Biologisches Zentralblatt

Begründet von J. Rosenthal

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und Dr. R. Hertwig
Professor der Botanik Professor der Zoologie
in München

herausgegeben von

Dr. E. Weinland
Professor der Physiologie in Erlangen

Verlag von Georg Thieme in Leipzig

37. Band Februar 1917 Nr. 2
ausgegeben am 20. Februar

Der jährliche Abonnementspreis (12 Hefte) beträgt 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, die Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Menzingerstr. 15, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwickelungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. E. Weinland, Erlangen, Physiolog. Institut, einsenden zu wollen

Inhalt: **J. Nusbaum**, Studien über die Physiologie der Verdauung bei den Landasseln *(Isopoda)*. — **F. Röder**, Über die Ursache der Atembewegungen. — **H. Kranichfeld**, Die Einwände Heribert Nilsson's gegen die Mutationslehre von Hugo de Vries und sein Versuch, die bei der *Oenothera Lamarckiana* beobachteten Mutations- und Kreuzungserscheinungen auf den Mendelismus zurückzuführen. — **E. Naumann**, Beiträge zur Kenntnis des Teichnannoplanktons. — **O. V. Hykeš**, Einige Bemerkungen zu dem Aufsatze Isaak's „Ein Fall von Leuchtfähigkeit bei einem europäischen Großschmetterling".

Referate: E. Wasmann. Bemerkungen zur neuen Auflage von Calwer's „Käferbuch". — Wünsche, Die Pflanzen Deutschlands.

Studien über die Physiologie der Verdauung bei den Landasseln (Isopoda).

Von Prof. Dr. Joseph Nusbaum-Hilarowicz,
Dir. d. zool. Inst. d. Universität Lemberg.

(Vorläufige Mitteilung.)

Seit längerer Zeit beschäftige ich mich mit der Physiologie der Verdauung bei den Landasseln (*Oniscus murarius*, *Porcellio scaber*), wobei ich einige interessante und vom allgemein-biologischen Standpunkte wichtige Tatsachen zu konstatieren vermochte. Da meine ausführliche Arbeit mit zahlreichen Abbildungen, infolge der Kriegszeiten, wahrscheinlich noch eine lange Zeit nicht erscheinen wird, fasse ich hier die wichtigsten Resultate meiner bisherigen Untersuchungen zusammen.

Über die Histologie der Verdauungsorgane bei den Isopoden und zwar, was uns in erster Linie interessiert, über die des Mitteldarmes und der hier aus vier Schläuchen bestehenden Mitteldarm-

drüse, wie auch über die Physiologie der Verdauung bei diesen Crustaceen haben ziemlich viele Forscher gearbeitet, wie M. Weber (2), J. Frenzel (4), B. Rosenstadt (5), Manille Ide (6), L. Huet (3), P. Mayer (1), A. Guieysse (10), P. Mac Murrich (7), J. Murlin (9) und Andere[1]).

Trotz so vieler Arbeiten sind manche Kardinalpunkte bisher vollkommen unaufgeklärt geblieben, worauf schon W. Biedermann (11) und H. Jordan (13) die Aufmerksamkeit der Forscher gelenkt haben.

Wir wissen ja bisher nicht, ob die Mitteldarmdrüse ein nur die Verdauungssäfte sezernierendes Organ darstellt, oder ob es auch als ein absorbierendes Organ funktionieren kann, wie bei den höheren Crustaceen (Dekapoden).

Pl. Mac Murrich war der Meinung, daß der Mitteldarm der Isopoden keine Rolle bei den Absorptionsprozessen spielt, daß er nur als ein Reservoir für die Nahrung dient, weil die dicke Chitinkutikula auf der freien Oberfläche des Epithels den Übergang der Nährsäfte verhindert. Er vermutet deshalb, daß die Absorption hier wahrscheinlich nur in den Schläuchen der Mitteldarmdrüse zustande kommt, er führt aber gar keine Beweise dafür.

Andererseits beweist Murlin, daß diese Kutikula des Mitteldarmepithels porös ist; er beweist auch experimentell, daß Fette und gewisse Eiweißsubstanzen von diesem Epithel absorbiert werden. Aber er läßt vollkommen beiseite die wichtige Frage, ob auch das Epithel der Mitteldarmdrüse absorptionsfähig ist, obgleich er sich mit der Struktur dieses Epithels und mit der Sekretionsfunktion desselben beschäftigt. Er zeigt nämlich ganz richtig, daß die von M. Weber im Epithel der Drüse beschriebenen vollkommen differenten Zellenarten (sogen. Leberzellen und Fermentzellen Weber's) nur eine und dieselbe Zellenart darstellen, daß nämlich die „Leberzellen" Weber's nur ausgewachsene und reife „Fermentzellen" (M. Weber) darstellen, welche letztere viel niedriger und kleiner als die ersteren sind und eine ganz basale Lage haben, was auch von mir mit vollkommener Sicherheit konstatiert worden ist und was auch mit Frenzel's und Rosenstadt's Anschauung übereinstimmt.

Da in letzteren Jahren auch in „Hepatopancreas" vom Flußkrebs Apáthy und Farkas (1908) zwei histologisch differente Epithelzellenarten beschrieben haben, von welchen die einen absorbierend, die anderen sezernierend sind, so könnte man vielleicht meinen (Jordan), daß die von M. Weber bei den Isopoden unterschiedenen zwei Zellenarten auch der Funktion gemäß voneinander differieren, was jedoch

1) Da während des Krieges manche ausländische Zeitungen mir nicht zugänglich waren, weiß ich nicht, ob während dieser Zeit noch irgendwelche andere Arbeiten über diese Frage veröffentlicht worden sind.

nicht stattfindet; sowohl die jungen („Fermentzellen" Weber's), wie auch die ausgewachsenen großen („Leberzellen" Weber's) können zu verschiedenen Zeiten sowohl absorbieren, wie auch sezernieren, wie es meine Experimente mit vollkommener Sicherheit gezeigt haben.

Was die Sekretionsfunktion der Mitteldarmdrüse anbelangt, so bestätige ich die Beobachtungen Murlin's, daß dabei ganze Zellen zugrunde gehen, aber nicht nur die großen Zellen, sondern auch die kleinen, wobei auch die Kerne degenerieren (gegen Murlin, nach welchem die basalen Teile der Zellen samt den Kernen niemals einem Zerfall unterliegen).

Nach meinen Beobachtungen erscheint zuerst eine „blasenförmige Sekretion" der Zellen, bald nachher folgt aber ein Zerfall der Zellen. Dies geschieht so, daß in manchen Partien des Drüsenschlauches die Drüsenzellen, alle ohne Ausnahme, einem vollständigen Zerfall unterliegen (also samt den Kernen) und sich in das Sekret verwandeln, welches hier das ganze Lumen des Drüsenschlauches (bis zu der unter dem Epithel liegenden homogenen Tunica propria) ausfüllt und ungeheuer viel Fettkugeln enthält, welche im frischen Zustande eine gelbliche Farbe zeigen und konserviert sich intensiv mit Überosmiumsäure, wie auch mit Sudan III färben lassen, so daß ihre fettige Natur keinem Zweifel unterliegen kann. Die Fettkugeln entwickeln sich in beiderlei Formen von Zellen, sowohl in den kleinen wie auch in den großen; während aber in den kleinen die Anzahl von Enzymkörnchen eine überwiegende ist und die Fettkügelchen klein sind, sieht man in den großen Zellen viel größere Fettkugeln und in solcher Anzahl angehäuft, daß das Plasma samt den Mitochondrienkörnchen nur dünne Scheidewände zwischen denselben bildet. Während also in manchen Drüsenpartien alle Epithelzellen einem Zerfall unterliegen und sich in das Sekret verwandeln, sieht man in anderen, benachbarten Drüsenpartien, daß hier nur die großen, meist in das Drüsenlumen hineinragenden Zellen zerfallen, während die jungen, kleinen, basalen ein neues Drüsenepithel regenerieren, indem sie sich auf direktem Wege vermehren. Das neu gebildete Epithel ist niedrig, fast abgeplattet. Später erscheinen bald in demselben, infolge eines ungleichmäßigen Wachstums, größere und kleinere Zellen, die den zwei Weber'schen Zellenformen entsprechen.

Experimentelle Untersuchungen führten mich weiter zum Schlusse, daß die Epithelzellen der Drüse nicht nur die oben beschriebene sekretorische Rolle spielen, vielmehr, daß sie auch eine absorbierende Funktion in großem Maße auszuüben imstande sind.

Die experimentelle Seite der Untersuchungen bestand darin, daß ich mehrere Tage oder mehrere Wochen hungernden Exem-

plaren von *Oniscus* verschiedenartige Nährstoffe gegeben habe: Fette, Lecithin, Fibrin, Pepton, Dextrin, Käse oder Brot mit darin eingemachtem Karmin, Tusche oder Lampenschwarz und endlich Ferrum peptonatum, gemischt mit Pepton. Ferrum peptonatum stellt ein in der Pharmakopöe bekanntes Präparat dar, welches Eisenchlorid enthält.

Diese Experimente zeigten mir u. a., daß: 1. flüssige oder halbflüssige Nahrungssubstanzen in das Lumen der Mitteldarmdrüsenschläuche eintreten, 2. daß wenigstens Fette, Lecithin und Ferrum peptonatum nicht nur von dem Mitteldarmepithel, sondern auch vom Epithel der Mitteldarmdrüse und zwar sowohl von dessen großen, wie auch von kleinen Zellen absorbiert werden. Einen sehr schönen und unumstößlichen Beweis dafür, dass diese Zellen absorbieren, kann man mit Ferrum peptonatum erreichen.

Nachdem das Tier einige Tage mit diesem Präparat ernährt worden ist, wurde es getötet, der Darm samt den intakten Mitteldarmschläuchen wurde auspräpariert, in Alcohol absolutus oder in Sublimat satur. fixiert und in Paraffin eingebettet. Die 6 μ dicken Schnitte (mit 7 % Alkohol am Objektträger angeklebt) wurden durch Xylol in Alcohol absolutus übergeführt und dann mit 2 % Ferrocyankalium und nachher mit 10 % Acidum hydrochloricum behandelt. Im Epithel des Mitteldarmes und in weit größerer Anzahl im Epithel der Mitteldarmdrüse erscheinen nach dieser Behandlung sehr schöne Sedimente vom Berlinerblau, die sich unter stärkeren Vergrößerungen als blaue Körnchen rings um gewisse Centra angehäuft darstellen. Wie es aus dem Vergleich mit anderen Präparaten (konserviert in Champy's Flüssigkeit, Mitochondrienfärbung nach Kull) hervorzugehen schien, bildeten die winzigen Mitochondrien diese Centra.

Mit der wichtigen und interessanten Tatsache, daß die Epithelzellen der Mitteldarmdrüse absorbieren können, ist eine andere, nicht weniger interessante Tatsache verbunden und zwar, daß während des Absorptionsprozesses die Struktur der freien Oberfläche dieser Epithelzellen einer prinzipiellen Modifikation unterliegt, ohne jeden Zweifel im innigsten Zusammenhange mit der Funktionsänderung.

Und zwar, an der freien Oberfläche sowohl der kleinen, wie auch der großen Epithelzellen finden wir in der Ruheperiode einen doppelten Stäbchensaum; einen inneren, direkt an der freien Oberfläche gelegenen, dünneren Saum und einen äußeren, unter dem ersteren gelagerten, viel dickeren; beide sind voneinander durch ein sehr dünnes homogenes, mit Fuchsin S. intensiv sich färbendes Häutchen abgegrenzt. Während der Absorptionstätigkeit der Zellen erscheint nun außerdem eine Schicht von sehr langen Cilien an der freien Oberfläche der Zellen, die dicht nebeneinander stehen,

überall gleich dick sind und bei der Anwendung der Kull'schen Mitochondrienfärbungsmethode eine intensiv violette (von Thionin) Farbe annehmen.

Diese Cilien sind auch im lebendigen Zustande an Zupfpräparaten (in physiologischer Kochsalzlösung) sichtbar und man kann sich an solchen Präparaten überzeugen, daß diese Cilien keine Bewegung aufweisen. Sie stellen also protoplasmatische cilienähnliche Fortsätze dar, die aber ganz unbeweglich sind. Der Basalteil einer jeden Cilie dringt in die Tiefe der Zelle zwischen den Stäbchen des inneren Saumes hinein, durchbricht das Grenzhäutchen, dringt zwischen den Stäbchen des äußeren Stäbchensaumes weiter hinein und endigt im Plasma unter diesem letzteren, wo eine größere Anhäufung von Mitochondrien gelagert ist. Jede Cilie geht von einem winzigen Basalkörperchen aus.

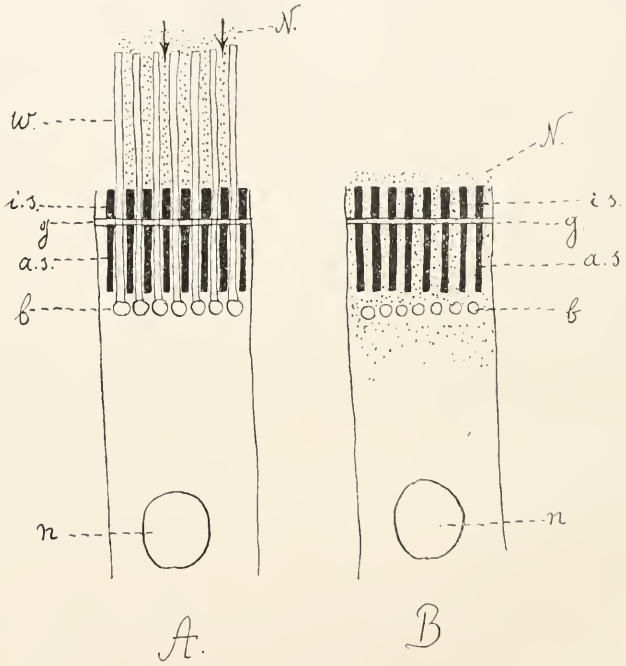
Gegen das Ende des Absorptionsprozesses fallen die Cilien ab und eine längere Zeit hindurch liegen sie noch ganz frei in der Nähe der Drüsenwand, als ganze Komplexe, bald unterliegen sie aber einem Zerfall. Wenn die Zelle anfängt zu sezernieren, verliert sie ihren inneren Stäbchensaum und bald auch den äußeren, welche ganz abfallen, worauf der Zerfallprozeß der Zelle beginnt, um das Sekret zu bilden.

Die Tatsache, daß lange, sehr dicht nebeneinander stehende, wimperartige Fortsätze am Beginn des Absorptionsprozesses auf der freien Oberfläche des Epithels erscheinen, beweist, daß diese Strukturen in irgendwelchem Zusammenhange mit diesem Prozesse sind.

Ich bin der Meinung, daß dieser dichte Wimperbesatz, in welchem, zwischen den Elementen desselben, eine große Anzahl von äußerst engen Kapillarspalten erscheint, wie ein Fließpapier auf die flüssige Nahrung wirken kann, welche unter dieser Kapillarwirkung in das Innere des Plasmas hineindringt. Wir müssen dabei erwägen, daß die langen Cilien bald herausfallen, indem sie sich von ihren Basalkörperchen losreißen und somit sehr engen Kapillarspalten, feinen Kapillarkanälchen den Anfang geben, in welche die flüssige Nahrungssubstanz weiter eindringen kann, bis sie in die Tiefe der Zelle gelangt. Meine Hypothese, die sich auf wichtige, direkt zu beobachtende Tatsachen stützt, kann durch das folgende Schema (Fig. 1, s. Erklärung) erläutert werden.

Wie bekannt, ist für uns bisher der Mechanismus des Absorptionsprozesses ganz rätselhaft. Prof. H. Jordan (11) charakterisiert ganz zutreffend die betreffenden Schwierigkeiten, indem er sagt (S. 39): „Kurz, die eigentliche Mechanik der Absorption, das Durchlässigwerden der Zellmembran für bestimmte Stoffe, das Transportieren der Lösungen, müssen wir als durch „physiologische“ (d. h.

zurzeit rätselhafte) Zellkräfte bedingt ansehen, die. auf physikalisch-chemische Kräfte zurückzuführen, bislang nicht gelingt, die aber jedenfalls komplizierter sind, als man früher glaubte." Da bekanntlich schon nach den älteren Versuchen von O. Cohnheim, Reid u. a. das Epithel selbst auch bei den höheren Tieren eine wichtige aktive Rolle bei den Absorptionsprozessen spielen muss, weil nach dem Tode oder nach der Schädigung desselben die absorbierende Eigen-



Schema zur Erläuterung des Verhaltens der Struktur der freien Oberfläche der Epithelzellen der Mitteldarmdrüse der Isopoden während des Absorptionsprozesses. In *A* ist der Wimperbesatz noch vorhanden, in *B* ist derselbe schon abgefallen; *N* — Nahrung, *w* — Wimpern, *i.s.* — innerer Stäbchensaum, *a.s.* — äußerer Stäbchensaum, *g* — Grenzhäutchen zwischen denselben, *b* — Basalkörperchen, *n* — Zellkern.

schaft der Darmschleimhaut wegfällt, so ist vollkommen begründet die Behauptung Hermann's (Lehrbuch der Physiologie 1905. S. 620), daß „die Epithelzellen eine noch aufzuklärende aktive Rolle auch bei den einfachsten Resorptionsprozessen spielen". Es ist nur möglich, daß weitere Forschungen unsere Idee, daß hier u. a. auch kapillare Wirkungen eine nicht unbedeutende Rolle spielen, bestätigen und somit etwas neues Licht auf diese schwierige Frage werfen werden. Es ist aber auch nicht unmöglich, daß das Erscheinen von langen Cilien bloß zur Vergrößerung der Absorptionsfläche des Epithels dient.

Für mich ist wichtig die Tatsache, daß meine Beobachtungen über das Vorhandensein in den Epithelzellen des Darmes von unbeweglichen Wimpern oder von Wimpern, die zum Abfall fähig sind und nur zeitweise erscheinen, nicht vereinzelt dastehen. So hat z. B. V. Willem (Bull. Acad. Belgique T. 27, 1894, p. 354) in dem Darme der Siphonophoren „Wimperzellen" beschrieben, deren Cilien lang, zahlreich und unbeweglich sind, wobei diese Zellen zur Nahrungsaufnahme befähigt sind. In den Darmzellen der Lumbriciden findet man außer dem Stäbchensaum noch einen Cilienbesatz, wobei nach Greenwood (Journ. Physiol. London, Vol. 13, 1892, p. 239) die Zellen „je nach Bedarf" Stäbchen oder Wimpern bilden können. Ich meine, daß der für alle Absorptionszellen im Tierreich so charakteristische Stäbchensaum vielleicht auch mit einer kapillaren Wirkung innig verbunden ist. Jeder Stäbchensaum besteht aus starren Stäbchen und einem flüssigen Plasma zwischen denselben. Wir können annehmen, daß am Beginne des Absorptionsprozesses hier unter der Wirkung der flüssigen Nahrung, die als ein Reiz wirkt, ein gewisses Zusammenziehen des Zellplasmas zustande kommt, weshalb momentan auch kapillare Spalten zwischen den Stäbchen entstehen, die eine kapillare Wirkung auf die Nahrungsflüssigkeit ausüben. Bei der Bildung von langen Wimpern ist nun möglicherweise eine solche kapillare Wirkung noch viel stärker.

Wichtigste Literatur.

1. Mayer, P. Mitteilungen d. Zoolog. Station zu Neapel Bd. I. 1879.
2. Weber, M. Arch. f. mikroskopische Anatomie. Bd. XVII. 1880.
3. Huet, L. Nouv. recherches sur les Crustac. Isopodes. Thèses. Paris 1883.
4. Frenzel, J. Mitteil. aus d. Zoolog. Station in Neapel. Bd. V. 1884.
5. Rosenstadt, B. Biolog. Centralblatt. Bd. VIII. 1888.
6. Manille, Ide. La Cellule. T. VIII. Fasc. 1er. 1892.
7. Mac Murrich, Pl. J. Journal of Morphology XIV. 1897.
8. Schönichen, W. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 1898.
9. Murlin, J. R. Proceedings of the Academy of Nat. Sciences of Philadelphia. May 1902.
10. Guieysse, A. Arch. Anat. Microscopique. T. 9. 1907.
11. Biedermann, W. Physiologie d. Verdauung in Handbuch d. vergl. Physiol. v. Hans Winterstein.
12. Apáthy, St. v. und Farkas, B. Museumi Füz. Kolozsvár. Naturw. Museumshefte. Klausenburg 1908. Bd. I.
13. Jordan, H. Vergl. Physiol. Wirbelloser Tiere. Jena 1913. G. Fischer.
14. Nusbaum-Hilarowicz, J. Przyczynki do fizyologii trawienia u równonogów (Isopoda). Sitzungsberichte d. Akad. Wiss. Krakau. Dezember 1916 (polnisch). Kurzer Bericht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: 37

Autor(en)/Author(s): Nusbaum Hilarowicz Jozef

Artikel/Article: Studien uÌˆber die Physiologie der Verdauung bei den Landasseln (Isopoda). 49-55