

1044945

Histologische Beiträge zur Kenntnis der Verdauungs-
vorgänge bei den Araneiden.

INAUGURAL - DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

GENEHMIGT

VON DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS
UNIVERSITÄT ZU BERLIN.

Von

Ernst Oetcke

aus Lüchow.



Tag der Promotion: 25. Februar 1911.

Oetcke, Ernst

Diss. Berlin Univ. 1911

bh 4910

Referenten:

Professor Dr. F. E. Schulze.

Professor Dr. Branca.

Diss. Berlin Univ. 1911



Mit Genehmigung der hohen Fakultät kommt hier die Dissertation ohne Abbildungen zum Abdruck. Die Arbeit mit Tafeln wird in einer wissenschaftlichen Zeitschrift erscheinen.

Druck von A. Loewenthal, Berlin NW, Wilsnackerstr. 3.

Meinen Eltern.



Material und Methoden.

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist vornehmlich *Tegenaria domestica*.

Sie wurde sowohl in den Sommer- wie in den Wintermonaten konserviert. Die überwinternden Tiere stammen aus Kellern, wo sie in ihrem Netz auf Beute, welche in Gestalt von Mücken nur spärlich vorhanden war, lauerten. Die erbeuteten Spinnen wurden einzeln in zylindrische Gläser gebracht, in welchen sie meist in der folgenden Nacht ein Netz fertigstellten. Manche dagegen unterließen das Spinnen vollständig und ergriffen die ihnen später gereichte Nahrung im Laufen. Nachdem die Tiere in der Regel acht Tage lang, vom Zeitpunkt des Fangens an gerechnet, ohne Speise gelassen waren, wurden sie mit je einer unserer gewöhnlichen Stubenfliegen gefüttert und sodann verschiedene Zeiten nach dem Beginn der Nahrungsaufnahme, bis zu 14 Tagen, konserviert.

Ich hoffte, so die verschiedenen Etappen des Verdauungsprozesses nacheinander und gesondert zu erhalten. Doch erwies sich leider diese Hoffnung als trügerisch. Denn die Spinnen hatten von ihrer letzten Mahlzeit her, welche ja mindestens acht Tage zurücklag, in den Epithelzellen der sogenannten Leber Nahrungsstoffe mehr oder minder reichlich aufgespeichert, so daß die verschiedenen Stadien der Verdauung durcheinander liefen. Am günstigsten erwiesen sich die im Januar

und Februar gefangenen Tegenarien, da diese sich in den Wintermonaten nur kümmerlich hatten ernähren können.

Selbstverständlich wurden auch Spinnen untersucht, welche längere Zeit hindurch sich reichlichster Nahrung erfreut und solche, die eine längere Hungerperiode ertragen hatten. Im ganzen erhielt ich etwa 50 verschiedene Stadien.

Ich habe eine Anzahl von Konservierungsmethoden versucht, ohne ein zufriedenstellendes Resultat zu erzielen; das Material wurde meist so spröde, daß es beim Schneiden zerbröckelte. Als Konservierungsflüssigkeit von hohem Wert erwies sich endlich folgendes Gemisch:

Alkohol 96 %	60 Vol.
Formaldehyd 40 %	45 „
Eisessig	2 „

In diesem Gemisch, welches alle Organe gleichmäßig gut fixiert, wurden die chloroformierten und am Hinterleibsstiel durchschnittenen Spinnen 3—6 Stunden gelassen und alsdann in 93 % Alkohol ausgewaschen und aufbewahrt. Als Zwischenstufe zwischen Alkohol und Paraffin wurde Chloroform angewandt. Es wurden Quer- und Längsschnitte durch das Abdomen angefertigt; am günstigsten sind mediane Sagittalschnitte, weil man auf ihnen außer der „Leber“ auch den Darm in seinem ganzen Verlaufe trifft. Die Dicke der Schnitte beträgt 3—5 μ . Solch dünne Schnitte wurden nur erzielt, wenn vor Anfertigung eines jeden die Oberfläche des Paraffinblockes mit Mastixkollodium überzogen wurde.

Gefärbt wurden die Schnitte

1. nach van Gieson (Hämatoxylin nach Ehrlich, Pikrinsäure und Säurefuchsin),
2. mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain (ev. Nachfärbung mit Eosin in absolutem Alkohol) und
3. mit Krause's Triacid (Orange G, Rubin S und Methylengrün).

Die besten Resultate lieferte mir die zuerst angeführte Methode.

Die Arbeit wurde im zoologischen Institut der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin ausgeführt. Herrn Geheimen Regierungsrat Prof. Dr. F. E. Schulze sage ich für die Ueberlassung eines Arbeitsplatzes sowie für die Erlaubnis zur Benutzung der Instrumente und der Bibliothek meinen gehorsamsten Dank, desgleichen Herrn Prof. Dr. Deegener, dem ersten Assistenten, für das liebenswürdige Interesse, welches er meiner Arbeit entgegengebracht hat, und die freundliche Hilfe, welche er mir hat zuteil werden lassen.

Bekanntlich nehmen die Araneiden nur flüssige Nahrung zu sich; doch beschränken sie sich nicht darauf, ihrer Beute das Blut auszusaugen, sondern sie verflüssigen mittels der aus ihren Drüsen stammenden Sekrete (nach Bertkau kommen hier die Speicheldrüsen in Betracht) auch deren feste Bestandteile. Es beginnt also bei den Spinnen die Verdauung der Nahrung, bevor diese in den Körper gelangt ist. Das außerhalb des Körpers verflüssigte Beuteobjekt gelangt schnell in die große Mitteldarmdrüse des Hinterleibes, die sogenannte Leber, deren durch die Nahrungseinfuhr verursachte Anschwellung besonders bei hungrigen Tieren auffällt, und in welcher die weitere Verdauung von statten geht. Unter „Leber“ oder Mitteldarmdrüse versteht man jenes „System von Blindschläuchen, die mit einander und in letzter Instanz mit dem Darmkanal kommunizieren.“ Es lassen sich „jederseits zwei Hauptstämme unterscheiden, als deren Verästelungen die meisten der übrigen Follikel anzusehen sind; der unter dem Darm gelegene Lappen enthält nur einen Hauptkanal.“ (Bertkau.) Diese Hauptstämme gehen bald hinter der Stelle ab, an welcher der Darm durch den Hinterleibsstiel in das Abdomen eingetreten ist. Fast der gesamte Hinterleib wird von der „Leber“, welche außer dem Darmschlauch die Ge-

schlechts- und Spinndrüsen einhüllt, erfüllt. Die Follikel werden von einem entodermalen Epithel ausgekleidet und durch ein mesodermales Bindegewebe, in welchem die Malpighischen Gefäße verlaufen, zu einem einheitlichen Organ verknüpft.

Meine Arbeit wird nur auf die im Abdomen sich abspielenden morphologischen Prozesse eingehen und sich zunächst mit dem „Leber“epithel, welches das Hauptinteresse beansprucht, beschäftigen.

Das Epithel der Mitteldarmdrüse. Historisches.

Die Mitteldarmdrüse der Spinnen ist von den verschiedensten Autoren behandelt worden. Bevor ich über meine eigenen Untersuchungen mitteile, sei mir gestattet, kurz anzuführen, was uns in diesem Zusammenhange aus den früheren Arbeiten interessiert. Die älteren Autoren übergehe ich an dieser Stelle und beginne mit Plateau. Dieser beschäftigt sich in einer prächtigen Abhandlung mit der Morphologie und besonders der Physiologie unserer Drüse und stellt fest, daß sie ein verdauendes Ferment produziert und damit dem Pankreas der Wirbeltiere näher zu stellen sei als der Leber. Nach ihm liefert Bertkau eine ausführliche Beschreibung der „Leber“ in morphologischer und physiologischer Hinsicht. Was ihre Funktion anlangt, so weist er nach, daß ihr Epithel sowohl sekretorisch wie resorbierend tätig ist und ihre Lumina als Aufbewahrungsort für die Nahrung, als Magen, dienen. Gleichzeitig mit Schimkewitsch beschreibt er aus dem Epithel zweierlei Arten von Zellen: große keulenförmige, der Tunika mit dem schmälern Ende aufsitzende, welche allein das Lumen der Drüse begrenzen, und zwischen ihnen kleinere,

eiförmige, mit dem breiteren Ende auf der Tunika stehende. Vor den Arbeiten der beiden zuletzt genannten Forscher war nur eine Zellart aus dem Epithel der Mitteldarmdrüse bekannt, und zwar die zuerst genannte.

Bernard gebührt das Verdienst, erkannt zu haben, daß der Inhalt der „Leber“zellen nicht Sekrete, sondern aufgenommene Nahrungssubstanzen sind, welche innerhalb der Zellen verarbeitet werden. Die als Kristalle zurückbleibenden Exkrete gelangen in die Drüsenlumina und von dort in den Darm und nach außen.

Zuletzt hat Berlese die Verdauung der Spinnen ausführlich behandelt. Da er sich ebenfalls mit den morphologischen Zellveränderungen während des Verdauungsprozesses beschäftigt hat, doch wohl ohne eine größere Zahl von Fütterungsstadien zu besitzen, und seine Resultate von den meinigen ganz erheblich abweichen, werden wir im Verlaufe der Arbeit häufig mit ihm zu tun haben. Berlese's Resultate seien hier in möglichster Kürze wiedergegeben. Bemerkte sei noch, daß ihm als Hauptuntersuchungsobjekt ebenfalls *Tegenaria* gedient hat, auf welche sich auch die Mehrzahl der Abbildungen bezieht.

Der Autor kommt zu dem Ergebnis, daß das Epithel der „Leber“ nicht, wie Bertkau will, dimorph ist, sondern homomorph, daß die kleineren eiförmigen Zellen nur die Jugendstadien der größeren, keulenförmigen darstellen. Die kleineren Zellen nehmen die verflüssigte Nahrung auf und koagulieren sie die Kugeln; diese sind in Wasser unlöslich und färben sich mit Eisenhämatoxylin nicht; ihre Eiweißnatur wird durch die üblichen Reaktionen festgestellt. Die in Rede stehenden Zellen bilden solcher Eiweißkugeln mehr und mehr und wachsen damit zu den keulenförmigen heran. Jetzt beginnt infolge der aus dem „überernährten Kern“ heraustretenden „Enzyme“ eine Peptonisierung der Albuminoide, welche deutlich zu verfolgen ist, da sich die Kugeln mit Eisenhämatoxylin sukzessive

schwärzen. Gleichzeitig werden sie in Wasser löslich. Die Auflösung, Verdauung, innerhalb der Zellen geschieht durch in ihnen gebildete Fermenttröpfchen, welche speziell bei *Tege-
naria* „kleiner sind, als man sich denken kann“. Die Stoffwechselprodukte treten in Form von Kristallen und Uraten auf. „Leber“zellen, welche ihr Verdauungsgeschäft beendet haben und neben den Exkreten auch die verdaute Nahrung enthalten, lösen sich vollständig von der Tunika los und fallen ins Lumen. Hier oder im vorderen Teile des abdominalen Darmschlauches werden noch die Kerne und das Protoplasma durch die in den Zellen befindlichen Fermente verdaut und das gesamte assimilierte Material von den Zellen des dem Kolon der Milben entsprechenden Darmes resorbiert. Im hinteren Darmabschnitte, sowie in der Kloake finden sich nur noch Urate, welche mit den aus den Malpighischen Gefäßen stammenden Guaninkristallen nach außen gelangen.

Wir hätten es demnach bei den Spinnen mit einem komplizierten intrazellulären Verdauungsvorgang zu tun: Die außerhalb des Körpers verflüssigte Nahrung wird von den Epithelzellen der Mitteldarmdrüse resorbiert, in zunächst unlösliche Albuminoide, später lösliche Kugeln (Peptone) überführt und als solche kürzere oder längere Zeit gespeichert. Intrazellulär werden die peptonisierten Nahrungskörper verdaut; die aufs neue in flüssigem Zustande befindliche Masse gelangt mitsamt den Zellen in den Darm, um nochmals resorbiert und erst dann an das Blut abgegeben zu werden.

Eigene Untersuchungen.

Betrachten wir der einfacheren Verhältnisse wegen zunächst einen Schnitt durch die Mitteldarmdrüse einer *Tege-
naria*, welche im Januar im Keller erbeutet und sofort konser-

viert wurde, so bietet sich uns folgendes Bild: Auf einer zarten Tunika propria, in welcher an günstigen Stellen längliche Kerne wahrgenommen werden, sitzt ein einschichtiges, scheinbar aus zwei Zellarten bestehendes Epithel. Größere und kleinere Zellen, welche auf den ersten Blick auch infolge ihres Inhaltes zu unterscheiden sind, alternieren, so zwar, daß die ersteren den letzteren 4 bis 5 mal an Zahl überlegen sind. Wir wollen vorläufig die größeren mit Zellen A, die kleineren mit Zellen B bezeichnen.

Die Zellen A stellen sich dar als hohe Zellen von meist ausgesprochen keulenförmiger Gestalt; sie sitzen mit dem verjüngten Ende der Tunika auf und grenzen sich von einander durch eine deutliche Membran ab. Apikal sind sie ein wenig gewölbt und springen in das Lumen vor. In der Regel erreichen nur diese Zellen das Drüsenlumen. Ihr meist vakuolenreiches Protoplasma läßt sich so gut wie gar nicht färben, bei starken Vergrößerungen erscheint es als ganz außerordentlich feine Granulation; von einem Zellgerüst ist nichts zu erkennen. Der im Verhältnis zur Größe der ganzen Zelle nur kleine, ovale oder kugelrunde, nicht allzu chromatinreiche Kern (Durchmesser 7μ) wird in allen möglichen Zellregionen angetroffen und ist sowohl in der Einzahl wie in der Mehrzahl (2—4) vorhanden. Die Chromatinkörner liegen in regelmäßigen Abständen von einander der dünnen Kernmembran dicht an und einige wenige Körner in der zentralen Region. Ein in der Mitte des Kernes befindlicher rosarot gefärbter Nukleolus wird häufig beobachtet.¹⁾ Nur selten kommt den Zellen A dieser Tegenaria als Inhalt eine gelb gefärbte, größere oder kleinere Kugel zu, deren Bedeutung uns vorläufig noch unklar bleibt, sowie kleine, blaßblaue

¹⁾ Wo nicht anders bemerkt, bezieht sich die Färbung immer auf die nach van Gieson.

Tröpfchen, deren Wesen wir auch erst später erkennen können. Bei Färbung mit Eisenhämatoxylin nehmen die geformten Bestandteile der Zelle eine tiefschwarze Farbe an.

Die Zellen B, von Bertkau zum erstenmale beschrieben, welche, wie vorhin erwähnt, an Zahl und Größe geringer sind, zeigen auf Schnitten meistens eine elliptische Form und stehen mit dem breiteren Ende auf der Tunika. Gewöhnlich nehmen diese Zellen nicht teil an der Begrenzung des Drüsenlumens, sondern die Zellen vom Typus A greifen über sie hinweg. Bedeutsamere Unterschiede zwischen beiden Zellarten liegen in der Beschaffenheit des Plasmas und Kernes. Ersteres fällt sofort dadurch auf, daß es sich immer mit Hämatoxylin färbt; es erscheint hier von blasser Rotweinfarbe. Wir werden später sehen, daß das Plasma eine viel intensivere Farbe annehmen kann. Irgend eine Struktur mit Sicherheit festzustellen, war mir nicht möglich. Oft schien mir das Hämatoxylin an feinsten Granula zu haften, und oft glaubte ich, eine faserige Struktur annehmen zu können. Ausgezeichnet ist das Plasma durch eine größere Zahl von Vakuolen, in deren jeder eine homogene Kugel von intensiv gelber Farbe liegt (Durchmesser ca. 12μ). In ein und derselben Zelle sind sie annähernd von gleicher Größe.

Clara Hamburger beschreibt in einer Arbeit zur Entwicklungsgeschichte der *Argyroneta aquatica* diese Gebilde als „runde Körper, deren Zentrum sich mit Säurefuchsin färbt, während der peripherische Teil stark lichtbrechend ist.“ Ich glaube, daß sich diese Beschreibung decken wird mit einer, welche ich später von den fraglichen Kugeln während einer Phase ihrer Weiterentwicklung zu geben haben werde. Jedenfalls ist sicher, daß bei *Tegenaria* diese durch Pikrinsäure gelben Kugeln zu gewissen Zeiten, dann nämlich, wenn ihre Bildung beendet und ihre Umbildung noch nicht begonnen hat, völlig homogen sind. Eisenhämatoxylin färbt sie schwarz,

Ich setze hierher, was Bertkau über ihre chemischen Eigenschaften ermittelt hat: „Mit Ueberosmiumsäure bräunen sie sich, aber nicht rascher als die Bestandteile der anderen Zellen. In Aether und Alkohol sind sie unlöslich, in Glycerin und Wasser zerfallen sie sehr rasch.“ Der große, sphärische, stets in der Einzahl vorhandene Kern ist durch den oben beschriebenen Inhalt an die Zellwand gedrückt. Wenn er hie und da von seiner normalen Gestalt abweicht oder vergebens gesucht wird, ist dies ebenfalls auf Rechnung der gelben Kugeln zu setzen. Sein Durchmesser hat eine Länge von $10\ \mu$. Immer ist der Kern mit einem Hof versehen. Die zahlreichen Chromatinkörner erfüllen ihn in regelmäßiger Anordnung, der größere Teil liegt in derselben Weise der Membran an, wie wir es schon von den Kernen der Zellen A her kennen. In der Mehrzahl der Fälle liegt ein großer Nukleolus von hellroter Farbe im Zentrum des Kernes. Die Lumina der Mittelarmdrüse sind fast leer.

Wir haben damit die Epithelzellen der „Leber“ einer Spinne beschrieben, welche, wie wir aus dem Folgenden entnehmen werden, einige Zeit ohne Nahrung zugebracht hat.

Als nächstes Objekt untersuchen wir eine *Tegenaria domestica*, welche ebenfalls im Januar gefangen, mit einer Fliege gefüttert und $1\frac{1}{2}$ Stunden nach Beginn der Nahrungsaufnahme konserviert wurde.

Die Zellen A wie die Zellen B haben ihr Aussehen geändert. Es empfiehlt sich, da die Entwicklungszyklen beider verschieden lange dauern und die Darstellung an Einfachheit gewinnen wird, sie getrennt zu behandeln und mit den Zellen B zu beginnen. In diesen findet eine Umbildung der gelben Kugeln statt. Zwar war schon bei vereinzelt Zellen des zuerst beschriebenen Stadiums eine Veränderung zu bemerken; aber jetzt ist sie allgemein geworden und soll daher hier beschrieben werden: Die gelben Körper haben zunächst nur

an einzelnen Stellen ihre Affinität zu den Farbstoffen wechselt, indem sie an der Peripherie sowie in der mittleren Region blaue Flecke und Striche erhalten haben. Die Bläuung geht von der äußeren Partie aus und schreitet ins Innere fort. Ich bin nun der Ueberzeugung, daß Clara Hamburger derartige Stadien vor sich gehabt hat, als sie den Satz über den Befund der Zellen B niederschrieb. Auch Bertkau, welcher die Spinnen untersuchte zu einer Zeit, wo sie reichlich Nahrung zu sich genommen hatten, muß bereits umgewandelte Kugeln vor sich gehabt haben. Er schreibt von ihnen: „deren meiste ganz homogen sind,“ „nur hie und da hat die eine, seltener mehrere, einen fein granulierten Inhalt. Mit Hämatoxylin färben sie sich blau, und zwar intensiver als ein anderes Element, mit Ausnahme der Kerne des Bindegewebes.“

Tegenarien, welche $1\frac{1}{2}$ bis 4 Stunden nach Beginn der Fütterung konserviert wurden, zeigen uns, wie die ursprünglich gelben Kugeln nach und nach ganz blau und auch bedeutend kleiner werden. Die Zelle enthält zuletzt kugelige, intensiv blaue Körper, deren Durchmesser nur noch etwa $\frac{1}{4}$ von dem der gelben beträgt. Gleichzeitig ist auch die ganze Zelle kleiner geworden. Eine große Zahl von blauen Tröpfchen hat die Mutterzelle verlassen und findet sich in den benachbarten Zellen A. Ihr Schicksal wird nachher mit jenen Zellen behandelt werden. Einen bestimmten Weg halten die Tröpfchen bei ihrem Auswandern nicht inne, sie vermögen vielmehr an jeder beliebigen Stelle durch die Zellmembran zu gehen; die Grenzen gegen die andern Zellen sind viel undeutlicher geworden. Bei den chemischen Veränderungen, welche offenbar doch die Kugeln erlitten haben, da sie aus acidophilen zu basophilen werden, habe ich keine Beteiligung des Kernes wahrnehmen können. Nach einiger Zeit haben die blauen Tröpfchen sämtlich die Zelle B verlassen, und diese erscheint so klein, daß

ihr unveränderter Kern knapp in ihr Platz hat. Das Plasma färbt sich jetzt stärker als je zuvor.

Der nächste Abschnitt im Lebenslauf dieser Zelle wird charakterisiert durch die Bildung von neuen gelben Kugeln und beginnt mit einer Vergrößerung der Zelle. Zunächst entstehen in dem dichten tiefroten Plasma einer solchen Zelle Vakuolen. Diese sind anfangs nur winzig und zeigen im Innern eine durch Hämatoxylin schwachrötlich gefärbte Masse. Die Vakuolen werden größer, ihr Inhalt verliert die rötliche Färbung und wird gelb. Wir haben schließlich die Zelle wieder in derselben Form vor Augen, wie wir sie zuerst kennen gelernt haben.

Somit läßt sich das Leben dieser Zellart in zwei scharf von einander getrennte Perioden zerlegen. Die Aufgabe der ersten besteht in der Bildung der gelben Kugeln und ist, wenn diese geschehen, beendet; und die der zweiten in deren Umbildung in blaue Tröpfchen. Der Anstoß zu dieser letzten Tätigkeit wird durch den Beginn der Nahrungsaufnahme gegeben, was ich immer habe feststellen können. Bei Spinnen, die ich längere Zeit hindurch täglich stark fütterte, werden die Zellen B in allen möglichen Phasen angetroffen. Dagegen, wenn die Tiere hungern, tritt an den gelben Kugeln die beschriebene Veränderung so gut wie nicht ein. Ich habe Tegenarien bis zu drei und *Epeira diademata* bis zu sieben Wochen ohne Futter gelassen und die Zellen B in dem zuerst mitgeteilten Zustand gefunden, ebenso bei einer *Tegenaria*, welche in der Gefangenschaft Hungers starb und höchstens eine halbe Stunde nach erfolgtem Tode konserviert wurde. Auf diesen Befund mache ich besonders aufmerksam, weil Berlese bei Tegenarien, welche einige Zeit der Nahrung entbehrt hatten, unsere Zelle A nur sehr selten bemerkt (*Si vedono rarissime le piccole, con grosso nucleo*) und in einer Figur, welche einen Schnitt durch ein größeres Stück der „Leber“

einer Tegenaria, die nach 20-tägigem Hungern einging, darstellt, gar nicht gezeichnet hat.

Unter keinen Umständen enthalten diese Zellen jemals andere Bestandteile als die, von welchen im vorigen die Rede war.

Wir haben uns jetzt mit den Zellen A zu beschäftigen und nachzutragen, wie sie sich inzwischen verhalten haben. Die Lumina der Drüsendifertikel jener Tegenaria, welche $1\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Beginn der Nahrungsaufnahme getötet wurde, sind mit unverdauter Nahrung erfüllt. Diese erscheint als schwachrote, sehr feine, infolge der Konservierung geronnene Flüssigkeit, in welcher durchaus keine größeren Bestandteile wie etwa Chitin gefunden werden. Die Zellen A liegen der Speisemasse dicht an und wölben sich in sie hinein. Ihr apikaler Teil, oft auch schon die Zelle in ihrer ganzen Ausdehnung ist von derselben erfüllt. Meistens haben sich dann (oder ob infolge der Fixierung?) die Zellen von dem Speisebrei zurückgezogen, was leicht daran festzustellen ist, daß dessen dem Epithel zugewandte Flächen die Konturen der freien Zellenden nachzeichnen. Die Nahrungsmasse weist innerhalb und außerhalb der Zellen die gleiche Beschaffenheit in Form und Farbe auf. Weder sind auf der Oberfläche der Zelle Oeffnungen vorhanden, durch welche sie ins Innere hätte gelangen können, noch sind zu diesem Zweck von der Zelle Pseudopodien ausgebildet worden, sondern man ist zu der Annahme gezwungen, daß die flüssige Nahrung mittels Osmose durch die Membran hindurch diffundiert ist. Innerhalb der Vakuolen, welche die Zellen durchsetzen, verdichtet sich die aufgenommene Substanz, wodurch eine kräftigere, sich von der Umgebung abhebende Färbung zustande kommt, und gewinnt Kugelform. Derartige Gebilde kann die Zelle reichlich aufnehmen, doch wird auch beobachtet, daß nur einige wenige, dafür aber besonders umfangreiche gebildet

werden. Noch während die Zellen Material aufnehmen, finden an den bereits gebildeten Kugeln chemische Veränderungen statt, deren Wirkungen auch hier an dem Wechsel des färbereichen Verhaltens deutlich werden: sie werden gelb und homogen. Bei Färbung mit Eisenhämatoxylin läßt sich die Umbildung der Kugeln besonders schön verfolgen. Nämlich die Nahrungsmasse, die im Drüsenlumen liegt, sowie die frisch in die Epithelzellen aufgenommene nimmt überhaupt keine Farbe an. Wenn die Kugeln älter werden, treten in ihnen schwarze Pünktchen und Striche auf; in diesem Zustande haben viele große Aehnlichkeit mit Kernen. Die schwarzen Flecke mehren und verdichten sich, und der Prozeß geht soweit, daß die Kugeln vollkommen und intensiv schwarz werden.

In solcher Form von gelben resp. schwarzen Körpern wird die Nahrung längere oder kürzere Zeit gespeichert. Ihre Größe schwankt (Durchm. bis zu 20μ), in ein und derselben Zelle finden sich größere und kleinere. Auch dann, wenn die Zellen von der letzten Mahlzeit her noch reichlich Nahrungskugeln im Innern enthalten, wird die verflüssigte Beute der Spinnen in der bekannten Weise gehäuft. Wir wissen jetzt auch, daß die gelben Kugeln, welche uns in den Zellen A bei Beschreibung des ersten Stadiums auffielen, solche Nahrungskugeln sind. Gewöhnlich füllen diese die Vakuolen ganz aus, so daß von diesen nichts mehr zu sehen ist. Doch nicht immer besetzen die Nahrungskugeln die ganze Zelle, sondern oft bleibt der basale Teil frei und der apikale und zentrale grenzen sich scharf von ihm ab. Die Geschichte der Nahrungskugeln läßt sich noch einen Schritt weiter verfolgen. Jedoch bevor wir diesen machen, haben wir der aus den Zellen B stammenden blauen Tröpfchen zu gedenken, von denen ich bereits früher mitteilte, daß sie in die Zellen A eingewandert sind. Ihre intensive blaue Farbe haben sie zumeist schon eingebüßt; dieser Vorgang spielt sich sowohl in den Zellen A wie auch in den

Zellen B ab und wird begleitet von einer nochmaligen Verkleinerung der Tröpfchen. Infolgedessen ist die Zelle A von ihnen erfüllt in allen möglichen Größen, darunter kaum wahrnehmbare Pünktchen, und das zu einer Zeit, wo sowohl die Nahrungskugeln soeben aufgenommen als auch schon in feste Form, in die gelben, überführt worden sind. Die Art und Weise der Abnahme ihrer Färbungsmöglichkeit ist gut zu erkennen. Sie beginnt an der peripherischen Zone, so daß die Tröpfchen geschichtet erscheinen, da das Zentrum noch tiefblau tingiert ist. Mit der Zeit büßt die Mittelpartie an Intensität der Farbe mehr und mehr ein, und das ganze Tröpfchen ist nur blaßbläulich.

Da in manchen Fällen sich die Zellen A zwischen den Nahrungskugeln gleichmäßig mehr oder minder schwach mit Hämatoxylin blau färben, sind, so will mir scheinen, die einzelnen Tröpfchen zusammengeflossen; zu einer direkten Beobachtung ist es hierbei jedoch nicht gekommen. Festzustellen war dagegen oft, daß eine Anzahl der blauen Tröpfchen in die Drüsenlumina gelangt, aber nicht nach außen entleert wird, da weder in der Kloake noch im Enddarm von solchen eine Spur zu erblicken ist. Höchstwahrscheinlich ist die Fixierung für die Gestalt, in welcher uns die blauen Tröpfchen in den Präparaten erscheinen, mehr oder weniger verantwortlich.

Hiermit verlassen wir diese Tröpfchen und wenden unsere Aufmerksamkeit wieder den gelben Kugeln zu. Ein Teil von ihnen zeigt sich in einem neuen Stadium, auf welches ich oben bereits hinwies. Es treten nämlich in ihnen kleine rötliche Punkte auf, welche den Kugeln das Aussehen von chromatinreichen Kernen geben. Zu beachten ist, daß nur an den gelb gewordenen Nahrungskugeln diese Erscheinung zu beobachten ist, welche bei Färbung mit Eisenhämatoxylin verloren geht, wie übrigens auch die Umwandlung des Inhaltes der Zellen B.

In seiner Arbeit über die Verdauung der Milben deutet Berlese die Pünktchen als Fermente, welche die gespeicherte Nahrung auflösen, verdauen. Bei *Tegenaria* seien sie von außerordentlicher Kleinheit. Diese Auffassung ist ja möglich, doch hat es für mich größere Wahrscheinlichkeit, daß es sich in ihnen um Endprodukte des Stoffwechsels handelt. Beweisen kann ich diese Vermutung leider nicht; denn die Weiterentwicklung der Pünktchen habe ich nicht beobachten können.

Bis hierhin läßt sich das Schicksal der Nahrungsmasse lückenlos verfolgen. Bei wohlgenährten Spinnen treffen wir in den Leberzellen A alle uns bekannt gewordenen Stadien der Nahrungsstoffe, außerdem noch die Exkrete.

Auf diese habe ich jetzt einzugehen. Ihre Bildung ist nicht zu verfolgen, ich muß mich daher darauf beschränken anzugeben, wie sie sich präsentieren und nach außen gelangen. Daß sie innerhalb der Zellen A entstehen, ist ohne allen Zweifel, nie kommen sie in den Zellen B vor.

Fast zu allen Zeiten sind die Zellen A mehr oder weniger voll von kleinen, stark lichtbrechenden hyalinen Kristallen, deren meiste tafelförmig oder säulenförmig erscheinen. Woraus diese Kristalle bestehen, ist nicht sichergestellt; Harnsäurekristalle werden unter ihnen vermutet.

Bernard berichtet, daß die Kristalle am freien Ende der Zelle sich ansammeln und abgestoßen werden.

Ich muß gestehen, diesen Vorgang niemals einwandfrei festgestellt haben zu können, obwohl ich, wenn auch in ganz seltenen Fällen, das Lumen der Drüse von ihnen besetzt fand. Niemals haben meine Objekte Bilder ergeben, die der Figur 16 Berleses auch nur im entferntesten glichen. Dort zeigt er, wie sich die mit derartigen Exkreten beladenen Zellen mit Kern und verdauter Nahrung von der Tunika loslösen und im Drüsenlumen liegen. Die *Tegenaria*, von welcher diese Epithelzellen

stammen, hat 20 Tage gehungert. Was besonders auffällig ist, ist der Umstand, daß Berlese niemals die Kristalle in der Kloake gefunden hat, wo sie doch in großer Zahl vorhanden sein müßten. Im Gegensatz zu ihm finde ich in den Exkrementen innerhalb der Kloake der Spinnen die fraglichen Kristalle vor, ja in einem Falle werden sie nur von diesen gebildet.

In der Epithelzelle A der „Leber“ kommen sie nur dann vor, wenn die Tiere verdauend tätig sind; sie fehlen dagegen bei solchen, welche längere Zeit gehungert haben. Bei jenen Tegenarien, welche im Winter im Keller erbeutet wurden, treten sie erst dann auf, wenn sich die gelben Kugeln in den Zellen A gebildet haben.

Das gleiche gilt von den übrigen Stoffwechselprodukten.

Besonders bei Spinnen mit lebhafter Verdauungstätigkeit läßt sich an den Epithelzellen A am apikalen Ende eine von der übrigen Zelle scharf abgesetzte Zone unterscheiden, welche durch ihren Reichtum an dicht beieinanderliegenden Exkreten auffällt. In der Regel haben diese Urate eine braune bis schmutzige Eigenfarbe und annähernd kugelförmige Gestalt. Diese Gebilde verursachen die braune oder rote Färbung der „Leber“ von wohlgenährten Spinnen. Daß diese Produkte in den aufgenommenen Nahrungskugeln entstehen, habe ich besonders an ungefärbten Schnitten konstatieren können. In jeder beliebigen Zellgegend erhalten in solchen Fällen die Kugeln, und zwar nur die durch Pikrinsäure gelb tingierbaren, im Zentrum einen rötlichen Fleck, welcher sich nach und nach vergrößert, bis eben die Kugel ganz gefärbt ist. Dabei muß auch eine Verkleinerung derselben eintreten, denn die resultierende gefärbte Kugel hat nicht die Größe der ursprünglich farblosen; man findet auch alle Uebergänge: Am freien Zellrande häufen sich diese Stoffwechselprodukte nebst andern gleich zu besprechenden und werden samt einem Teile der Zelle abgestoßen. Bei diesem Vorgange kann auch ein Zell-

kern zu Grunde gehen, welcher dann meistens Spuren der Degeneration aufweist. Im Lumen der Mitteldarmdrüse finden sich derartige Brocken einzeln oder schon mit andern zu größeren Massen vereinigt; durch den Darm gelangen sie in die Kloake.

Daß es sich bei diesem Abschnürungsprozeß um eine ganze Zelle handelt, welche etwa durch eine nachwachsende aus ihrem Verbande losgelöst wird, ist nach meinen Beobachtungen ausgeschlossen; stest wird nur der apikale Zellteil betroffen.

Dieselbe Ansicht vertritt schon Bertkau: „Andererseits schnürt sich auch manchmal das stark pigmentierte und kleine Granula enthaltende Endstück der Zelle ab; solche Stücke findet man unter dem Inhalt der Blindschläuche, und sie machen den Hauptbestandteil der in dem Darm befindlichen Exkremente aus.“

Henking berichtet von *Trombidium fuliginosum* dasselbe.

Nach kurzer Hungerperiode bei *Epeira*, nach langer bei *Scorpio* beobachtete Berlese in den „Leber“zellen Körper, welche als Urate anzusprechen sind und als kleinere oder größere Kugeln mit konzentrischer Schichtung beschrieben werden. Bei *Tegenaria* sehe ich ebenfalls solche Gebilde, welche ich mit jenen identifizieren möchte; Doch kommen sie hier auch bei gutgenährten Exemplaren vor. Sie sind unfärbbar, von schwach gelblicher Eigenfarbe, überall in der Zelle zerstreut und gelangen mit den pigmentierten Kugeln bei der Abschnürung des apikalen Zellteiles in die Drüsenlumina.

Daß sich Guanin in der Form, wie wir es in der Kloake treffen werden, als ganz winzige ungefärbte Kügelchen, innerhalb der Leberzellen findet und, wie Berlese berichtet, bei *Scorpio* in die Drüsenlumina in solcher Menge austritt, daß die Membran gleichsam perforiert erscheint, ist bei *Tegenaria* nicht der Fall.

Die Zellen A aus der „Leber“ der wohlgenährten Spinnen können alle beschriebenen Körper, von der noch ungeformten Nahrungsmasse bis zu den Exkreten, gleichzeitig enthalten. Meistens sind die Zellgrenzen dann sehr undeutlich, selbst gegen das Lumen hin. Auch wenn die Zellen bereits Nahrungskugeln gespeichert haben und mit deren Verdauung beschäftigt sind, wird doch gegebenen Falls neue Speise aufgenommen, was am besten an den mit Eisenhämatoxylin behandelten Präparaten gesehen wird.

Ein ganz anderes Bild gewähren dagegen Tiere, welche längere Zeit ohne Nahrung gelebt haben. Zunächst sind die Zellen A schlanker und länger geworden. Das Plasma tingiert sich mit Hämatoxylin rötlich und der Kern intensiver als je. Niemals ist sonst eine solche Färbung der Zellen A aufgetreten. Der gesamte Gehalt an Nahrungskugeln ist geschwunden, desgleichen alle Kristalle; vorkommen von uns Bekanntem allein in geringerer oder größerer Masse ganz kleine sepiafarbene Urate, welche an jeder Stelle der Zelle anzutreffen sind; oft auch ist eine größere Vakuole mit ihnen erfüllt. Im Lumen der Mitteldarmdrüse sind sie ebenfalls häufig und gewöhnlich in einem abgelösten sphärisch gewordenen Teil der Zelle, welcher auch einen Kern enthalten kann, eingebettet. Darm und Kloake besitzen in reichlicher Menge dieselben Urate.

Besonders wird unsere Aufmerksamkeit in Anspruch genommen von Körpern, welche uns bisher noch nicht begegnet sind, und deren Vorhandensein für Hungerzellen charakteristisch ist. Innerhalb der Zellen nämlich, am meisten im Kern, sind grünliche Kugeln von etwa 4–6 μ Durchmesser zu finden, in deren mittlerer Region zumeist einige helle Pünktchen erscheinen. Diese Gebilde bestehen aus Guanin. (Berlese). Es scheint, als ob sie innerhalb der Kerne entstehen; infolge ihrer Größe treiben sie häufig diese ein wenig auf.

Faussek glaubt annehmen zu dürfen, daß aus den Chromatinkörnchen degenerierter Kerne Guaninkristalle entstehen, wenigstens hat er alle Uebergänge gefunden. Hier dürfte das wohl kaum der Fall sein, da der Kern, welcher einen solchen grünen Körper enthält, im Besitz der Chromatinchondren ist.

Geschlechtsreife Spinnen, welche im Sommer lange Zeit hungerten, (besonders ist mir *Epeira* aufgefallen) haben ihre „Leber“ ungemein reduziert, sicherlich zu Gunsten der Eier und Spermatozoen. Bei einem *Epeiraw*eibchen, welches $1\frac{1}{2}$ Monate kein Futter erhalten hatte, war der Verlauf des Darmes infolge weitgehendster Reduktion der „Leber“ überhaupt nicht mehr festzustellen.

Zusammenfassung und Erweiterung der bisherigen Ergebnisse.

Im Folgenden will ich zunächst unsere bisher an den Epithelzellen der „Leber“ gewonnenen Resultate zusammenfassend darstellen.

Eine Spinne, welche längere Zeit gehungert hat, weist im Epithel ihrer abdominalen Mitteldarmdrüse zweierlei Zellen auf, große keulenförmige ohne geformten Inhalt und kleinere elliptische, die durch ihr rotes Plasma (Hämatoxylin), ihren großen Kern und ihre in Vakuolen liegenden acidophilen (Pikrinsäure) Kugeln imponieren.

Wenn solche Spinnen gefüttert werden, gelangt die durch Sekrete der Speicheldrüse verflüssigte, vorverdaute Beute schnell in die Mitteldarmdrüse. Die großen keulenförmigen Zellen beginnen die Nahrungsflüssigkeit zu resorbieren, welche sich in den Vakuolen ansammelt und zu Kugeln verdichtet, womit eine chemische Umwandlung verbunden ist, welche

durch den Wechsel der Farbstoffaffinitäten bewiesen wird. In derartige Nahrungskugeln wird die Nahrung überführt, ehe sie innerhalb der Zellen verdaut wird, und in solcher Form aufgespeichert.

Inzwischen haben die andern Zellen (B) ihren Inhalt umgebildet. Die Umwandlung ist sukzessive zu verfolgen und gibt sich daran zu erkennen, daß die Kugeln ihre Beziehungen zu den Farbstoffen ändern: sie werden aus acidophilen zu basophilen und außerdem in ihrer Größe sehr reduziert. Die so umgeformten, jetzt basophilen Tröpfchen treten aus ihrer Mutterzelle heraus und ergießen sich in die benachbarten resorbierenden Zellen und auch, doch zu geringerem Teile, in das Drüsenlumen. An diesen Prozessen finden wir die Kerne beider Zellarten in keiner Weise beteiligt. Während sich in der Folgezeit die ihres Inhaltes verlustig gegangenen Zellen, welche außerordentlich an Größe eingebüßt haben, an die Bildung neuer acidophiler Kugeln machen, wobei die Zellen wieder an Größe gewinnen und der geschilderte Cyklus sich bei guter Ernährung mehrere Male hinter einander abspielt, werden innerhalb der großen keulenförmigen Zellen die gespeicherten Nahrungskugeln verdaut und die Exkrete gebildet. Diese treten auf in Form von ihrer Natur nach unbekanntem Kristallen und in Uraten. Diese Exkrete sammeln sich am apikalen Teil der Zelle an, welcher sich abschnürt und ins Lumen gelangt.

Mit dem resorbierten Nahrungsmaterial gehen die Spinnen eventl. sehr sparsam um. So zeigt eine *Tegenaria*, welche nach achttägiger Hungerzeit in der Gefangenschaft mit einer Fliege gefüttert worden war und dann abermals 14 Tage ohne Futter gelebt hatte, nach dieser Zeit die großen resorbierenden Zellen noch mit Nahrungskugeln, wenn auch nicht reichlich, besetzt. Was an diesen die Spinne vor ihrer Gefangennahme in ihrer „Leber“ gehäuft hatte, läßt sich natür-

lich nicht sagen; aber trotzdem kann man behaupten, daß die Arachniden mit ihrer Speise haushälterisch umgehen.

Nach längerem Hungern lassen sich in den großen keulenförmigen Zellen alle geformten Bestandteile vermissen, wohingegen die kleineren, elliptischen ihr zuerst beschriebenes Aussehen haben.

Nachdem wir uns somit Klarheit verschafft haben über das Verhalten des „Leber“epithels während der Nahrungsaufnahme und Verdauung, können wir entscheiden, ob es homomorph (Berlese) ist oder dimorph. Wir haben konstatiert, daß in morphologischer Hinsicht die von uns mit A und B bezeichneten Zellen sich in jeder Phase ihres Lebens gut und mühelos von einander unterscheiden lassen: Immer zeichnen sich die Zellen B vor den andern aus durch die Größe ihres Kernes, durch die Färbbarkeit ihres Plasmas und durch das Verhalten ihres Inhaltes. Niemals war zu bemerken, daß die Zellen B heranwachsen zu den Zellen A, dagegen stets, daß jene, wenn ihre Vakuolen mit acidophilen Kugeln gefüllt sind, sie diese in basophile verwandeln, sich derselben entledigen und an Größe abnehmen, kurz, daß beide Zellarten nichts mit einander zu tun haben. Und mit Rücksicht auf ihre Funktion wurde festgestellt, daß die großen Zellen (A) resorbierend, verdauend und exkretorisch tätig sind, während die kleinen Zellen (B) an diesen Prozessen keinen Teil haben. Somit müssen wir das Epithel der Mitteldarmdrüse der Arachniden als dimorph bezeichnen und gegen die Ansicht Berseles Einspruch erheben. In den großen Zellen (A) findet intrazellulär die eigentliche Verdauung statt; wir wollen sie von jetzt ab Nährzellen nennen.

Daß die Spinnen überhaupt intrazellulär verdauen, konnte nach den Arbeiten Bernards und Berleses nicht mehr bezweifelt werden. Allerdings spielt sich die Verdauung insofern nicht vollständig intrazellulär ab, als bereits außerhalb

des Körpers die Nahrung vorverdaut wird. Auf die Bedeutung der andern Zellen (B) komme ich nachher zurück. Vorher möchte ich nochmals auf die Arbeit Berleses eingehen.

Nach ihm sind, wie wir schon wissen, die kleinen Zellen B, deren Plasma sich so intensiv färbt, und die nur den Kern enthalten, junge Zellen, welche dadurch, daß sie das in der Nahrungsmasse enthaltene Eiweiß resorbieren, ihren Kern „überernähren“ und heranwachsen. Das Eiweiß liegt zunächst in feinsten Pünktchen dicht bei einander, besonders dicht in der Nachbarschaft des Kernes, und wird alsdann zu Kugeln koaguliert. Wenn die Zelle von solchen gefüllt ist, wandern aus dem „überernährten“ Kern Chromatinkörner aus, verteilen sich überall in der Zelle und bewirken als „Enzyme“ eine Peptonisierung der Eiweißkugeln. Die nunmehr peptonisierten Kugeln färben sich mit Eisenhämatoxylin; der Uebergang ist gut zu verfolgen, da sich die Schwärzung nacheinander vollzieht. Die Zelle hat jetzt ihre definitive Größe erreicht und ist dieselbe wie unsere Zelle A. Der Kern ist natürlich bedeutend kleiner geworden, da er ja viel Chromatin eingebüßt hat.

Diese Auffassung Berleses steht zu der meinigen im schärfsten Gegensatz, und ich weiß nicht, wie Berlese zu seinem Resultat gelangen konnte. Ich wiederhole, daß von einem Uebergang der einen Zelle in die andere keine Rede sein kann, und daß beide Zellarten der „Leber“ stets leicht von einander durch die Beschaffenheit ihres Plasmas und Kernes zu unterscheiden sind. Es ist auch nicht zu begreifen, wie eigentlich die „jungen“ Zellen, welche das Drüsenlumen gar nicht erreichen, und denen auch durch Auseinandertreten der benachbarten Nährzellen die Nahrungsflüssigkeit nicht zugeleitet wird, diese aus dem Drüsenlumen resorbieren sollen. Oder will man gar annehmen, daß die „älteren“ Zellen (A) für die „jungen“ (B) resorbieren und ihnen die Nahrung zuführen?

Das Rätsel löst sich vielmehr so, daß Berlese beide Zellarten durcheinander geworfen hat.

In dem jetzt erscheinenden Handbuch der vergleichenden Physiologie von Winterstein weist Biedermann darauf hin, wie unwahrscheinlich der von Berlese mitgeteilte Vorgang des Enzymaustrittes aus den „überernährten“ Kernen in Form von Chromatinchondren sei. Ich habe meine größte Aufmerksamkeit darauf verwandt, dieselbe Erscheinung wahrzunehmen, doch ist es mir nicht gelungen. Niemals habe ich an dem Kern eine Veränderung gesehen, seine Größe bleibt in allen Stadien der Zellen dieselbe.

Nach Berlese sollen sich, wie im historischen Teil meiner Arbeit bereits auseinandergesetzt, diejenigen Zellen, welche die Verdauung hinter sich haben und mit Exkreten und der verflüssigten Nahrung gefüllt sind, von der Tunika ablösen, und hauptsächlich im Darmschlauch soll die Nahrung nochmals resorbiert werden. Biedermann empfiehlt auch dies dringend zur Nachprüfung, und ich muß wieder hervorheben, daß mir eine derartige Beobachtung nicht vergönnt gewesen ist. Man sollte meinen, daß bei Spinnen, welche sich üppigster Ernährung erfreut haben, dieser Vorgang häufig zu beobachten sei, doch ich habe nur gesehen, daß sich Zellteile mitsamt den Exkreten loslösten. Ja, bei einer *Tegenaria* sind in den Nährzellen außer Exkreten (Kristallen) nur noch frisch gebildete Nahrungskugeln, woraus hervorgeht, daß die exkretgefüllte Zelle von neuem resorbiert hat. Die betreffende Spinne ist, nachdem sie nach längerer Hungerperiode $1\frac{1}{4}$ Stunde gefressen hatte, konserviert worden. Hätte Berlese recht, so müßte ein solches Verhalten der Epithelzellen unmöglich sein. Es bleibt mir jetzt noch übrig, über das Wesen der Zellen B einige Worte zu sagen.

Was für eine Aufgabe haben sie zu erfüllen?

Bertkau macht in seiner ersten Arbeit auf die morphologische Uebereinstimmung der Spinnenleber einerseits und der der Crustaceen und Gastropoden andererseits aufmerksam und vergleicht „die kleinen, die hellen Kugeln enthaltenden den „Fermentzellen“, die größeren den „Leberzellen“ der Crustaceen und Gastropoden“. Doch ob sie hinsichtlich ihrer Funktion gleichartig seien, konnte er nicht entscheiden. In seiner Abhandlung vom folgenden Jahre kommt er zu dem Resultat, daß der Inhalt der elliptischen Zellen „zum größten Teile zur Bildung der Eier resp. Spermatozoen verbraucht werde,“ weil „zur Zeit der Winterruhe, noch mehr aber zur Zeit der Fortpflanzung von den zwei Zellsorten jetzt nur noch die flaschenförmigen erhalten sind, oder vielmehr der die elliptischen in so charakteristischer Weise erfüllende Inhalt geschwunden ist.“ Er hält demnach diese Zellen für Speicherezellen. Dagegen ist einzuwenden, daß ich bei Spinnen zur Winterszeit und zu anderen Hungerperioden im „Leber“-epithel immer die fraglichen Zellen mit dem sattsam bekannten Inhalt gefunden habe, dagegen bei Tieren mit reichlichem Stoffwechsel dieselben oft zum allergrößten Teile leer. Und ich meine, daß Spinnen zur Fortpflanzungszeit besonders viel Nahrung zu sich nehmen, und deshalb mögen dann die Zellen wohl häufiger inhaltlos erscheinen.

Wir haben ja aber konstatiert (und daß ist stets der Fall), daß bei wohlgefütterten Tegenarien unsere Zellen B schnell ihren Inhalt umformen, sich desselben entäußern und wieder zur Bildung neuer Kugeln schreiten und sich dieser Prozeß mehrmals hintereinander wiederholt. Man müßte doch wohl annehmen, daß, wenn es sich in den Zellen um Reservoir handle, diese darauf bedacht wären, möglichst viel Material für schlechtere Zeiten zu häufen und während Futtermangels davon zu zehren. Außerdem käme noch wieder die Schwierigkeit der Erklärung hinzu, wie dann diese Zellen die Nah-

rung aufzunehmen imstande seien. Ich bin vielmehr zu der Ueberzeugung gekommen, daß die Zellen B die eigentlichen Drüsenzellen sind, in welchen das zur Verdauung nötige Sekret bereitet wird. Schimkewitsch und Clara Hamburger sprechen in ihren entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen beiläufig dieselbe Vermutung aus, aber ohne den Verhältnissen bei fressenden Spinnen nachgeforscht zu haben. Gestützt wird diese Auffassung dadurch, daß, wie überhaupt von Sekreten bekannt ist, auch hier dasselbe die „Reifungs“erscheinung erkennen läßt, welche eben in dem Wechsel der Affinitäten zu den Farbstoffen besteht, daß das unreife acidophile Sekret sich in kleine basophile Tröpfchen auflöst, welche aus der Mutterzelle austreten und sich in die Nährzellen, in welchen die Verdauung stattfindet, sowie in das Drüsenlumen ergießen. Wie bereits mitgeteilt, zerfallen sie hier noch mehr und fließen, da die Nährzellen sich oft mattblau tingieren, wahrscheinlich zusammen. Merkwürdig ist, daß von sämtlichen Autoren, welche die Spinnen„leber“ zum Gegenstand ihrer Forschung gemacht haben, alle diese mitgeteilten Prozesse übersehen worden sind. Der Grund dafür wird wohl darin zu suchen sein, daß sie eben nicht so methodisch zu Werke gegangen sind wie ich, indem ich mir eine Reihe von Fütterungsstadien verschaffte.

Bereits eine halbe Stunde nach Beginn der Nahrungsaufnahme hat die Umbildung der großen gelben Fermentkugeln in blaue kräftig eingesetzt; hungernde Spinnen zeigen nur verschwindend wenige dieser Zellen bei solcher Tätigkeit. Es geht daraus hervor, daß die Sekretion nicht durch den Hunger, sondern durch den von der aufgesogenen Nahrung ausgehenden Reiz hervorgerufen wird. Auf die Drüsenzelle scheint von dem „unreifen“ Sekret (den gelben Kugeln) ein großer Druck ausgeübt zu werden, da sie schon während der Entleerung zusammenschrumpft und nach erfolgter Ent-

leerung nicht viel voluminöser ist, als daß der Kern in ihr knapp liegen kann. Vielleicht färbt sich das Plasma während dieses letzten Zustandes dadurch so intensiv, daß es mehr auf eine Stelle zusammengezogen erscheint.

Was das Sekret an chemischer Arbeit leistet, kann ich natürlich aus den morphologischen Befunden nicht erkennen.

Bertkau hatte gefunden, daß in der „Leber“ der Spinnen hauptsächlich ein Sekret bereitet wird, welches Fibrin usw. in Peptone verwandelt, und Berlese, daß die durch Eisenhämatoxylin nicht schwärzbaren Nahrungskugeln aus Eiweiß bestehen, welche in Peptone übergeführt werden und sich alsdann intensiv tingieren. Von einer sekretiven Tätigkeit der Nährzellen habe ich nichts erkennen können; die in ihnen während ihrer verdauenden Tätigkeit zu beobachtenden, durch Hämatoxylin schwachblau färbbaren Fermenttröpfchen stammen aus den andern Zellen, den Drüsenzellen.

Ich möchte nicht unterlassen, auf die auffallende Ähnlichkeit hinzuweisen, welche zwischen dem „Leber“epithel der Spinnen und dem Darmepithel der ebenfalls, wie seit Metschnikoff bekannt ist, intrazellulär verdauenden Turbellarien besteht, und beziehe mich dabei auf die neueren Arbeiten von Böhmig, Ude und Arnold. Das Epithel des Turbellariendarmes enthält zwei morphologisch gut unterschiedene Zellen. Böhmig beschreibt sie folgendermaßen: „Die Mehrzahl der Zellen ist von kolbenförmiger Gestalt, gegen die Basis leicht verjüngt und wenig scharf konturiert; die zahlreichen in ihnen enthaltenen Vakuolen werden von verschiedenen großen und verschiedenen gefärbten Einschlüssen erfüllt; die rundlichen oder nur wenig ovalen Kerne liegen gewöhnlich basal, eingebettet in ein feinkörniges, vakuolenfreies Plasma, rücken aber auch bis in die halbe Zellhöhe. Die der zweiten Art sind am reichlichsten in der Nähe des Darmmundes, spärlicher in den sekundären Darmästen anzutreffen. Sie fallen durch

ihre ausgesprochen keulenförmige, schärfer umrissene Gestalt auf; gegen die Basis hin sind sie erheblich stärker verschmälert als die früher genannten, fast zugespitzt; hier finden wir auch stets den chromatinreichen, ovalen, fast spindelförmigen Kern. Sie enthalten gewöhnlich annähernd gleich große, durch Eosin und Eisenhämatoxylin intensiv färbbare, homogene Kugeln; entbehren sie derselben, so sind sie entweder von einem Plasmanetz durchzogen, dessen Lücken noch die Lage des früheren Inhalts erkennen lassen, oder aber es erfüllt ein feinkörniges, mit Hämatoxylin ziemlich intensiv tingierbares Plasma die ganze Zelle. Diese Zellen, welche häufig etwas kürzer sind als die sie umgebenden assimilierenden, die der ersten Art, entsprechen den Körnerkolben Minots.“ Hinsichtlich der Bedeutung der „Körnerkolben“ kommen die oben genannten Autoren übereinstimmend zu der Ansicht, daß es sich in ihnen um sekretbereitende Drüsenzellen handelt; allein der zuerst beschriebenen Zellart kommt verdauende Tätigkeit zu. Arnold, welcher erst im verflossenen Jahre an der Hand von den verschiedensten Stadien durch Fütterung mit Schweineblut die Verdauung der Planaria untersuchte, fand bei leerem Darm die Drüsenzellen groß und mit gefüllten Vakuolen (wie bei Tegenaria). Bei beginnender Nahrungszufuhr nehmen sie an Ausdehnung ab (Uebereinstimmung mit Tege-naria), weil das Sekret, welches zur Verdauung des Fettes verbraucht wird, entleert wird. Schließlich sind die Sekretzellen ganz klein geworden.

Eine Viertelstunde nach Anfang der Fütterung füllen sich die anderen, assimilierenden Zellen mit kleinen Fettkugeln, welche in Vakuolen liegen. Zu beachten ist, daß sich die Aufnahme des Fettes ohne Pseudopodien vollzieht und dieses sich erst innerhalb der Zellen zu Kugeln formt. Die Nahrungskugeln färben sich zunächst tiefschwarz (durch Osmiumsäure), werden alsdann heller, braun und endlich rot.

Die von anderer Seite (v. Graff) vertretene Auffassung, daß der Inhalt der Körnerkolben Reservestoffe seien, wird auf Grund von diesbezüglichen Experimenten (Hungern bis zu 8 Wochen) abgelehnt: die Zellen hatten ihre Kugeln nicht eingebüßt. Wir sehen also, daß zwischen den Epithelzellen des Turbellariendarmes und denen der Spinnen„leber“ weitgehende Uebereinstimmung in morphologischer Beziehung wie hinsichtlich ihres physiologischen Verhaltens zu konstatieren ist.

Bindegewebe.

Im Anschluß an das Epithel der „Leber“ habe ich das Verhalten des Bindegewebes, des Darmkanals und der Malpighischen Gefäße zu behandeln.

Vom Bindegewebe wurde bereits erwähnt, daß es mesodermalen Ursprungs ist, die einzelnen Leberfollikel miteinander und mit dem Darmkanal verbindet und die Vasa Malpighi einschließt. Beschrieben wurde es zum erstenmal von Bertkau, nachdem Grube seiner nur kurz und unvollkommen Erwähnung getan hatte. Je nach den verschiedenen Ernährungszuständen kann es (d. h. sein Inhalt) einen anderen Anblick gewähren. Im allgemeinen ist zu sagen, daß innerhalb der Zellen des Bindegewebes fast alle Bestandteile angetroffen werden, welche wir bei Behandlung des „Leber“epithels kennen gelernt haben. Das Bindegewebe umspinnt zumeist in nur dünnen Strängen die einzelnen Divertikel der Mitteldarmdrüse, nur selten wird es in größerer Breite als von zwei Zellen beobachtet. Es besteht aus polygonalen Zellen, deren Plasma entweder nur als schmaler Randbelag der deutlichen Membran auftritt oder ein weitmaschiges Netzwerk

bildet. Der Kern liegt zentral oder an einer Seite und erscheint ähnlich wie die Kerne der Nährzellen, weshalb von einer nochmaligen Beschreibung Abstand genommen wird.

Bei hungernden Tegenarien sind die Bindegewebszellen leer von Einschlüssen bis auf grünliche Tröpfchen, welche uns schon in den Nährzellen bei stark hungernden Exemplaren aufgefallen sind und aus Guanin bestehen sollen. Sie finden sich hier in derselben Weise innerhalb wie außerhalb des Kernes. Es scheint demnach, als ob der Kern an ihrer Bildung hervorragend beteiligt wäre.

Wenn aus den Drüsenzellen der „Leber“ die basophilen Fermenttröpfchen austreten, so ergießen sie sich nicht nur in die Nährzellen und in das Drüsenlumen, sondern sie gelangen auch, wie mir scheint, „zufällig“ in die Zellen des Bindegewebes, um von hier aus in andere Nährzellen zu dringen. Daß die Membranen jener Zellen sehr durchlässig sind, ist auch andererseits zur Genüge beobachtet, und wir werden davon gleich weiter hören; zudem handelt es sich noch um wandernde Flüssigkeiten.

Das Wort „zufällig“ bedarf einer Begründung, welche ich jedoch erst später bringen kann.

Bei gutgenährten Spinnen finden sich innerhalb der Bindegewebszellen Nahrungskugeln, aber nur jene durch Pikrinsäure resp. Eisenhämatoxylin färbbaren, sowie die in Form von Kristallen auftretenden Stoffwechselprodukte. Vermißt werden dagegen die braunen resp. roten kugeligen Produkte, welche sich in den Nährzellen am apikalen Ende ansammeln und ins Lumen entleert werden.

Die Nahrungskugeln können natürlich in das Bindegewebe nur aus den Nährzellen gelangen, und ich glaube, daß wir berechtigt sind, auch für die tafelförmigen und säulenförmigen Kristalle, wenigstens für einen Teil, dasselbe annehmen zu dürfen. Letztere finden sich hier, wenn die Nährzellen von ihnen erfüllt

sind, oft in größter Menge. Bertkau, welcher von intrazellulärer Verdauung bei Spinnen noch nichts wußte, beobachtete, daß „das Zwischengewebe zur Zeit reichlicher Nahrungsaufnahme dicht mit kleinen Kugeln erfüllt (ist), die sich mit Osmiumsäure rasch schwärzen.“ Es ist wohl sicher, daß diese Kugeln aufgenommene Nahrung waren.

Was geschieht mit den Nahrungskugeln im Bindegewebe?

Wenn wir uns vergegenwärtigen, daß wir außer ihnen dort Fermente und Stoffwechselprodukte antreffen, so sollte man meinen, es würde in den fraglichen Zellen verdaut. Nach reiflicher Prüfung komme ich aber zu dem Schluß, daß davon nicht die Rede sein kann. Folgende Gründe sind für mich maßgebend:

1. erhalten niemals die gelben Nahrungskugeln die uns aus den Nährzellen bekannten rötlichen Pünktchen, von denen ich annehme, daß sie unter der Einwirkung von Sekreten entstehen, und 2. finden sich innerhalb des Bindegewebes ebensowenig die bekannten braunen und roten Kugeln, welche Endprodukte des Stoffwechsels sind.

Aus diesen beiden Gründen glaube ich mich berechtigt, die Annahme eines Verdauungsvorganges innerhalb des Bindegewebes ablehnen zu dürfen, und bezeichnete ich das Vorhandensein der Fermenttröpfchen in ihm als „zufällig“. Bereits Bertkau war der Ansicht, daß das Bindegewebe der Arachniden den Fettkörper der Insekten vertrete. Und darin hat er vollständig recht. Demnach wäre es als Speicher- und Exkretionsorgan aufzufassen. Daß das betreffende Gewebe bei guter Ernährung Nahrungsstoffe aufspeichert, wissen wir, und daß diese hier keiner Verdauung unterliegen, scheint auch sicher. Folglich müssen die Nahrungskugeln wieder zurück in die Nährzellen, wenn sie überhaupt dem Körper nützen sollen. Verschwunden sind sie bei hungernden Spinnen.

Bernard, welcher die „Peritonealzellen“ (Bindegewebszellen) leer von Speisestoffen fand (er hatte Spinnen zur Winterszeit untersucht), sah jene, auf Bertkaus Beobachtungen fußend, als provisorisches Depot an, in welches während günstiger Ernährungsbedingungen Nahrung überführt werde; in Hungerzeiten wandere diese wieder ab in die Epithelzellen der „Leber“, um hier verdaut zu werden. Ich huldige derselben Auffassung. Andererseits hält es Bernard nicht für unmöglich, daß die Peritonealzellen „normal oder anormal“ die Nahrungskugeln für sich verdauen. Doch dürfen wir hierbei nicht vergessen, daß er hier nur eine Hypothese konstruiert, da er am Material das Verhalten der Nahrung nicht studieren konnte.

Daß das Bindegewebe auch der Exkretion dient, scheint mir nicht sowohl daraus hervorzugehen, daß sich in ihm die bekannten Kristalle finden, denn diese könnten auch aus den Nährzellen eingewandert sein, als vielmehr daraus, daß in ihm innerhalb der Kerne die grünen Guaninkugeln entstehen. Es ist auch möglich, daß die Zellen aus den assimilierten Säften die Kristalle exzernieren.

Eine Differenzierung wie beim Fettkörper in (Fett) speichernde und Exkretionszellen hat im Bindegewebe der Spinnen nicht stattgefunden. Bei dem primitiven Verhalten, welches die „Leber“ zeigt, ist das auch nicht zu erwarten. Berlese nennt das Bindegewebe Martrix, weil er annimmt, daß bei den Arachnidae von ihm aus eine Regeneration des „Leber“-epithels ausgeht. Dann würden die entodermalen Epithelzellen ersetzt von mesodermalen Zellen.

Ich bedaure, über die Regeneration der „Leber“zellen nicht das Geringste mitteilen zu können.

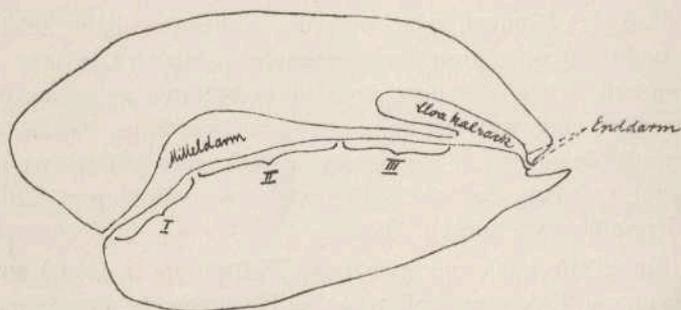
Das Verhalten des „Leber“epithels wie auch des Darmepithels während der Häutung konnte ich leider aus Mangel an diesbezüglichem Material nicht untersuchen. In den wenigen

Fällen, welche sich in der Gefangenschaft abspielten, fand die Häutung des Nachts statt.

Darmkanal und Malpighische Gefäße.

Es bleibt mir nur noch übrig mitzuteilen, welche Veränderungen ich während der verschiedenen Verdauungsetappen an dem Epithel des abdominalen Darmes und seiner Anhänge, der Malpighischen Gefäße, gefunden habe. Vorausgeschickt sei eine Beschreibung ihrer topographischen Verhältnisse.

Der Mitteldarm, welcher durch den Hinterleibsstiel in das



Abdomen eingetreten ist, liegt median. (Textfigur) Er wendet sich zunächst nach der Dorsalseite und zeigt anfangs geringes Lumen, welches sich bald erweitert, und steigt alsdann bei gleichzeitiger Verengung seines Lumens abwärts, am Ende eine große, nach vorn gerichtete dorsale Ausstülpung, den Kloakalsack, bildend. Aus diesem führt ein kurzer Enddarm nach außen.

Bevor der Mitteldarm in die Kloake eingetreten ist, hat diese jederseits, links und rechts vom Darmkanal, einen Sammelgang der Malpighischen Gefäße aufgenommen. Diese selbst sind in dem die Leberfollikel umschließenden Bindegewebe

überall zerstreut anzutreffen; ihr Lumen ist meistens außerordentlich klein. Ihre Abstammung vom Entoderm ist durch neuere entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen sicher gestellt.

Ich beschreibe im folgenden zuerst die histologischen Befunde des Epithels von Darm und Malpighischen Gefäßen bei Tegenarien, welche einige Zeit gehungert haben, deren Nährzellen also nur noch wenig Nahrungskugeln enthalten.

Der im Abdomen verlaufende Mitteldarm läßt sich in drei Abschnitte zerlegen, deren Verschiedenheiten durch das Epithel hervorgerufen werden. In der Textfigur habe ich jene mit I, II und III bezeichnet. Der aufsteigende Schenkel des Darmkanals (I) zeigt ein Epithel, welches sich in nichts von dem der „Leber“ unterscheidet, also Nährzellen und Drüsenzellen enthält, „so daß man auf einer Reihe von Querschnitten oft den Darm vergeblich sucht“. (Bertkau) Die Nährzellen überwiegen hier allerdings in noch höherem Maße als in der Mitteldarmdrüse. In diesem Darmteile, sowie in dem folgenden etwa an der höchsten Stelle, welche der Darm überhaupt im Körper der Spinne einnimmt, liegen die Mündungen der „Leber“ in den Darm. An dem zuletzt bezeichneten Ort hat das Epithel schon ein anderes Aussehen gewonnen; es ist von jetzt ab homomorph, doch sind die Zellen im Abschnitt II und III von einander verschieden.

Das Lumen des Darmkanals hat an der Stelle, welche der Dorsalfläche am nächsten liegt, einen Durchmesser von 275 μ und mehr erreicht, und verringert sich im absteigenden Teile ganz erheblich. Das Epithel des II. Darmteiles besteht aus wenig hohen Zellen, welche, da ihre Grenzen ganz verschwinden, einen einzigen Plasmastrang bilden. Die Länge der Zellen beträgt 8—12 μ . Das Plasma, welches sich bei hungernden Tieren schwach gelblich färbt,¹⁾ erscheint in feinsten Pünktchen

¹⁾ Färbung hier wie im folgenden nach van Gieson.

und läßt oft deutlich eine Längsstriuierung erkennen. Mitunter finden sich im apikalen Teile einige kleine Vakuolen. Der Kern liegt der Basalfläche genähert und entspricht dem der Nährzellen aus der „Leber“. Ein Stäbchensaum kommt an keiner Stelle des Darmes vor.

Im folgenden Abschnitt (III), dessen größter Teil unter der Kloake liegt, werden die Epithelzellen höher und ausgesprochen zylinderförmig (Länge 40μ und mehr). Nicht immer, aber doch dann und wann, bietet es den von Bertkau beschriebenen Anblick, daß nämlich auf Querschnitten das Lumen sternförmig ist, weil höhere und niedrigere Zellen miteinander abwechseln. Die Zellgrenzen sind oft gut zu erkennen. Das feinkörnige Plasma, das sich gelblich tingiert, ist deutlich längsstriuert und weist, besonders am apikalen Teile, reichlich kleine Vakuolen auf. Der basal gelegene ovale Kern ist größer als der aus den Zellen des II. Abschnittes. Sein Längendurchmesser beträgt 9μ , sein Breitendurchmesser 7μ . Im übrigen konstatiere ich zwischen beiden keinen Unterschied. In der Nähe der Mündung in den Kloakalsack ist das Lumen des Darmes so eng geworden, daß sein Durchmesser nur wenig mehr als 20μ mißt.

Die Kloake (Bertkau), Mastdarmtasche (Wasmann), poche stercorale (Plateau), also jene dorsale Ausstülpung des Mitteldarmes, ist von ansehnlicher Größe.

Bei einer Tegenaria, deren Abdomen $3,4$ mm lang und $2,4$ mm breit ist, hat der Kloakalsack eine Länge von $1,2$ mm und eine Breite von $0,6$ mm. Ausgekleidet wird er von einem hohen Cylinderepithel (Länge ca. $40-50 \mu$), welches dem des zuletzt erwähnten Darmteiles (III) entspricht. Deshalb sehe ich von einer besonderen Beschreibung ab. Es darf nicht verschwiegen werden, daß mitunter das Kloakenepithel von nur geringer Höhe angetroffen wird und Zellgrenzen durchaus nicht erkennen läßt. Eine Beziehung dieses Verhaltens zu

bestimmten Ernährungszuständen der Spinnen habe ich nicht aufdecken können.

Fast zu allen Zeiten, wenn die Spinnen hungern oder sich eines regen Stoffwechsels erfreuen, ist die Kloake von Exkrementen erfüllt und zwar in folgender typischer Weise: In der Mitte des Lumens liegen in verschieden großer Zahl kleinere und größere, eiförmige Kotballen, von denen jeder von einer blauen, strukturlosen Membran umschlossen ist. Diese Ballen bestehen aus den aus den Nährzellen bekannten braunen und roten Uraten und aus Kristallen. Wir wissen, daß sich die apikalen, exkretbeladenen Enden der Nährzellen ablösen, ins Lumen der Drüse gelangen und sich dort vereinigen. Der Darm führt sie in die Kloake. Zwischen den Kotballen und diesen einerseits und den Epithelzellen des Kloakalsackes andererseits liegt eine dichte Masse von ganz winzigen, kugeligen, stark lichtbrechenden Guaninkörpern, welche zum größten Teile aus den Malpighischen Gefäßen stammen. Nie werden sie zwischen den von der blauen Hülle umgebenen Exkreten angetroffen. Daraus geht hervor, wie Berlese richtig schloß, daß die Membran gebildet sein muß, ehe die Massen in die Kloake gelangen. Auch bereits im Darmkanal und in den „Leber“lumina sind die Exkremente von einer Hülle umgeben. Ihre Bildung muß demnach in die Lumina der Mitteldarmdrüse verlegt werden; das Material scheinen die Nährzellen zu sezernieren. Leider sind meine Befunde in dieser Beziehung nicht ganz eindeutig.

Ich habe schon früher darauf hingewiesen, daß Berlese die tafel- und säulenförmigen Kristalle aus den Nährzellen in dem Kloakalsack nicht hat auffinden können, wohingegen ich sie hier häufig fand, ja, in einem Falle nichts anderes von der blauen Hülle umschlossen als nur sie.

Zu beachten ist, daß die Exkremente der Arachniden nur aus Exkreten (Endprodukten des Stoffwechsels) bestehen,

zwischen welchen keine Fäkalien, die den Geweben nie angehört hätten, vorkommen. Immer habe ich gefunden, daß der Inhalt der Kloake erst dann entleert wird, wenn die Spinne, mag sie auch noch so lange hungern, wieder Gelegenheit zum Fressen hat.

Die Exkremeute gelangen durch den kurzen Enddarm ins Freie. Er beschreibt einen nach der Rückenseite hin offenen Bogen; sein Epithel besteht aus Cylinderzellen, welche dorsal höher sind als ventral. Da ich während aller Stadien die Zellen gleichförmig angetroffen habe, scheint er zu den Verdauungsvorgängen in keiner Beziehung zu stehen. Mit der Nahrungsmasse kommt er in keine Berührung.

Die Malpighischen Gefäße bieten auf Querschnitten folgendes Bild: Auf einer dünnen, kernführenden Tunika sitzt ein kubisches Epithel, welches von nur wenig Zellen gebildet wird. Meist trifft man nur zwei bis drei Kerne an. Die Zellgrenzen sind nicht zu erkennen; das Plasma färbt sich nur schwach. Die Kerne sind oval und in der Art der Kerne der Nährzellen ausgebildet. Immer werden in den Zellen, bedeutend mehr noch im Lumen der Gefäße, jene aus dem Inhalt der Kloake bekannten Guaninkristalle angetroffen, welche oft die Gefäße prall füllen. Die vorhin erwähnten Sammelgänge führen sie der Kloake zu.

Es ist gleichgültig, ob die Spinnen hungern oder lebhaft verdauen, diese Exkrete finden sich immer. Daß Guanin exzerniert wird, ist seit langem bekannt.

Ich komme jetzt auf einige Tatsachen aus der Geschichte des Epithels des Mitteldarmes wie der Kloake während der Verdauungsvorgänge zu sprechen, welche den Autoren bisher vollständig entgangen sind.

Wenn man eine Spinne etwa 2 Stunden nach Beginn der Nahrungsaufnahme konserviert und untersucht, findet man das Darmepithel des II. und III. Abschnittes besetzt von

kleinen, meistens intensiv blauen Tröpfchen, welche sich besonders an den apikalen Enden häufen. Viele von ihnen liegen namentlich in dem unter der Kloake gelegenen Darmteile in den Vakuolen. Das gesamte Epithel hat eine bläuliche Farbe erhalten. Mit Sicherheit habe ich an einer Reihe von Fällen konstatieren können, daß diese Tröpfchen aus den Drüsenzellen der „Leber“ stammen; denn manche von ihnen zeigen sich innerhalb des Darmepithels genau so konzentrisch geschichtet (blasser Rand und intensiver „Kern“), wie in den Drüsen- und Nährzellen selber. Daß die Fermenttröpfchen aus den Drüsenzellen in die Nährzellen und in das Zwischengewebe gehen, wissen wir, und alle diese sind mehr oder weniger von den Tröpfchen erfüllt, wenn die Darmzellen sie enthalten. In diesen sind sie plötzlich da; davon, daß etwa die Zellen des Darmes selber Sekret bereiteten, ist durchaus nichts wahrgenommen. Die Därme von Spinnen, welche einige Zeit ohne Nahrung gelebt haben, zeigen niemals die Tröpfchen. Stets werden dagegen diese beobachtet, wenn die Drüsenzellen sich ihres Inhaltes entleeren oder schon entleert haben. Die Fermenttröpfchen treten ins Darmlumen aus und verblassen. Sie mischen sich mit der Nahrungsmasse, wodurch sie einen bläulichen Ton erhält. Im Kloakensack werden die Tröpfchen stets vermißt.

Ich wiederhole, daß ich von einem Sekretionsvorgang der Epithelzellen des Darmes (II und III) selber nichts habe bemerken können.

Eine andere Frage ist die nach der Resorptionsfähigkeit der Darmzellen. Gewöhnlich kommt die aufgenommene Nahrung nur in Berührung mit den Zellen des I. und II. Darmabschnittes. Im I. verhält sich das Epithel wie das der „Leber“, mit welchem es ja auch morphologisch übereinstimmt, im II. findet eine Resorption, wenigstens in der Weise der Nährzellen, nicht statt, und ebensowenig im III.

Und von einer Resorption der bereits gänzlich verdauten Nahrung, welche Berlese besonders im vorderen Teile des abdominalen Mitteldarms geschehen läßt, kann keine Rede sein, da diese gar nicht in den Darmkanal gelangt. Dieser scheint mir nach allem jede besondere Funktion aufgegeben zu haben und nur noch als Rohr zu dienen, welches die aus der intrazellulären Verdauung abgeflossenen Endprodukte des Stoffwechsels aus der „Leber“ in den Kloakalsack führt. Die enorme Ausdehnung der verdauenden Mitteldarmdrüse dürfte auch eine andere Tätigkeit des morphologisch nur kümmerlich erscheinenden Darmes überflüssig machen.

Das Epithel des Kloakalsackes, welchen wir bisher als Depot für die Exkremente kennen gelernt haben, erfüllt jedoch eine besondere, bislang übersehene Aufgabe. Bei fast allen Tegenarien, mit Ausnahme von solchen, welche eine längere Hungerperiode erlitten haben, finden sich in den Epithelzellen der Kloake in großer Menge jene konzentrisch geschichteten, kugeligen, gelblichen Körper, welche wir zwischen den Nahrungskugeln in den Nährzellen antreffen und Urate sein sollen (Berlese). Sie liegen zum größten Teil in kleinen Vakuolen und treten in das Lumen des Sackes aus, zeigen dann aber die spezifische Form der Guaninkristalle.

Das Epithel der Kloake exzerniert aus der assimilierten Nahrung die „geschichteten Sphäriten“, und so hätten wir nicht nur der sogenannten Leber und den Malpighischen Gefäßen, sondern auch dem Kloakalsack exkretorische Funktion zuzuerkennen.

Literatur.

- 1812 **Treviranus:** Ueber den Bau der Arachniden.
Zeitschrift für Physiologie.
- 1836 **Duyès:** Observations sur les Aranéides.
Ann. d. Sc. nat. (2) Zool. T. 6.
- 1842 **Grube:** Einige Resultate aus Untersuchungen über die
Anatomie der Araneiden.
Müllers Archiv.
- 1846 **Wassmann:** Beiträge zur Anatomie der Spinnen
Abhandl. des naturw. Vereins Hamburg.
- 1846 **Meckel:** Mikrographie einiger Drüsenapparate der nie-
deren Tiere.
Müllers Archiv.
- 1881 **Schimkewitsch:** Sur l'anatomie de l'Épeire.
Zool. Anz.
- 1882 **Henking:** Beiträge zur anatomischen Entwicklungsge-
schichte und Biologie von Trombidium fuliginosum.
Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 37.
- 1882 **Frenzel:** Ueber den Bau und Tätigkeit des Verdauungs-
kanals der Larve von Tenebrio molitor mit Berücksich-
tigung anderer Arthropoden.
Berliner entomologische Zeitschr.
- 1884 **Schimkewitsch:** Sur l'anatomie de l'Épeire.
Ann. d. Sc. nat. T. 17.
- 1884 **Bertkau:** Ueber den Bau und die Funktion der sog.
Leber bei den Spinnen.
Archiv für mikr. Anatomie Bd. 23.
- 1885 **Bertkau:** Ueber den Verdauungsapparat der Spinnen.
Archiv für mikr. Anatomie Bd. 24.
- 1887 **Plateau:** Recherches sur la structure de l'appareil digestif
et sur les phénomènes de la digestion chez les Aranéides
dipneumones.
Bull. d. Roy. Belg. (2) 44.

- 1889—94 **Vogt und Jung:** Lehrbuch der praktischen und vergleichenden Anatomie.
- 1893 **Bernard:** Notes on some of the Digestion Processes in Arachnids.
Journ. Roy. Microsc. Soc.
- 1896 **Berlese:** Ricerche negli organi e sulla funzione dell digestione negli Acari.
Rivista Patol. veget. Vol. V.
- 1899 **Berlese:** Circa il mesointestino di alcuni aracnidi.
Rivista Patol. veget. Vol. VII.
- 1901 **Berlese:** Circa il mesointertino di alcuni aracenidi.
senteron negli artropodi tracheati.
Monitore Zool. Ital. 12.
- 1902 **K. C. Schneider:** Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere.
- 1903 **v. Fürth:** Chemische Physiologie der niederen Tiere (darin weitere Literaturangaben).
- 1906 **Schinkewitsch:** Ueber die Entwicklung von Telyphonus caudatus, verglichen mit derjenigen einiger anderer Arachniden.
Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 81.
- 1906 **Böhmig:** Trikladenstudien I. Tricladida maricola ibidem.
- 1907—08 **Nordenskiöld:** Zur Anatomie und Histologie von Ixodes reduvius.
Zool. Jahrb. Abt. Anat., Bd. 25.
- 1908 **Ude:** Beiträge zur Anatomie und Histologie der Süßwassertrikladen.
Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 89.
- 1909 **Faussek:** Ueber Guaninablagerung bei Spinnen.
Zool. Anz., Bd. 35.
- 1910 **Samson:** Zur Anatomie und Biologie von Ixodes ricinus.
Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 93.
- 1910 **Hamburger:** Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Argyroneta aquatica.
Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 96.
- 1910 **Arnold:** Intra-cellular and General Digestive Processes in Planaria.
Journ. Microsc. Sc. Bd. 54.
- 1910 **Winterstein:** Handbuch der vergleichenden Physiologie. (Im Erscheinen begriffen.)

Lebenslauf.

Am 16. Juli 1886 wurde ich, Ernst, Heinrich, Friedrich Oetcke, evangelischer Konfession, zu Stelle (Provinz Hannover) als Sohn des Lehrers Friedrich Oetcke daselbst geboren. Den ersten Unterricht empfang ich in Lüchow (Provinz Hannover) Michaelis 1899 trat ich in die Quarta des Königlichen Gymnasiums zu Salzwedel (Altmark) ein, wo ich Michaelis 1906 das Abiturientenexamen bestand. Im Oktober 1906 wurde ich an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin als stud. phil. immatrikuliert Eine andere Hochschule habe ich nicht besucht. Die Promotionsprüfung bestand ich am 2. Februar 1911.

Ich hörte die Vorlesungen und besuchte die Kurse der Herren Dozenten: Branca, Brauer, Deegener, Erdmann, Fischer, Heymons, Kny, Kolkwitz, Magnus, Marckwald, Münch, Nernst, Riehl, F. E. Schulze, Stumpf.

Meinen verehrten Herren Lehrern bin ich zu aufrichtigem Dank verpflichtet.

Introduction

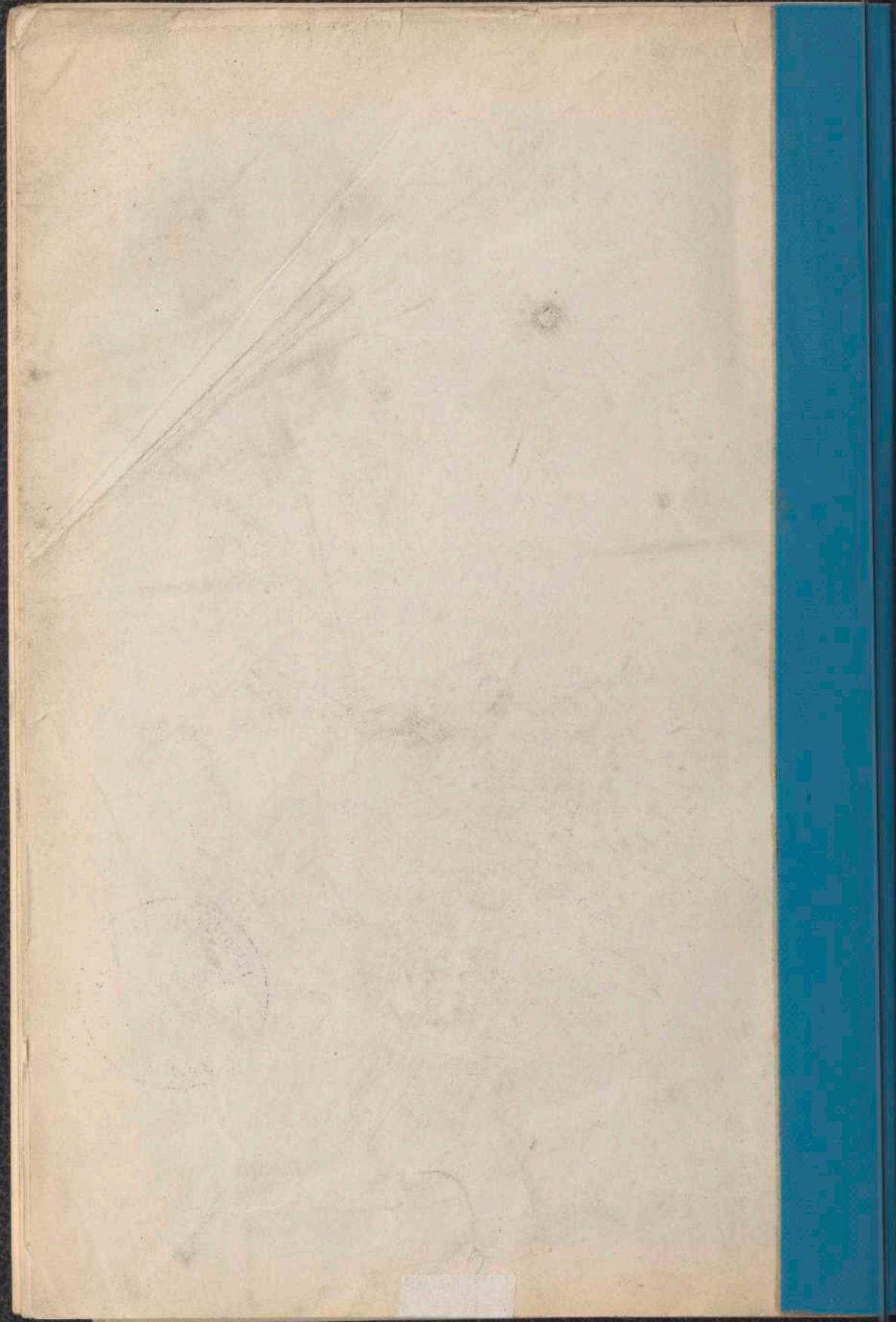
The following is a list of the contents of the book. It is divided into two parts, the first of which contains the history of the book, and the second contains the list of the authors of the various parts. The first part is divided into three sections, the first of which contains the history of the book, the second contains the list of the authors of the various parts, and the third contains the list of the titles of the various parts. The second part is divided into two sections, the first of which contains the list of the authors of the various parts, and the second contains the list of the titles of the various parts.

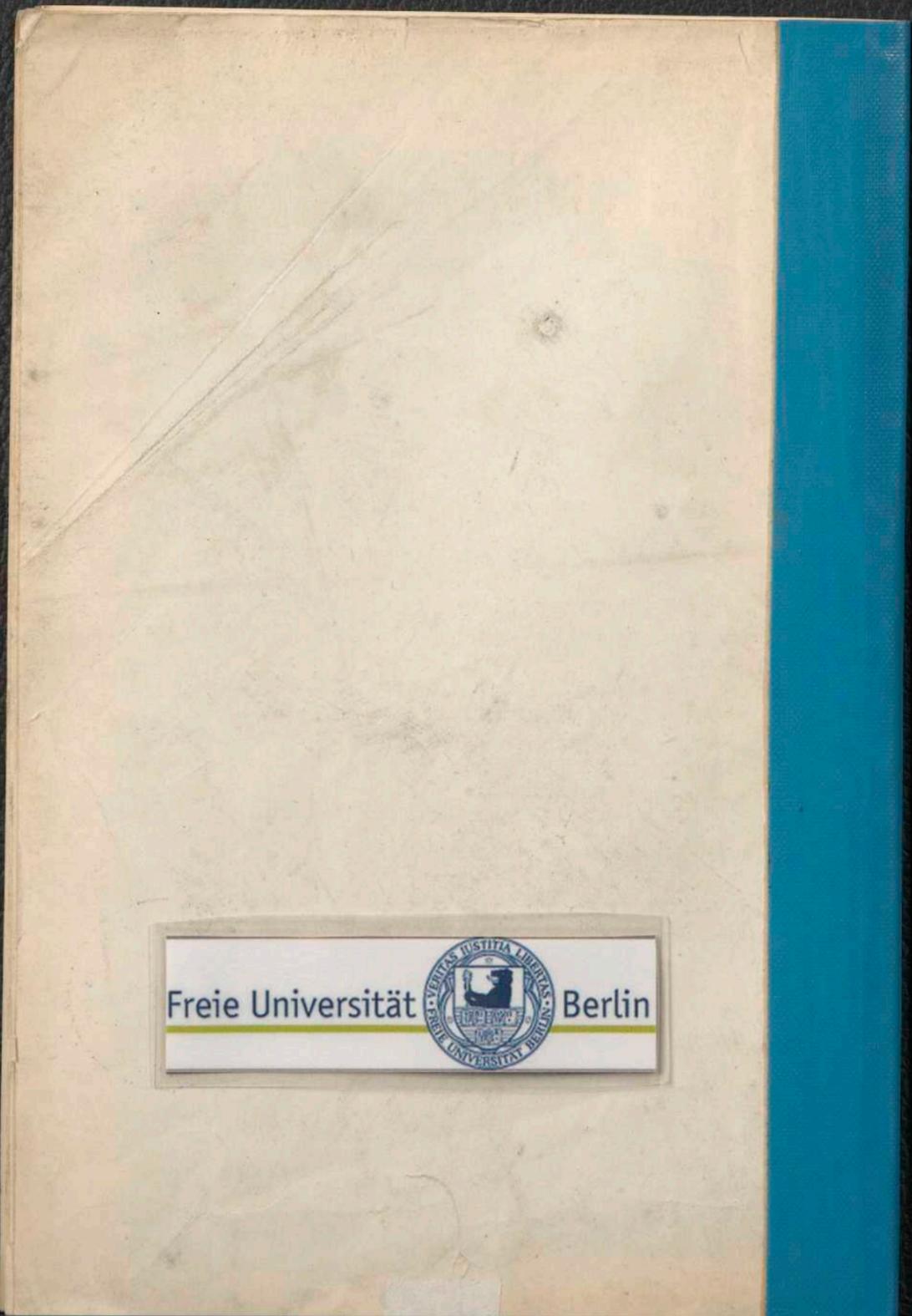
846/olue

Freie Universität Berlin



5000339/188





Freie Universität  Berlin



calibrite

colorchecker DIGITAL SG

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	White	Black	Dark Gray	White	Black	Dark Gray	White	Black	Dark Gray	White
B	Dark Gray	Magenta	Light Purple	Dark Purple	Blue	Cyan	Teal	Light Cyan	Dark Brown	Dark Gray
C	Black	Dark Purple	Light Purple	Dark Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Teal	Green	Black
D	White	Light Blue	Pink	Light Cyan	Pink	Light Green	Orange	Light Orange	Green	White
E	Dark Gray	Brown	Orange	Blue	White	Black	Light Orange	Light Orange	Dark Green	Dark Gray
F	Black	Light Orange	Blue	Green	Light Gray	Dark Gray	Light Orange	Light Orange	Light Green	Black
G	White	Blue	Red	Red	Light Gray	Dark Gray	Brown	Light Orange	Green	White
H	Dark Gray	Dark Green	Purple	Yellow	Light Gray	Dark Gray	Light Orange	Light Orange	Green	Dark Gray
I	Black	Purple	Light Green	Pink	Dark Gray	Dark Gray	Brown	Light Orange	Green	Black
J	White	Light Cyan	Orange	Blue	Black	Black	Light Orange	Light Orange	Light Orange	White
K	Dark Gray	Light Orange	Light Orange	Light Purple	Light Cyan	Light Gray	Dark Gray	Dark Gray	Light Green	Dark Gray
L	Black	Dark Red	Red	Pink	Light Orange	Orange	Light Green	Light Green	Light Green	Black
M	Dark Gray	Pink	Dark Purple	Red	Red	Yellow	Light Green	Light Green	Dark Brown	Dark Gray
N	White	Dark Gray	Black	White	Dark Gray	Black	White	Dark Gray	Black	White

0 1 2 3 4 5 6 mm