nr. 3524 e. o. 20.000:1).



Strukturen eines gefressenen, wenn auch weitgehend angedauten Ciliaten erkennen kann.

Nach den Schnittfiguren zu urteilen, handelt es sich bei den Muskelzellen eher um band- als um schlauchförmige Gebilde. Auffallend ist die Armut an Mitochondrien, durch sehr weite Bereiche verlaufen nur feine Längsfibrillen. Muskelzellen können an Muskelzellen grenzen und sind dann zuweilen durch Desmosomen miteinander verbunden (Abb. 20). Wie die Arbeit von AX und DÖRJES (1966) zeigt, liegen sehr viele Organe mit sicher sehr komplexem Aufbau aus verschiedenen Zelltypen teils im randlichen, teils im zentralen verdauenden Parenchym. Eine Zuordnung der elektronenmikroskopischen und lichtmikroskopischen Befunde konnte aber über die bisher besprochenen Zelltypen hinaus vorerst nur noch für Spermien (Abb. 25–32), Ei- und Nährzellen (Abb. 33–35) gesichert werden. Auffallend bei den Spermien dieses acoelen Turbellars ist, daß der Geißel das bei Plathelminthen übliche zentrale Element fehlt. Auf den verschiedensten Schnittebenen ist stets nur der äußere Ring von neun paarigen Filamenten ausgebildet (Abb. 27, 29–31). Der Kern ist schraubig aufgewunden und sehr elektronendicht; eine feinere Struktur im Inneren konnte nicht erkannt werden. Das Cytoplasma der Spermien ist mit auffallenden Bläschen sehr einheitlicher Größenordnung ( $\sim 500 \text{ \AA}$  im Durchmesser) dicht erfüllt. Dagegen fehlen ihnen Mikrotubuli unter der Zellmembran, die in Form einer Elementarmembran ausgebildet ist. Das Spermium weist zwei Geißeln auf, die Filamentzylinder finden sich im gesamten Bereich des Spermiums und auch des Spermienkopfes. Man trifft sie stets auch im Bereich der Kernanschnitte und sie laufen anscheinend in einer steilgestellten Spirale randlich um das Spermium herum. Die Nährzellen sind durch ein besonders dichtes und verhältnismäßig streng geregeltes Endoplasmatisches Reticulum ausgezeichnet. Sie liegen in unmittelbarem Kontakt mit den Eizellen, die selbst sehr dichtgelagerte große Dottergranula (Abb. 35) und dazwischen ein organellenarmes Cytoplasma besitzen. Vereinzelt finden sich bei ihnen Dictyosomen und kleine Mitochondrien, verhältnismäßig häufig sind freie Polyosomen.

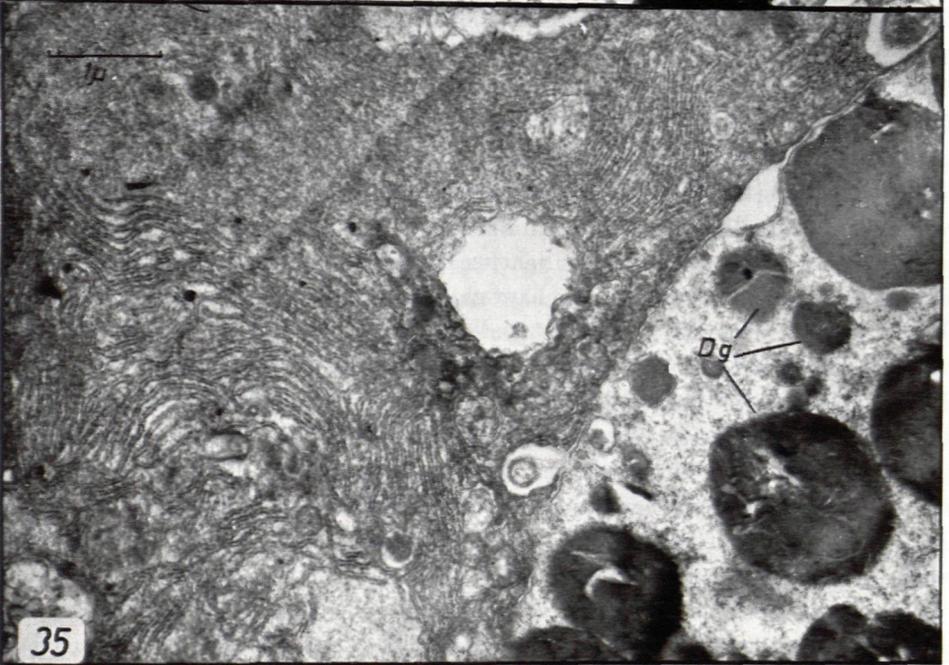
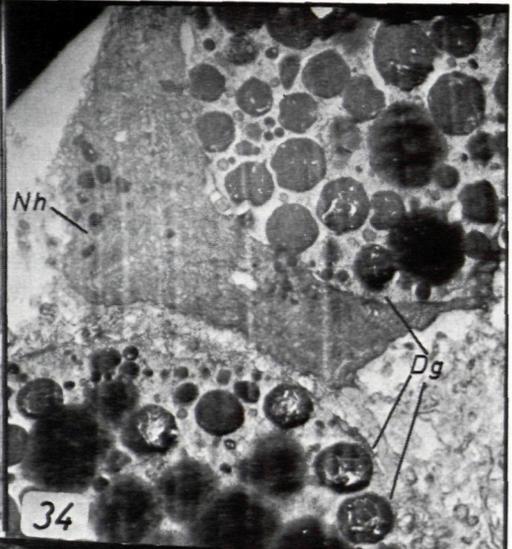
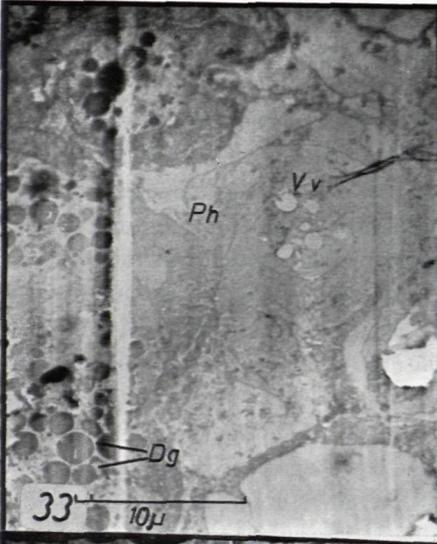
---

Abb. 32: Ausschnitt aus einem Übersichtsbild. Es zeigt die enge Nachbarschaft zwischen einer Spermienansammlung und einem großen verdauenden Hohlraum. Wand dazwischen durch helle Parenchymzellen gebildet. Ges. Vergr. 1.800:1 (Pl. Nr. 3580 e. o. 500:1).

Abb. 33: Ausschnitt aus einem Übersichtsbild, das die enge Lagebeziehung zwischen Eizellen und Nährzellen, eingebettet in helle Parenchymzellen mit verdauenden Vakuolen, zeigt. Ges. Vergr. 2.300:1 (Pl. Nr. 3000 e. o. 500:1).

Abb. 34: Einer heranwachsenden Eizelle liegt eine Nährzelle an, mit stark ausgebildetem Ergastoplasma und ganz randlich gelagertem Zellkern. Ges. Vergr. 3.750:1 (Pl. Nr. 3308 e. o. 2.000:1).

Abb. 35: Einer Eizelle mit reichlichen Dottergranula angelagert eine Nährzelle mit auffallend starker Ausbildung des Ergastoplasmas. Ges. Vergr. 15.000:1 (Pl. Nr. 3157 e. o. 8.000:1).



## Diskussion

DOREY (1965) bringt eine sehr ausführliche Beschreibung der Epidermis und der Epidermis-Ersatzzellen. Er hat eine vermehrte Bildung von Epidermis-Ersatzzellen nach Epithelschädigung beobachtet. Die Epidermisschädigung beschreibt er aber nicht, sie kann daher nicht mit den in unserem Fall aufgefundenen Schäden verglichen werden. Epidermis-Ersatzzellen konnten bisher bei *O. l.* noch nicht gefunden werden. Von *Convoluta roscoffensis* berichtet er über große elektronenlichte Vakuolen in der Region der Wurzelfasern, die auch nach seinen Abbildungen sehr den bei *O. l.* gefundenen gleichen; es fehlen jedoch bei *C. r.* im Inneren die faserigen Differenzierungen, die — bei ihrer Auffälligkeit — der Beobachtung sicher nicht entgangen wären. Für *Aphanostoma* gibt DOREY (1965) kleinere, oberflächlicher gelegene Vakuolen mit elektronendichtem Inhalt an. Vermutlich entsprechen sie der auch bei *O. l.* gefundenen Form. Übereinstimmende Züge sind die Lage der Mitochondrien und der Golgi-Körper und die sehr spärliche Ausbildung des Endoplasmatischen Reticulum. Bei *O. l.* fehlt an den meisten Stellen die hexagonale Anordnung der Cilien. Auch die Verknüpfung der lateralen Wurzelfasern benachbarter Cilien mit der Hauptwurzelfaser scheint zu fehlen. Da aber auch bei *O. l.* die metachronen Wellen der Cilientätigkeit sehr deutlich zu sehen sind, spricht diese Beobachtung ebenfalls gegen die Bedeutung der Wurzelfasern als reizleitendes System.

Allen bisher mit dem Elektronenmikroskop untersuchten Acoelen mangelt eine Basalmembran, die bei den Tricladen sehr deutlich ausgebildet ist und schon mehrfach mit dem Elektronenmikroskop untersucht wurde (TÖRÖK and RÖHLICH, 1959; KLIMA, 1961 a; PEDERSEN, 1961 a, b). Während DOREY nur kurz auf die Verzahnung Epidermis—Parenchym bei den von ihm untersuchten Arten eingeht, bringt PEDERSEN zahlreiche Bilder und eine längere Beschreibung des Parenchyms von *Convoluta convoluta*. Bei dieser Tierart wird das Parenchym vornehmlich von dicht gelagerten Ausläufern heller Parenchymzellen gebildet, zwischen die sich die oft sehr dünnen Ausläufer der dunklen Parenchymzellen schieben können. Die bei *O. l.* großen von Flüssigkeit erfüllten Hohlräume, die auch noch im fixierten und eingebetteten Zustand einen turgeszenten Eindruck machen, erinnern an chordoides Gewebe. Dieses ist eine bei Sandlückenbewohnern häufige Bildung; dort ist es zwar meist in der Epidermis oder im Darm ausgebildet und nur manchmal im peripheren Parenchym, wie z. B. bei *Pseudorthoplana foliacea* (MEIXNER) oder *Haplogonaria* spec. Diese Hohlräume erinnern aber auch an das Auftreten von Vakuolen im Parenchym bei in Brack- oder Süßwasser eingewanderten Meerestieren, wie *Pseudomonocelis agilis*, oder Vakuolen im Entoderm, wie bei *Procerodes litorales* (AX, 1966). Bemerkenswert ist, daß es sich bei *O. l.* um interzelluläre Räume handelt. Einer druckelastischen Funktion dieser Struktur würde dies keinen Abbruch tun, es könnte dadurch aber auch ein Schutz gegen die schwache Molarität des Süßwassers aufgebaut werden.

Die Muskelzellen bei *O. l.* sind durch sehr viel dichtere gepackte Muskelfilamente gekennzeichnet als die von *Convoluta convoluta*. Letztere besitzen auch die charak-

teristischen kleinen, dunklen spindelförmigen Körperchen der Tricladenmuskulatur (KLIMA, 1961 a; PEDERSEN 1961 a, b), die jedoch bei *O. l.* fehlen. Desmosomen konnten vorerst nur zwischen Muskelzellen nachgewiesen werden und nicht, wie von PEDERSEN beschrieben, zwischen Muskel- und Parenchymzellen. Leider sind die Rhabditen bei den untersuchten Acoelen so fixierungsstabil und gehören offenbar dem Verquellungstyp an (REISINGER und KELBETZ, 1965), daß man über ihre Ultrastruktur keine Aussage machen kann. PEDERSEN bringt als ein Beispiel für eine Rhabditenbildungszelle die Abbildung einer solchen ohne Mikrotubuli unter der Zellmembran, DOREY eine mit Mikrotubuli aus der Epidermis.

Von verschiedenen Plathelminthengruppen liegen elektronenmikroskopische Daten über die Spermatozoen vor (KLIMA, 1961 a; SHAPIRO et al., 1961; HENDELBERG, 1965; SILVEIRA and PORTER, 1965). Allen bisher Untersuchten gemeinsam ist der Besitz zweier Geißeln, eines zentralen neunachsigigen Prismas mit Achsenfaden (von manchen Autoren als zentraler Zylinder bezeichnet) und Mikrotubuli unter der Zellmembran. Bei *O. l.* fehlen sowohl die Mikrotubuli als auch jegliche zentrale Struktur. Ob es sich dabei um eine Besonderheit dieser Art oder um ein Klassencharakteristikum der *Acoela* handelt, kann vorerst noch nicht entschieden werden. Die Nährzellen von *O. l.* und die Dotterstockzellen von Tricladen (KLIMA, 1959, 1961 a) haben eine sehr ähnliche Struktur.

Alle bisherigen elektronenmikroskopischen Untersuchungen haben das Überwiegen der zelligen Organisation bei den Acoelen gesichert. Dieser Nachweis widerlegt aber noch nicht die phylogenetischen Vorstellungen STEINBÖCKs, nämlich die Ableitung der Metazoen von vielkernigen Protociliaten über die Acoelen (STEINBÖCK, 1966), wengleich mir diese Ableitung sehr unwahrscheinlich dünkt. Dagegen darf aber die angeblich weitgehende Syncytiierung der Acoelen — als sicheres Merkmal ihrer extrem abgeleiteten phylogenetischen Position (AX, 1961) — nicht mehr als Argument gebraucht werden, da sie ja gar nicht vorliegt. Als extrem abgeleitet können wir bei *O. l.* jedoch den Bau der Spermien bezeichnen.

Da sich mit zunehmendem Beobachtungsmaterial immer deutlicher zeigt, daß auch im sublichtmikroskopischen Bereich die Strukturen — außer funktionell bedingten Zügen — in vielen feinen Einzelheiten funktionsunabhängige Charakteristika zeigen können, scheint es wünschenswert, möglichst viele systematische Kategorien möglichst eingehend mit dem Elektronenmikroskop zu untersuchen. Dies würde einerseits die Aufklärung von funktionellen Erfordernissen erleichtern, andererseits aber auch sicher einen weiteren Beitrag zur systematischen Gliederung liefern.

### Literaturverzeichnis

- AN DER LAN, H. (1964): Zwei neue tiergeographisch bedeutsame Turbellarien-Funde in der Donau. Arch. Hydrobiol., Suppl. **28**: 477—480.
- AX, P. (1961): Verwandtschaftsbeziehungen und Phylogenie der Turbellarien. Ergebn. d. Biol., **24**: 1—68.
- AX, P. (1966): Die Bedeutung der interstitiellen Sandfauna für allgemeine Probleme der Systematik, Ökologie und Biologie. Veröff. Inst. Meeresforsch. (Bremerhaven), Sonderband **II**: 15—66.
- AX, P. und J. DÖRJES (1966): *Oligochoerus limnophilus* nov. spec., ein kaspisches Faunenelement als erster Süßwasservertreter der Turbellaria Acoela in Flüssen Mitteleuropas. Int. Rev. Hydrobiol., **51**: 15—44.
- DOREY, A. E. (1965): The organization and replacement of the epidermis in acelous turbellarians. Quart. J. micr. Sci., **106**: 147—172.
- GIBBONS, I. R. and A. V. GRIMSTONE (1960): On flagellar structures in certain flagellates. J. Biophys. Biochem. Cytol., **7**: 697—715.
- HENDELBERG, J. (1965): On different types of spermatozoa in Polycladida, Turbellaria. Arkiv f. Zool., **18**: 267—304.
- KLIMA, J. (1959): Das Bild des Endoplasmatischen Reticulums von *Planaria alpina* in Abhängigkeit vom pH-Wert des Fixierungsmittels (I). Protoplasma, **21**: 415—435.
- KLIMA, J. (1961a): Elektronenmikroskopische Studien über die Feinstruktur der Tricladen (*Turbellaria*). Protoplasma, **54**: 101—162.
- KLIMA, J. (1961b): Einbettung von Geweben in gelöstem Methacrylat. 10. Jahrestagung d. Dtsch. Ges. Elektronenmikr. 24—27 Sept. 1961, Kiel; in: Mikroskopie (Wien), **17**: 41 (1962).
- KOTHÉ, P. (1961): Hydrobiologie der Obereibe. Arch. Hydrobiol., Suppl. **26**: 221—343.
- PEDERSEN, K. J. (1961): Studies on the nature of planarian connective tissue. Zeitschr. Zellforsch., **53**: 569—608.
- PEDERSEN, K. J. (1961): Studier over ferskvandstricladernes cytologie. Verl. Munksgaard (Kopenhagen): 1—94.
- PEDERSEN, K. J. (1964): The cellular organization of *Convoluta convoluta*, an acoel turbellarian: A cytological, histochemical and fine structural study. Zeitschr. Zellforsch., **64**: 655—687.
- REISINGER, E. und S. KELBETZ (1964): Feinbau und Entladungsmechanismus der Rhabditen. Zeitschr. wiss. Mikr. u. mikr. Technik, **65**: 471—508.
- SHAPIRO, J. E., B. R. HERSHENOV and G. S. TULLOCH (1961): The fine structure of *Haematoloechus* spermatozoan tail. J. Cell Biol., **9**: 211—217.
- SILVEIRA, M. and K. R. PORTER (1965): The spermatozooids of flatworms and their microtubular systems. Protoplasma, **59**: 240—265.
- STEINBÖCK, O. (1966): Die Hofsteniiden (Turbellaria acoela). Grundsätzliches zur Evolution der Turbellarien. Zeitschr. zool. Syst. Evolutionsforschung, **4**: 58—195.
- TÖRÖK, L. J. and P. RÖHLICH (1959): Contributions to the fine structure of the epidermis of *Dugesia lugubris* O. SCHM. Acta biolog. Acad. Scient. Hung., **10**: 23—48.

---

Anschrift des Verfassers: Univ.-Doz. Dr. Jörg KLIMA, Institut für Elektronenmikroskopie der Universität, 6020 Innsbruck, Schöpfstraße 41.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1967

Band/Volume: [55](#)

Autor(en)/Author(s): Klima Jörg

Artikel/Article: [Zur Feinstruktur des acoelen Süßwasser-Turbellars Oligochoerus limnophilus \(Ax und Dörjes\). 107-124](#)