

Über den feineren Bau einiger Cuticulae und der Spongienfasern.

Von

Boris Sukatschoff

stud. rer. nat.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Heidelberg.)

Mit Tafel XXIV—XXVI und einer Figur im Text.

In den letzten Jahren (1892, 1894, 1896, 1898) untersuchte Professor O. BÜTSCHLI den feineren Bau verschiedener nichtzelliger, quellbarer Stoffe des Organismus; als ich im Sommer-Semester 1897 in dem Zoologischen Institut der Universität Heidelberg unter seiner Leitung arbeitete, empfahl er mir, seine Studien fortzusetzen und zu erweitern durch Untersuchungen über den feineren Bau der Hornfasern der Spongien, der Cuticulae verschiedener Würmer und des Chitinpanzers der Crustaceen; später zog ich auch, auf Grund gelegentlicher Beobachtungen, die Kokons von *Nephelis vulgaris* Mq. Tnd. in den Kreis der Untersuchung. Im Folgenden will ich die Resultate dieser Untersuchungen mittheilen, welche fast alle nur als Bestätigung und Erweiterung der von BÜTSCHLI früher und in dem jüngst erschienenen Werke »Über Strukturen« ausgesprochenen Anschauungen dienen können. Alle von mir untersuchten Objekte zeigten eine feinwabige Struktur, die meistens recht klar und sicher festzustellen war. Die Untersuchungsmethoden sollen in jedem einzelnen Falle angegeben werden.

I. Die Hornfasern von *Hircinia*¹.

(Taf. XXIV, Fig. 1—6, Taf. XXVI, Fig. 2—3.)

Wie es schon seit langer Zeit festgestellt ist, kann man in den Hornfasern von *Hircinia* zwei Partien unterscheiden: eine äußere Rinden-

¹ Ich habe zwei Arten, *Hircinia variabilis* (O. Schmidt) Schulze und *H. flavescens* O. Schm. untersucht, welche gleiche Verhältnisse zeigten. Darum werde ich sie nicht abtrennen.

zone und die innere Marksubstanz, welche beide fast unmerkbar in einander übergehen. Die äußere Rindenzone besteht aus zahlreichen Schichten und stellt daher gewissermaßen mehrere sich umschließende Cylinder dar. Auf dem optischen Längsschnitt einer Hornfaser sieht man diese Schichten durch dunkle oder helle Linien (je nach der Einstellung des Mikroskops) getrennt; diese sind nur die Grenzen der einzelnen Schichten (resp. Cylinder). Die Marksubstanz, welche bei gewissen Hornschwämmen ganz unbedeutend ist, ist dagegen bei *Hircinia* ziemlich stark entwickelt. Bei schwächerer Vergrößerung zeigt sie auf den Totalpräparaten eine feinkörnige Struktur; die Körnchen sind in Reihen parallel der Längsachse der Faser angeordnet; da, wo sich drei oder mehrere Hornfasern des Netzes zu einem Knotenpunkt vereinigen, sind diese Körnchen in den äußeren Partien der Marksubstanz den Schichten der Rindenzone parallel, während sie im Centrum der Knotenpunkte ganz unregelmäßig angeordnet sind. Bei genauer Untersuchung kann man häufig eine feine, schief gekreuzte spiralgige Streifung der Rindenschicht und Marksubstanz an den Fasern beobachten, welche durch die ganze Dicke der Faser zu verfolgen ist (Fig. 1, Taf. XXIV). Diese Streifung wurde zuerst im Jahre 1896 (p. 4) von BÜTSCHLI beobachtet und dann auch in dem jüngst erschienenen Werke »Über Strukturen« (1898, p. 337) von ihm beschrieben. Bei einigen Fasern konnte ich jedenfalls durch Zugwirkung hervorgerufene zickzackförmige Risslinien beobachten, die quer durch die Fasern liefen (Fig. 1, Taf. XXIV). Die einzelnen Elemente, aus welchen diese Zickzacklinien sich zusammensetzen, entsprechen vollständig den zwei Richtungen der Kreuzstreifung.

Ich untersuchte die Hornfasern ferner nach der Austrocknungsmethode, die von BÜTSCHLI (1896, p. 2) angegeben wurde. An einigen Stellen konnte man jedoch auch ohne specielle Behandlung des Objectes, bei Betrachtung mit starken Vergrößerungen, eine sehr eigenthümliche wabige Struktur auf dem optischen Längsschnitt beobachten; namentlich sah man der Länge der Faser nach abwechselnde Wabenreihen, die einen hell, die anderen dunkel, wie es auf Fig. 2, Taf. XXIV dargestellt ist. Dieselbe Abwechslung heller und dunkler Reihen hat BÜTSCHLI (1892, p. 89 und Fig. 3 b, Taf. IV) in der Cuticula von *Branchiobdella* beobachtet.

Um möglichst reine Schwammfasern zu erhalten, wurden kleine Stückchen des Schwammes mit künstlichem Magensaft behandelt, bis das weiche Schwammgewebe völlig verdaut oder abgelöst war; dann wurden sie mit 5%iger Kalilauge auf dem Wärmeschrank bei ca.

40° C. bis zwei Tage behandelt, mehrmals in Wasser ausgewaschen und durch Alkohol in Xylol übergeführt. Aus Xylol wurden dann kleine Fragmente solcher Fasern auf dem Objektträger unter der Luftpumpe bei höchstens einigen Centimeter Quecksilberdruck ausgetrocknet. Die so ausgetrockneten Fasern verändern ihre Gestalt nicht, verlieren aber ihre braune Farbe und werden kreideweiß in Folge Auftretens von Luft oder Gas in ihrem Inneren. In durchfallenden Licht sind sie daher sehr undurchsichtig. Sie wurden unter dem Deckglas direkt in Luft untersucht oder in geschmolzenen Kanadabalsam, der rasch fest wird, eingeschlossen. Zu diesem Zwecke wurde ein Tropfen Kanadabalsam auf einem Deckgläschen erwärmt, bis er beim Abkühlen fest erstarrte. Dann wurde das Objekt schnell in den zum Schmelzen erwärmten Balsam eingeschlossen, indem man das Deckglas mit dem Kanadabalsam auf das Objekt legte und etwas aufdrückte, wobei der Balsam rasch erstarrt. Zuweilen wurde es nöthig, das in dem Balsam befindliche Präparat noch mehrmals über der Flamme bis zum Schmelzen des Balsams zu erhitzen. Bei dem Austrocknen unter der Luftpumpe werden die einzelnen Wabenhohlräumchen mit Gas erfüllt, was an sehr dünnen Theilen besonders gut zu sehen ist. In den Präparaten, die in geschmolzenen, rasch erstarrenden Kanadabalsam eingeschlossen sind, durchdringt der letztere die Fasern nicht überall, so dass man Stellen trifft, welche die gaserfüllte Struktur sehr schön zeigen. Häufig beobachtet man Stellen mit geringer Gaserfüllung, wo einzelne Wabenhohlräumchen gaserfüllt blieben und als Gasbläschen durch die strukturlose Umgebung ziehen (Fig. 3, Taf. XXIV). Diese Bläschen sind immer in zwei Richtungen, entsprechend der geschilderten schiefen Kreuzstreifung angeordnet, wie es Fig. 4, Taf. XXIV erkennen lässt. Wo aber das Präparat vollständig von Kanadabalsam durchdrungen ist, kann man keine feinere Struktur erkennen; hier sind nur die Schichten der Rinde zu sehen, aber nicht die feinere Struktur dieser Schichten. Das oben geschilderte Bild der wabigen Struktur der Hornfasern wurde zuerst von BÜTSCHLI (siehe oben 1898, p. 336) beobachtet. Auch hat er schon die schief gekreuzte Anordnung der Waben gesehen und die Meinung ausgesprochen, dass von ihr die Kreuzstreifung der Fasern herrühre. Die wabige Struktur lässt sich jedoch nicht nur in den Schichten der Rinde der Hornfasern, sondern auch in der Marksubstanz erkennen.

Besonders überzeugende Resultate wurden durch Maceration der Hornfasern erhalten; sie lassen keinen Zweifel, dass wir eine wabige

Struktur vor uns haben. Die in der oben angegebenen Weise gereinigten Hornfasern wurden mit JAVELLE'schem Wasser $\frac{1}{2}$ —1 Stunde behandelt, darauf mehrmals in Wasser ausgewaschen und nach Vorbehandlung mit 1% iger Chromsäurelösung mit Gentianaviolett (Anilinwasserlösung) stark dunkelblau gefärbt. Die Fasern wurden dann in Wasser unter einem Deckglas, dessen Rand mit Paraffin festgelegt und verschlossen war, eingeschlossen. Alsdann wurde leicht auf das Deckglas geklopft, bis die Fasern zu feinem Pulver zerfallen waren. Die Untersuchung der Zerfallprodukte muss mit den stärksten Vergrößerungen ausgeführt werden. Die ganze Faser zerfällt in einzelne Blättchen und Fragmente (Fig. 5 a—c, Taf. XXIV), die meist nur aus einer Schicht von Waben bestehen; auch diese Blättchen und Fragmente können weiter in einzelne Gruppen von Waben und sogar in einzelne Waben zerfallen. Häufig erhält man auch Fragmente des Wabengerüsts, namentlich kleinste Knotenpünktchen mit drei davon ausgehenden Fäserchen, resp. Wänden. Eine isolirte Partie einer Schicht hat das Aussehen eines Netzwerks, dessen einzelne Fäden schief gekreuzt sind, was vollständig der oben ange deuteten Kreuzstreifung der Hornfasern entspricht. Die Knotenpünktchen, die in den Punkten, wo sich die scheinbaren Fäden kreuzen, liegen, treten besonders deutlich hervor. Isolirte Fibrillen wurden niemals angetroffen; wo solche scheinbar vorkommen, zeigt die genauere Untersuchung stets deutlich die gereihten Knotenpunkte und die Reste der von ihnen abgehenden Gerüstwände des Wabenwerks. Aus diesen Ergebnissen folgt mit aller Bestimmtheit, dass die Kreuzstreifung nicht durch alternirende Schichten von Fasern, deren Verlaufsrichtungen sich kreuzen, hervorgerufen sein kann.

Von besonderer Wichtigkeit ist noch die Untersuchung von Querschnitten der Hornfasern. Diese sind wegen der Härte der Fasern nicht leicht zu machen. Geschnitten wurde nach Einbettung der Fasern in Gummiglycerin (1 Theil Glycerin, 10 Theile einer dicken Lösung von Gummi arabicum), welches an der Luft bis zur schnittfähigen Konsistenz eingetrocknet wurde. Auf solchen Schnitten, die mit dem Rasiermesser gemacht wurden, sah man schön eine mehr oder weniger concentrische, jedoch etwas unregelmäßige Schichtung, wie es auf Fig. 6, Taf. XXIV und Photographie 2, Taf. XXVI dargestellt ist. Letztere und die Fig. 3, Taf. XXVI sind Reproduktionen zweier Photographien, die von Herrn Professor O. BÜTSCHLI aufgenommen wurden; die Fig. 3, Taf. XXVI ist ein Theil der

Fig. 2, Taf. XXVI bei stärkerer Vergrößerung¹. Man sieht auf Fig. 2, Taf. XXVI, dass die concentrischen Linien, welche die Grenzen der einzelnen Lagen andeuten, nicht überall parallel ziehen, sondern mehr oder weniger wellig verlaufen, sich manchmal sogar auskeilen. Jede Lage zwischen zwei schärfer hervortretenden Grenzlinien, die bei tiefer Einstellung des Tubus hell erscheinen, ist von etwa fünf bis acht und mehr Wabenschichten gebildet. Die Waben sind in concentrischen Reihen angeordnet mit einer Neigung zur radiären Anordnung einzelner Waben der benachbarten Reihen. Die helle Grenzlinie zwischen zwei benachbarten Lagen ist eine Schicht von etwas größeren Waben. In dem Centrum, welches der Marksubstanz der Faser entspricht, sind die Waben unregelmäßig angeordnet.

Auch die Querschnitte bestätigen daher durchaus den wabigen Bau der Hornfasersubstanz.

II. Die Cuticula von *Lumbricus terrestris* L.

(Taf. XXIV, Fig. 7—10.)

Ich untersuchte die Cuticula frischer Regenwürmer, die von den Thieren durch Maceration mit $\frac{1}{3}$ Alkohol abgelöst war, sowie die von Würmern, welche lange Zeit in Alkohol konservirt waren. Beide zeigten dieselben Verhältnisse.

Untersucht man die Cuticula bei mittleren Vergrößerungen, so erscheint sie als eine dünne, farblose, kreuzgestreifte Membran. Zahlreiche Beobachter, so FR. LEYDIG (1865, p. 258), ED. CLAPARÈDE (1869, p. 567), W. VOIGT (1883, p. 142) und Andere haben diese sich kreuzende Streifung beobachtet². Nach den Untersuchungen dieser Forscher soll die Cuticula des Regenwurms aus feinen, sich fast rechtwinklig kreuzenden Fibrillen bestehen. Nach ED. CLAPARÈDE (1869, p. 567) kreuzen sich die Fibrillen unter einem Winkel von 70—75°, nach VOGT und JUNG (1888, p. 448) unter einem solchen von 70—80°. Die beiden Streifensysteme ziehen schief zur Längsachse des Wurms, welche den Winkel zwischen ihnen halbirt. Nach den Beobachtungen von MOJSISOVICS (1877, p. 12) ist die Cuticula des Regenwurms

¹ Die Photographie, nach welcher die Fig. 2, Taf. XXVI gemacht ist, ist mit Obj. 16 mm und Proj. Oc. 4 (ZEISS) aufgenommen. Die Fig. 3, Taf. XXVI stellt einen stärker vergrößerten Theil der ersten dar, Obj. 2 mm, Oc. 8 (ZEISS). Beide Photographien wurden dann $2\frac{1}{2}$ mal vergrößert.

² D'UDEKEM spricht in seinem »Mémoire sur les Lombriciens« (1865, p. 16) von der Cuticula der Lumbricinen als von einer »membrane sans structure, transparente, composée chimiquement de chitine«. Weiter unten (p. 19) spricht er jedoch von einer Kreuzstreifung der äußeren (?) Oberfläche der Cuticula.

mehrschichtig, indem die dünnere äußere Schicht nur von längslaufenden Fibrillen, die stärkere innere Schicht dagegen nur von cirkulären Fibrillen gebildet wird. Ich kann bestimmt sagen, dass alle Schichten der Cuticula das gleiche Aussehen haben, dass demnach ein derartig verschiedener Faserverlauf nicht vorkommt. KULAGIN (1859, p. 16) dagegen hält die Cuticula für eine strukturlose Haut. Ferner spricht er jedoch davon, dass sie aus zwei oder drei Schichten von Fibrillen, die sich unter Winkeln von $45-90^{\circ}$ kreuzen, zu bestehen scheine. WALTER VOIGT (1883, p. 142) fand, dass die Fibrillen, welche die Cuticula des Regenwurms bilden, »schräg, etwa in einem Winkel von 45° zur Längsachse des Thieres verlaufen«. Auch spricht er von mehreren Schichten der Cuticula. In einer anderen Arbeit (1886), die speciell *Branchiobdella varians* behandelt, hat er interessante parallele Untersuchungen über die Cuticula weiterer Hirudineen und Chaetopoden (darunter auch *Lumbricus*) angestellt. Unter Anderem giebt er einige Abbildungen der Cuticula von *Lumbricus*, die erkennen lassen, dass sie jener von *Branchiobdella* sehr ähnlich ist.

Schon bei schwachen Vergrößerungen bemerkt man in der ca. $0,007 \text{ mm}^1$ dicken Cuticula eine Menge von Poren, welche Öffnungen der einzelligen Hautdrüsen sind und sich namentlich in der mittleren, äquatorialen Zone jedes Segmentes finden. W. VOIGT (1886, p. 109) hat eine ziemlich genaue Beschreibung und Erklärung der Entstehung der eigenthümlichen Kreuze, die bei Flächenansicht der Poren zu beobachten sind, gegeben, darum werde ich sie nicht beschreiben. Über die Vertheilung und Anordnung der Poren will ich nur bemerken, dass sie nicht auf der ganzen Fläche des Segmentes gleichmäßig angeordnet sind, sondern namentlich in der mittleren, äquatorialen Zone unregelmäßig zerstreut und immer vereinzelt, nicht zu Gruppen vereinigt sich finden; in dieser Region ist die schiefe Kreuzstreifung ganz regulär ausgebildet. In der vorderen Zone des Segmentes dagegen sind die Poren gruppenweise angeordnet und viel kleiner, als die der mittleren, äquatorialen Zone. In der hinteren Zone fehlen die Poren ganz. Die erwähnten Gruppen der Vorderregion bestehen aus 5—15 Poren. In der vorderen und hinteren Segmentzone wird ferner die Streifung der Cuticula recht unregelmäßig, indem die scheinbaren »Fibrillen« zuweilen parallel der Grenzlinie zwischen zwei benachbarten Segmenten verlaufen und die typische Kreuzstreifung nicht mehr recht zu erkennen ist.

Auf optischen Durchschnitten der Cuticula konnte ich nachweisen,

¹ Diese Dicke variirt nach KULAGIN (1859, p. 16) mit den Jahreszeiten.

dass sie mehrschichtig ist und dass die Anzahl der Schichten sechs nicht überschreitet. Auf diesen Durchschnitten (Fig. 7, Taf. XXIV) sah man ganz deutlich, dass die Cuticula nicht faserig, sondern feinwabig ist. Die Waben sind in Schichten angeordnet, die parallel der Oberfläche verlaufen. Auch auf einem in verdünntem JAVELLE-schen Wasser (1 Theil und ein Theil Wasser) macerirten Stück Cuticula konnte ich die optischen Durchschnitte sehen, die eine klare wabige Struktur zeigten; in den Punkten, wo sich die Wände der Waben vereinigen, sah man deutliche Knötchen. Die Bilder der optischen Durchschnitte wurden an Querschnitten (Fig. 8, Taf. XXIV) durch die Haut eines in Alkohol konservirten Regenwurms bestätigt. Das Objekt war mit essigsauerm Eisenoxyd und Hämatoxylin stark dunkelblau gefärbt. Obgleich auf den Schnitten nur kleine Reste der Cuticula verblieben waren, so genügten diese doch um die geschilderte Struktur sicher zu konstatiren. Schon 1892 (p. 89 und Fig. 3b, Taf. IV) konnte BÜTSCHLI ein ganz übereinstimmendes Bild an den Querschnitten der Cuticula von *Phascolosoma* und *Branchiobdella* beobachten. Er giebt auch eine Abbildung des Flächenbilds (1892, Fig. 3c, Taf. IV) der Cuticula von *Branchiobdella*. Diese Abbildung entspricht derjenigen von VOIGT (1886) vollständig. Es scheint also eine große Ähnlichkeit zwischen der Cuticula von *Lumbricus* und der von *Branchiobdella* zu bestehen: in dem äußeren Aussehen nach VOIGT (1886) und BÜTSCHLI (1892) und den Querschnitten (BÜTSCHLI 1892).

Die optischen Durchschnitte und die Querschnitte widerlegen also die Meinung, dass die Cuticula aus sich kreuzenden Fasern gebildet wird. Hätten wir wirklich einzelne Fibrillen, dann müssten wir auf den Querschnitten sowohl, als auf den optischen Durchschnitten keine Wabenräumchen sehen, sondern die Durchschnitte dieser Fibrillen.

Dieselben positiven Resultate habe ich an den nach der oben (p. 378) geschilderten Methode im Vakuum ausgetrockneten Präparaten erhalten. Schon früher hatte Prof. O. BÜTSCHLI einige derartige Präparate hergestellt und aus ihnen den wabigen Bau der Cuticula vermuthet. Die Fig. 9, Taf. XXIV kann als ein Beispiel dienen. Die unter der Luftpumpe ausgetrocknete Cuticula ist opak, milchweiß und opalisirt ein wenig, allerdings nicht so stark, wie die in Wasser oder Alkohol befindliche. Sie wurde auf ähnliche Weise wie die Hornfasern in geschmolzenen Kanadabalsam eingeschlossen. Die einzelnen Waben sind als kleinste Gasbläschen sehr schön zu sehen; man kann auch ganze Reihen von ihnen beobachten. Diese

Reihen sind nach zwei sich fast rechtwinkelig kreuzenden Richtungen angeordnet, was vollständig der erwähnten Kreuzstreifung der Cuticula entspricht. Auch die Poren sind auf solchen Präparaten sehr deutlich, sowie ihre einzelnen Theile, besonders die bekannten Kreuze.

Die Maceration der Cuticula von *Lumbricus* gelang mir nicht wegen ihrer Löslichkeit in verschiedenen Macerationsflüssigkeiten. Untersucht man jedoch die Rissstellen von in Wasser zerzupfter Cuticula, so bieten diese einen gewissen Ersatz für Macerationspräparate. Bei der ersten Betrachtung scheinen derartige Präparate mit Bestimmtheit für die Zusammensetzung der Cuticula aus sich überkreuzenden Fibrillen zu sprechen. Man sieht an den Rissstellen zahlreiche anscheinende Fibrillen frei hervorragen. Die genauere Untersuchung zeigt jedoch, dass diese scheinbaren Fibrillen häufig deutlich knötchenartige Verdickungen besitzen, und dass auch vielfach feine seitliche Ausläufer von ihnen entspringen. Schließlich trifft man auch benachbarte Fibrillen, die noch durch quere Verbindungsfädchen zusammenhängen (Fig. 10, Taf. XXIV). Alle diese Befunde sprechen auch hier lebhaft dafür, dass es sich nicht um sich überkreuzende Fibrillen, sondern um ein schief gekreuztes Wabenwerk handelt, welches beim Zerreißen anscheinend in Fibrillen zerlegt wird, parallel der Kreuzungsrichtung der Waben, in ähnlicher Weise wie dies BÜTSCHLI (1898, p. 214) bei pflanzlichen Zellmembranen gefunden hat.

Ich will bei dieser Gelegenheit einige Worte über das chemische Verhalten der Cuticula von *Lumbricus* zufügen. E. GOODRICH (1897, p. 65—67) hat mehrere chemische Reaktionen mit der Cuticula angestellt und gefunden, dass sie sich schon beim Kochen in Wasser vollständig, ohne Rückstand löst, eben so in Schwefelsäure, Salzsäure, Essigsäure, Kalilauge und Kalkwasser (Genaueres über den Procentgehalt dieser Lösungsmittel fehlt). Dasselbe Verhalten gegen Kalilauge und Natronlauge erwähnt EISIG (1887, p. 20) für die Cuticula der *Polychaeta*, die also eben so wenig, wie jene von *Lumbricus*, aus eigentlichem Chitin bestehen kann. GOODRICH (1897) hat die Cuticula auch auf Eiweiß geprüft. Mit dem MILLON'schen Reagens färbte sie sich »pale pink«, mit der Xanthoproteinprobe »pale yellow«, mit der Biureprobe dagegen erhielt er eine »pale lila« Färbung. KULAGIN (1889, p. 17) ließ von dem Privatdocenten der Chemie KABLUKOFF eine Analyse der *Lumbricus*-Cuticula ausführen; dieselbe ergab 45,16% Kohlenstoff, 6,49% Wasserstoff, 19,40% Stickstoff und 18,95% Sauerstoff; den Gehalt des letzteren habe ich aus der Differenz berechnet. KULAGIN ist der Meinung (1889, p. 17),

dass nach dieser Analyse die Lumbricus-Cuticula nahezu Chitin sei, von dem sie sich durch den größeren Gehalt an Stickstoff unterscheidet (Chitin enthält jedoch nach den neueren Erfahrungen höchstens 7—8% Stickstoff).

Ich kann fast alle oben angegebenen Versuche von GOODRICH bestätigen. Die Cuticula löst sich schon bei gewöhnlicher Temperatur nach 2—3 Minuten in 5%iger Kalilauge; sie löst sich in konzentrierter Essigsäure, in 5%iger Schwefelsäure, doch nicht so schnell wie in Kalilauge. Sie wird fast momentan gelöst in rauchender Salzsäure (35,7%), sowie schon in 1%iger Salzsäure. Zuweilen habe ich beobachtet, dass sie sich sogar in 1‰ Salzsäure löste. Es kann wohl sein, dass die Löslichkeit von der Zeit, die die Cuticula in schwachem Alkohol gelegen hat, etwas beeinflusst wird. Die Reaktionen auf Eiweiß fand ich ähnlich wie GOODRICH (1897). Mit dem MILLON'schen Reagens giebt die Cuticula von Lumbricus eine schwache rosenrothe Färbung; die wässrige Lösung der Cuticula gab dagegen keine kenntliche Eiweißreaktion mit MILLON. Bei der Xanthoproteinprobe erhält die Cuticula eine gelbe Färbung, doch wird sie dabei größtentheils gelöst. Weiter wurde ein Stück Cuticula in drei Tropfen 89%iger Schwefelsäure gelöst und die Lösung 24 Stunden bei ca. 40° C. erhalten, wobei die Lösung sich gelblich färbte. Hierauf wurde mit Wasser ca. 15fach verdünnt und auf dem Wasserbad einige Stunden auf 100° C. erwärmt. Nach der Neutralisation mit Kalilauge war in der Lösung mit der FEHLING'schen Probe kein Zucker nachzuweisen.

Alle diese Erfahrungen, wozu sich namentlich der hohe Stickstoffgehalt gesellt, welcher dem des Collagens (bis 19%) am nächsten kommt, zeigen übereinstimmend, dass die Cuticula zweifellos kein Chitin ist¹, sondern, wie schon GOODRICH (1897, p. 67) richtig vermuthete, zu den Albuminoiden zu rechnen ist.

¹ Im Gegensatz zu dem, was GRUBE im Jahre 1850 bemerkte p. 253. Ich möchte hier zufügen, dass nach den Angaben dieses Forschers (ibidem) und sehr verbreiteter Meinung die Cuticula von Ascaris — die Art ist nicht angegeben — auch aus Chitin bestehen soll. Bei gelegentlichen Versuchen konnte ich nun nachweisen, dass die Cuticula von Ascaris megaloccephala (das Thier war seit 1894 in Alkohol konservirt) sich beim Kochen in 35%iger Kalilauge vollständig löst und mit dem MILLON'schen Reagens deutliche Eiweißreaktion giebt; sie besteht also nicht aus Chitin. In künstlichem Magensaft bei ca. 40° C. löst sich nach 2—3 Tagen die Cuticula völlig auf, bis auf die äußere dünne, sog. »Rindenschicht« (vgl. A. VAN BÖMMEL in: Arbeiten Zoolog. Institut Würzburg Bd. X, welche sich wochenlang unverändert in der Verdauungsflüssigkeit er-

III. Die Cuticula von *Aulastomum gulo* Moq. Tand. und *Hirudo medicinalis* L.

(Taf. XXIV, Fig. 11—18.)

Von besonderem Interesse erscheint die Struktur der Cuticula bei *Aulastomum* und *Hirudo*, welche Gattungen in dieser Hinsicht nahe übereinstimmen. Die Cuticula dieser Hirudineen wurde bis jetzt meistens als homogen und strukturlos beschrieben. So untersuchte schon 1849 LEYDIG (p. 103), während er mit dem Studium der Anatomie von *Piscicola* beschäftigt war, die Cuticulae von *Hirudo* und einiger anderer Hirudineen. Dieselbe ist nach seinen Untersuchungen »vollkommen glatt« (auch von der Cuticula von *Piscicola* spricht er als von einem »durchaus strukturlosen wasserhellen Oberhäutchen«). Nach R. LEUCKART (1894, p. 557) ist die Cuticula der Hirudineen »eine völlig strukturlose Membran von fester Beschaffenheit, hier und da fein gestrichelt«. RAY LANKESTER (1880, p. 304) und GIGLIO-TOS (1889, p. 2) konnten keine Spur von Struktur in der Cuticula von *Hirudo* (LANKESTER) und *Aulastomum* (GIGLIO-TOS) sehen. Auch nach VOGT und YUNG (1888, p. 317) ist die Cuticula von *Hirudo* eine strukturlose Haut. Diesen Forschern kann man auch A. BOURNE (1884, p. 428) zureihen; doch hat dieser manchmal eine Streifung in der Cuticula der Hirudineen gesehen, obgleich er sagt, dass sie strukturlos und hyalin ist. RÉMY SAINT-LOUP (1889, p. 27) konnte eine Kreuzstreifung in der Cuticula der Hirudineen beobachten, bei welchen, giebt er nicht an. BÜTSCHLI (1892, p. 89) endlich hat die Cuticula von *Branchiobdella* (die jedoch richtiger zu den *Oligochaeta* gehört) untersucht und gefunden, dass sie eine wabige Struktur besitzt.

W. VOIGT (1886, p. 105) fand, dass sich die Cuticula von *Aulastomum* beim Kochen in Kalilauge (der Procentgehalt ist nicht angegeben) nicht löst. Ich kann diese Beobachtungen von VOIGT bestätigen und fand dasselbe auch für *Hirudo medicinalis*, dessen Cuticula sogar beim Kochen in 200%iger Lauge — also hoch concentrirter — sich absolut nicht löste. Diese Thatsache bezieht sich aber nur auf die Cuticula, die vom frisch getödteten Thiere abgelöst oder von lebenden Thieren frisch abgeworfen ist. Anders verhält sich die Cuticula, wenn sie von Thieren her stammt, die mehrere Jahre in Alkohol gelegen haben. Diese (von *Aulastomum* und *Hirudo*) löste sich leicht beim Kochen in 35%iger, sogar in 5%iger

hielt und leicht in die einzelnen Ringel und Bänder zerfiel. Dennoch zeigte dieser unverdauliche Theil noch Rothfärbung mit dem MILLON'schen Reagens.

Kalilauge. Wahrscheinlich hatte es KRAWKOW (1893, p. 190) mit solcher Cuticula zu thun, weil er die Löslichkeit der Cuticula von *Hirudo* in 20%iger Kalilauge (beim Kochen) beobachtete. Weiter wurden mit der Cuticula von *Hirudo* dieselben Reaktionen wie mit der *Lumbricus*-Cuticula angestellt. Namentlich wurde die ganze Cuticula von einem Blutegel mit zwei bis drei Tropfen konzentrierter 89%iger Schwefelsäure auf dem Wärmeschrank bei einer Temperatur von ca. 40° C. in einigen Stunden vollständig gelöst und dann, nachdem die bräunlich gefärbte Lösung stark (etwa 15fach) mit Wasser verdünnt war, ein Paar Stunden auf dem Wasserbad bei 100° C. erwärmt. Diese Lösung ergab nach der Neutralisation mit Natronlauge beim Zusatz eines Tropfens 10%iger Kupfersulfatlösung und einiger weiterer Tropfen 35%iger Natronlauge beim Erwärmen schwache Kupferreduktion. Es wird hier also beim Erwärmen in Schwefelsäure Traubenzucker gebildet, was für Chitin charakteristisch ist. Es wäre interessant, eine genauere chemische Analyse dieser Cuticulae zu machen¹. Im Allgemeinen zeigt die Cuticula beider Egel in ihrem feineren Bau viel Ähnlichkeit mit der Chitinhaut von *Gammarus* und *Astacus* und zweifellos auch anderer Arthropoden.

Die Cuticula beider Blutegel ist eine sehr dünne, nur bis 0,001 mm dicke Membran, welche auf den Durchschnitten keinerlei Schichtung zeigt, vielmehr aus einer einzigen Schicht besteht. Auf in Wasser aufgestellten, ungefärbten Flächenpräparaten (um so weniger an den in Kanadabalsam eingeschlossenen) kann man nur undeutlich bemerken, dass die Membran nicht strukturlos ist. Ihre feinwabige Struktur tritt am schärfsten auf den im Vakuum ausgetrockneten Präparaten hervor. Von der Thatsache, dass die Cuticula einschichtig ist, d. h. nur aus einer einzigen Wabenlage besteht, kann man sich bei Betrachtung der optischen Durchschnitte überzeugen, die relativ häufig an den Faltungsstellen der Präparate zu beobachten sind. Diese Durchschnitte (Fig. 11, Taf. XXIV) zeigen eine Reihe kleinster Waben, deren äußere Wand etwas konvex vorspringt, während die innere als gerade Linie an die unterliegenden Epithelzellen grenzt. Die

¹ Dass die Cuticula einiger Hirudineen aus Chitin besteht, wurde schon im Jahre 1950 von GRUBE (p. 253) ausgesprochen, der aus den Untersuchungen, die auf seine Veranlassung von C. SCHMIDT gemacht wurden, schloss, dass die Cuticula von *Hirudo*, *Clepsine*, *Piscicola*, *Pontobdella* und anderen Würmern aus Chitin besteht. Auch für *Lumbricus* behauptete er das Gleiche; wir haben schon oben gesehen, dass diese letzte Meinung unrichtig war.

seitlichen Wabenwände stehen, wie zu erwarten, nach Art deren eines Alveolarsaumes, alle senkrecht zu den Grenzflächen. Die Knotenpünktchen der Wabenwände treten besser auf der Innengrenze hervor. Wie gesagt, sind die ausgetrockneten Präparate der Cuticula die geeignetsten zur Untersuchung der Flächenstruktur und wegen der Dünne der Cuticula, die sehr leicht auch von geschmolzenem Kanadabalsam durchsetzt wird, ist ein Einschluss in letzteren nicht zu empfehlen. Die ausgetrockneten Cuticulae von *Hirudo* und *Aulastomum* sind kreideweiß, mit einer schwachen gelblichen Nuance. Wenn man eine derartig präparierte, in Luft aufgestellte Cuticula von der Fläche beobachtet, so zeigt sie eine feine Struktur, die bei schwacher Vergrößerung als körnige, bei stärkerer aber als eine feinwabige sich zu erkennen giebt (Figg. 17—18, Taf. XXIV). Die Waben scheinen nun eine etwas verschiedene Anordnung bei den beiden Egel zu haben. Während man in der Cuticula von *Aulastomum* manchmal eine Art von Streifung sieht (die Waben sind reihenweise angeordnet, was sich aber nicht überall deutlich sehen lässt), ist in der Cuticula von *Hirudo* keine Streifung zu sehen. Hier sind die Waben ganz unregelmäßig angeordnet. Auf die interessanten Zellbezirke, welche sich bei beiden Hirudineen in der Cuticula wahrnehmen lassen, soll weiter unten näher eingegangen werden.

Die Poren der einzelligen Hautdrüsen, die zuerst von CARENA und JOHNSON [ich citire nach MOQUIN-TANDON (1846, p. 39), weil ich mir leider die beiden Arbeiten nicht beschaffen konnte] nachgewiesen wurden, finden sich in ziemlich großer Anzahl, doch nicht so häufig als bei *Lumbricus*. Was ihre Anordnung betrifft, so haben sie keinen Zusammenhang mit der Segmentirung des Thierkörpers, und ich konnte keine Gesetzmäßigkeit in dieser Beziehung bemerken. Die äußere Ansicht der Poren ist ganz verschieden von der bei *Lumbricus*, was wahrscheinlich mit der Unregelmäßigkeit der Anordnung der Waben zusammenhängt. Der Durchmesser der Porenöffnung beträgt 0,001—0,004 mm. Man kann fast an jedem Porus drei Theile unterscheiden (*a*, *r*, *o*, Fig. 12, Taf. XXIV): einen äußeren Wulst *a*, den inneren Rand *r* und die Öffnung selbst *o* des Porus. Der äußere Wulst *a*, der bei *Aulastomum* schon früher von W. VOIGT (1856, p. 109) konstatiert und als »kleine kraterartige Verdickung« bezeichnet wurde, besteht aus einer einzigen Reihe von regelmäßig radiär gestellten Waben, deren Knotenpünktchen sehr scharf hervortreten; er ist bedeutend dicker, als die umliegende Cuticula und stark lichtbrechend. Auf einem optischen Durchschnitt (Fig. 14, Taf. XXIV) sieht

er wie eine regelmäßige Verdickung v und r der Cuticula aus; seine Breite ist etwa $\frac{1}{3}$ des ganzen Durchmessers des Porus. Der äußere Wulst grenzt unmittelbar an den inneren Rand r des Porus, der schwach lichtbrechend ist und von einer Reihe dicker Knöpfchen gebildet zu sein scheint; die Breite des Randes ist viel geringer als die des Wulstes. Zuweilen (Fig. 13, Taf. XXIV) kann man beobachten, dass ein Porus nur den äußeren Wulst und keinen inneren Knöpfchenrand hat. Solch eine doppelte Pore (siehe weiter unten) ist in Fig. 14, Taf. XXIV im optischen Durchschnitt dargestellt. An einigen Stellen konnte ich einen interessanten optischen Durchschnitt der Poren beobachten, welcher auf der Fig. 15, Taf. XXIV dargestellt ist. — Endlich haben wir die Öffnung der Pore selbst. Dieselbe kann kreisförmig sein (Fig. 13, Taf. XXIV) oder die Gestalt einer Ellipse haben (Fig. 12, Taf. XXIV), wonach sich auch die Form des umgebenden Randes und Wulstes richtet. Manchmal sieht man im Lumen des Porus ein stark lichtbrechendes Körperchen, welches wahrscheinlich ein Rest des Drüsensekretes ist. Ähnliches wurde auch bei *Lumbricus* beobachtet.

Ziemlich häufig begegnet man doppelten oder Zwillingsporen (Fig. 16, Taf. XXIV), deren äußere Wülste verschmolzen sind, deren Öffnungen aber getrennt bleiben. Form und Größe zweier solcher vereinigter Poren können verschieden sein. Auf Fig. 14 (Taf. XXIV) ist ein doppelter Porus im optischen Durchschnitt dargestellt.

Häufig trifft man sehr eigenthümliche Gruppen kleinster Poren (Fig. 17, Taf. XXIV), deren Durchmesser 0,001 mm und weniger beträgt. Solch eine Gruppe findet sich immer auf einem kreisförmigen hellen Feld, das von der umgebenden Cuticula unterschieden ist. Die Struktur der Cuticula zwischen den einzelnen Poren des Feldes war nur sehr undeutlich zu sehen. Es scheint sich hier um eine relativ sehr feine Struktur der Cuticula zu handeln. Die einzelnen Poren, die in der Zahl 10—25 vorkommen, lassen bei tiefer Einstellung einen dunklen Rand erkennen. Im Ganzen beträgt der Durchmesser einer Gruppe bis zu 0,04 mm. FR. LEYDIG giebt in seinem Werke »Zelle und Gewebe« auf Taf. II zwei Abbildungen (Figg. 29 und 30) von den Sinnesorganen bei *Nephele*, deren Zellen je ein Sinneshaar tragen; auf zwei anderen Abbildungen (Figg. 31 und 32) derselben Taf. II sind die Sinnesorgane von *Clepsine complanata* und *Clepsine marginata* dargestellt. Auch APÁTHY (1888) giebt eine entsprechende Abbildung der Tastkegelchen von *Clepsine heterocelita*. Sie entsprechen alle, besonders

die Fig. 29 von LEYDIG dem, was ich in der Cuticula von *Aulastomum* und *Hirudo* gesehen habe und es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die beschriebenen Porenfelder dem Austritt der Gruppen von Sinneshaaren der Hautsinnesorgane dienen.

Besonders interessant ist die Zellenzeichnung auf der Cuticula, welche sich auf gut ausgetrockneten Präparaten (bei *Hirudo* und *Aulastomum*) erkennen lässt. Diese Zeichnung habe ich auch am Chitinpanzer von *Gammarus fluviatilis* (Fig. 19, Taf. XXIV) gesehen und ist sie seit langer Zeit in der oberen Schicht des Chitinpanzers von *Astacus fluviatilis* und anderer Decapoda konstatiert worden, von wo sie BÜTSCHLI neuerdings (1894 und 1898) auch in Bezug auf die feineren Strukturverhältnisse schilderte. Sie erinnert in auffallender Weise an das Bild, welches die Epithelzellengrenzen von der Fläche gesehen darbieten und es unterliegt auch keinem Zweifel, dass die Zellbezirke der Cuticula den einzelnen Epithelzellen genau entsprechen. Die ganze Cuticula von *Hirudo* und *Aulastomum* ist bei tiefer Einstellung des Tubus durch dunkle (bei hoher Einstellung durch helle) Linien in polygonale Felder getheilt, die meistens fünf- oder sechseckig sind. Die Linien, welche die Grenzen der Polygone bilden, sind nicht gerade, sondern zickzackförmig (Fig. 18, Taf. XXIV) und ihre Elemente werden gebildet von den Wänden der beiderseits an diese Linien anstoßenden Waben. Sie sehen sehr scharf aus wegen der größeren Dicke dieser Wände und der regelmäßigen senkrechten Anordnung der beiden angrenzenden Wabenreihen, die sich wie Alveolarsäume verhalten.

IV. Der Chitinpanzer von *Gammarus fluviatilis* Rös.

(Taf. XXIV, Fig. 19—21.)

Vom *Gammarus* wurden nur die Coxalplatten und die Dorsalwand der Leibesringe untersucht; die ersteren nur von der Fläche, von der zweiten das Flächenaussehen, sowie Querschnitte und Macerationsprodukte. Die frisch getödteten, sowie die in Alkohol konservierten Exemplare wurden zuerst mit künstlichem Magensaft mehrere Tage (bis sechs) auf dem Wärmeschrank bei einer Temperatur von circa 40° C. behandelt, bis sie fast ganz durchsichtig waren, dann in absolutem Alkohol und Äther von Pigment und Fett befreit. Nach dieser Behandlung wurden die Stückchen entweder direkt im Wasser, oder nachdem sie nach der schon bekannten Methode (siehe oben p. 378) unter der Luftpumpe aus Xylol ausgetrocknet waren, unter dem Deckglas in Luft untersucht. Querschnitte wurden von

den in Paraffin eingebetteten Stückchen der Rückenwand gemacht und dann stark blau gefärbt mit $\frac{1}{2}$ % Hämatoxylinlösung (in Wasser) nach Vorbehandlung mit essigsäurem Eisenoxyd. Für die Macerationspräparate habe ich Stückchen des Notums (Rückenwand), nachdem sie mit künstlichem Magensaft behandelt waren, zwei Tage mit 5%iger Kalilauge, dann mit Alkohol und Äther und endlich 24 Stunden mit halbverdünnter rauchender Salzsäure (von 36,5%) behandelt. Darauf wurden die Objekte vorsichtig mit essigsäurem Eisenoxyd und dann $\frac{1}{2}$ %iger wässriger Hämatoxylinlösung stark blau gefärbt und wie bei *Hircinia* (siehe oben p. 380) unter dem Deckglas leicht zerklopft. Alsdann wurde um das Deckglas ein Rand von Paraffin gelegt.

Die nach der oben geschilderten Methode ausgetrockneten Theile des Panzers sind kreideweiß, wie wir es schon bei *Hircinia*, *Hirudo*, *Aulastomum* und auch *Lumbricus* gesehen haben. Die ausgetrockneten Präparate der Coxalplatte, sowie die der Rückenwand des Panzers zeigen bei Flächenbetrachtung dasselbe Bild wie die Cuticulae von *Hirudo* und *Aulastomum*. Sie lassen schon bei schwachen Vergrößerungen deutlich die polygonalen Felder oder Zellbezirke erkennen. Auf Fig. 19, Taf. XXIV sind diese Zellbezirke dargestellt. Nach BÜTSCHLI (1898, p. 346 und 363) wurden sie schon von CARPENTER, QUECKETT und später vielen Anderen beobachtet, die sie in der äußeren sogenannten »Pigmentlage« des Chitinpanzers von *Astacus fluviatilis* und anderer Decapoden beobachteten und diese Lage daher zuweilen als eine von Zellen zusammengesetzte bezeichneten. Auch LEYDIG (1855, p. 379) hat diese »zellig-polygonale Zeichnung« bei *Astacus*, sowie bei einigen niederen Crustaceen und Arthropoden an dem Chitinpanzer gesehen. Diese Zellbezirke lassen sich durch die ganze Dicke des Notums von *Gammarus* verfolgen und zeigen dieselben feineren Verhältnisse, wie bei *Aulastomum* und *Hirudo*. Die Grenzlinie zwischen zwei benachbarten Zellbezirken ist auch hier eine Zickzacklinie, die zwischen zwei alveolarsaumartigen Grenzreihen von Waben verläuft; die Waben der Zellbezirke sind im Übrigen ganz unregelmäßig angeordnet.

Die Querschnitte durch die Rückenwand zeigen (Fig. 20, Taf. XXIV), dass die ganze Wand aus mehreren Lagen gebildet ist. Die Anzahl dieser Lagen ist jedoch nicht überall die gleiche; es können drei oder auch nur zwei Lagen vorhanden sein. Die äußerste Lage (*a*, Fig. 20, Taf. XXIV) wird von einer dünnen, nur circa 1 μ dicken

Membran dargestellt. Nach ihrem Verhalten zu rauchender Salzsäure, in welcher sie sich nicht löst, während die übrigen Lagen von ihr fast momentan gelöst werden, ist sie identisch mit der »Grenzmembran«, welche von BÜTSCHLI (1894, p. 54 und 1898, p. 372) am Chitinpanzer des Flusskrebse nachgewiesen wurde. Die ihr entsprechende Lage wurde auch bei *Homarus vulgaris* von TULLBERG (1881, p. 8) angedeutet. Wie die Grenzmembran von *Astacus*, besteht diejenige von *Gammarus* aus einer einzigen Schicht von Waben und unterscheidet sich durch relativ starkes Lichtbrechungsvermögen von den anderen Schichten. Die zweite Lage (*m*, Fig. 20, Taf. XXIV) besitzt ungefähr $\frac{1}{3}$ der ganzen Dicke des Notums. Sie lässt keine deutlichen Schichten erkennen und besteht aus Waben, die unregelmäßig angeordnet sind. Diese Lage konnte ich auf einigen Präparaten nicht finden. Bei *Astacus* scheint es keine ihr entsprechende Lage zu geben, doch wäre es möglich, dass die sogenannte »Außenlage«, welche bei *Astacus* auf die »Grenzmembran« folgt, dieser Lage entspricht. Nun folgt die dritte, untere Lage, die auf Fig. 20, Taf. XXIV mit *u* bezeichnet ist. Sie lässt sich überall erkennen und grenzt in dem Fall, wo die mittlere Lage *m* fehlt, unmittelbar an die »Grenzmembran«. Diese Lage zeigt eine deutliche, regelmäßige Schichtung, die hier und da von aufsteigenden Bälkchen durchsetzt scheint. Diese Bälkchen beruhen auf einer vertikalen Anordnung einzelner Waben von mehreren Schichten; manchmal steigen solche Bälkchen auch etwas schief auf. Abgesehen von diesen Bälkchen sind die Waben dieser Lage ganz regelmäßig parallel der Oberfläche in Schichten angeordnet. Fig. 20 der Taf. XXIV ist nach einem Präparat gezeichnet, auf welchem man die drei Lagen ganz klar unterscheiden konnte. Die zweite Lage *m* wurde etwa 4μ dick, während die Dicke der unteren Lage *u* 8μ betrug. Dieser Dicke von 8μ entsprachen 14 Schichten von Waben, was eine Dicke von weniger als 1μ (etwa $\frac{4}{7} \mu$) für jede Schicht ergibt.

Die Zerklopfungspräparate (nach der Maceration) bestätigten auch in diesem Falle das Vorkommen der wabigen Struktur. Auf Fig. 21 (Taf. XXIV) sind einige Fragmente des Notums dargestellt. Man kann keine echten Fasern finden; die scheinbaren Fasern, die man beobachtet, besitzen immer die Knotenpünktchen und die von ihnen ausgehenden Wände der Waben. Was aber sehr interessant war, war die Thatsache, dass man häufig bemerken konnte, dass beim Zerklopfen die Panzerstückchen in isolirte Platten zerfielen,

die den einzelnen Schichten entsprechen, auf welchen man die schon oben geschilderten polygonalen Felder sah; bei weiterem Zerklopfen zerfielen diese Platten in einzelne polygonale Felder, also nach den Grenzen der Zellbezirke, wo, wie es scheint, der Zusammenhang der Waben am schwächsten ist. Hieraus folgt, dass die Zellbezirkszeichnung durch die gesammte Dicke der Cuticula hindurchgeht. Dass sie mit den unterliegenden Epithelzellen übereinstimmt, darf für die Decapoda, nach den Erfahrungen der früheren Forscher, als sicher betrachtet sein (M. BRAUN, 1875).

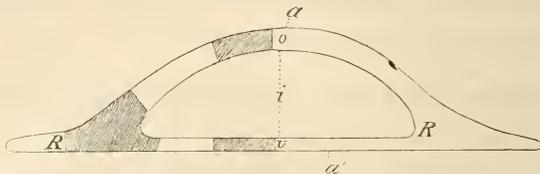
V. Die Struktur des Kokons von *Nephelis vulgaris* Moq.-Tand.

Da ich zufällig beobachtete, dass die Kokons von *Nephelis* schöne wabige Strukturen zeigen, so habe ich auch dieses Objekt etwas näher untersucht.

Wie bekannt (s. z. B. R. LEUCKART 1863, p. 685, VOGT und YUNG 1888, p. 340) werden die Kokons von *Nephelis* wie die anderer Hirudineen von Drüsen des Clitellums zuerst als ein Schleim ausgeschieden, der nachher feste Konsistenz erhält. Nach der Befestigung des Kokons zieht sich die *Nephelis* unter drehenden Bewegungen heraus und der Kokon, der einen elliptischen Umriss hat, wird endlich an beiden Polen durch zwei Pfropfen verschlossen. Der Kokon bleibt einige Zeit (zuweilen bis 12 Stunden) weiß mit einer gelblichen Nuance, dann wird er allmählich mehr und mehr gelb bis gelbbraun und behält diese Farbe sowohl bei langem Liegen im Wasser als in Alkohol; weder beim Kochen in konzentrierter rauchender Salzsäure (35,7%), noch in Kalilauge (35%) wird die gelbe Farbe verändert oder entfernt. Die Kokons sind nicht hart, sondern biegsam, elastisch und für Paraffinschnitte recht geeignet. Ich habe nur alte Kokons untersucht, die schon mehrere Monate in Wasser gelegen hatten. Da dieser Theil der vorliegenden Arbeit im Spätherbst gemacht wurde, so konnten frische Kokons nicht beschafft werden.

An dem Kokon kann man zwei Wände unterscheiden: die obere, welche konvex gewölbt ist und die untere, ebene, mit der der Kokon an fremden Körpern befestigt ist. Diese beiden Wände des Kokons, sowie der Rand, in welchem beide Wände in einander übergehen, wurden auf Totalpräparaten und Querschnitten untersucht. Beide Wände wurden von außen, sowie von innen betrachtet und ich unterscheide darum eine äußere und eine innere Fläche. Die äußere Fläche der oberen Wand ist frei, während diejenige der unteren

Wand an einem fremden Körper befestigt ist. Die beiden inneren Flächen gehen in einander über und bilden die Grenze der Höhle des Kokons. Auf einem Querschnitt erscheint der Kokon wie es nebenstehende Textfigur darstellt. Die gestrichelten Theile der Figur, die mit Buchstaben *R*, *O*, *U*, bezeichnet sind, entsprechen den Figuren 25, 27, 29, die auf der Taf. XXV bei starker Vergrößerung in Schnitten dargestellt sind.



Schematischer Querschnitt durch den Kokon von *Nephelis*. Die gestrichelten Theile entsprechen den Figuren 25, 27 und 29, Taf. XXV. *R*, der Rand entspricht der Fig. 25; *O*, die obere Wand entspricht der Fig. 27; *U*, die untere Wand der Fig. 29 (die letztere *U* ist relativ sehr dick gezeichnet, sie muss etwa $\frac{1}{5}$ der Dicke der oberen Wand sein); *a*, äußere Fläche der oberen Wand; *a'*, äußere Fläche der unteren Wand; *i*, beide innere Flächen.

So viel mir bekannt ist, wurde die feinere Struktur des *Nephelis*-kokons bis jetzt nicht untersucht. MOQUIN-TANDON (1846, p. 174, 177), der die äußere Gestalt der Kokons von *Hirudo* und *Nephelis* (bei letzterer nennt er die Kokons »Kapseln« [capsules]) genau beschreibt, sagt nichts über die feinere Struktur derselben. RATHKE (1862, p. 3) bemerkt, die Kokons von *Nephelis* sind strukturlos. Wir werden gleich sehen, dass dies nicht der Fall ist. Ich schildere zuerst das äußere Aussehen des Kokons.

Wenn man die obere Wand von außen mit mittleren Vergrößerungen betrachtet, so scheint ihre ganze Oberfläche bei tiefer Einstellung des Tubus von dunklen sich kreuzenden Linien durchsetzt (Fig. 22, Taf. XXV), die in ziemlichen Abständen von einander in einer fein granulirten Grundsubstanz verlaufen. Diese Linien sind immer wellig. Es lässt sich wahrnehmen, dass sie in ihrem Verlauf zuweilen eine bestimmte Richtung einzuhalten neigen, ohne gerade parallel zu verlaufen. Unter einander anastomosiren sie reichlich und geben auch Zweige ab, die keine weiteren Verbindungen mit benachbarten Linien eingehen, sondern frei endigen. Bei oberflächlicher Betrachtung scheint man es mit einer Skulptur, ähnlich derjenigen des Kokons von *Hirudo medicinalis* zu thun zu haben. Die genauere Untersuchung stimmt aber mit dieser Anschauung nicht überein. Wenn man diese Struktur mit stärkerer Vergrößerung untersucht, so beobachtet man, dass die dunklen Linien nicht nur in dem

äußeren Theil der Wand sich finden, sondern auch bei tieferer Einstellung des Tubus sich in den tieferen Schichten der Wand erkennen lassen. Sie ziehen über einander hin und können also keine Skulptur sein. Ferner bemerkt man bei starker Vergrößerung auch zwischen den Linien in der scheinbar feingranulirten Grundsubstanz bei einfacher Untersuchung in Wasser, ohne weitere Behandlung oder Färbung, eine feine Struktur, die ähnlich der schon erwähnten feinewabigen Struktur der Cuticula von *Hirudo*, *Aulastomum* und *Gammarus* ist. Diese Struktur ist auf Fig. 23, Taf. XXV bei etwa 2250facher Vergrößerung dargestellt. Wahrscheinlich hängen die dunklen Linien oder Fasern, die hier auch dargestellt sind zum Theil von einer bestimmten Anordnung der Waben ab, resp. sind sie dickere Züge der Grundsubstanz des Wabenwerks, die nichtwabig oder sehr feinewabig sind. Ähnliche Verhältnisse treten auch, wie BÜTSCHLI (1898, p. 58) zeigte, in feinewabig geronnenen Substanzen hier und da auf. Wie man bemerkt, sind die Waben hier ganz unregelmäßig angeordnet; selten sieht man eine Anzahl derselben in einer Reihe angeordnet. Wenn aber diese Anordnung auftritt, so ist diese Reihe durch ihre schärfere Abgrenzung von der umgebenden Masse deutlich zu unterscheiden. Wenn man jetzt das Mikroskop auf die tieferen Lagen der Wand einstellt, oder noch besser, wenn man dieselbe Wand von Innen betrachtet, so erblickt man das Bild, welches auf Fig. 24, Tafel XXV dargestellt ist. Das Aussehen der Wand des Kokons ist hier wesentlich verschieden; man sieht vor Allem keine dunklen Linien oder Fasern, wie in den oberen Schichten. Die innere Fläche der Wand ist ganz glatt. Die Substanz der Wand ist von einer großen Menge ziemlich ansehnlicher, blasiger Hohlräume durchsetzt. Alle diese Hohlräume oder Blasen haben (Fig. 24, Taf. XXV) mehr oder weniger rundliche Umrisse und sind zuweilen so dicht neben einander angeordnet, dass die Zwischensubstanz wie ein Gerüst von dünnen Balken erscheint. Diese Blasen sind abgeplattet, wie dies namentlich aus der Untersuchung der Querschnitte hervorgeht. Wenn man den Tubus hebt und senkt, so verschwinden die einen, während andere auftreten, woraus folgt, dass sie in verschiedenen Höhen die innere Partie der Wand durchsetzen. Im Allgemeinen zeigt also die tiefere oder untere Wandpartie die Beschaffenheit eines Schaumes, dem gröbere Schaumblasen beigemischt sind. Auf die Beschreibung der feineren Struktur der Grundsubstanz der tieferen Wandpartie werde ich erst bei der Betrachtung der

Querschnitte eingehen, weil ihre Strukturverhältnisse auf Flächenpräparaten sich nicht hinreichend deutlich zu erkennen geben.

Einfacher ist die untere Wand des Kokons gebaut. Von außen betrachtet, zeigt sie keine dunklen Linien oder Fasern in der Art wie die obere Wand. Auf den Präparaten, die unter der Luftpumpe aus Xylol ausgetrocknet worden waren, konnte man sehr klar die feinwabige Struktur der Grundsubstanz beobachten, in der auch bläsige Hohlräume in geringer Anzahl auftreten, wie sie schon oben aus der oberen Wand beschrieben worden sind. Fig. 3, Taf. XXVI ist die vergrößerte Reproduktion einer Photographie, die von Herrn Professor O. BÜTSCHLI bei 1700facher Vergrößerung (Obj. 2 mm Oc. 8) bei tiefer Einstellung aufgenommen wurde. Die Figur stellt eine durch Zerreißen abgeblätterte ganz dünne Lamelle der unteren Wand dar. Der Rand der Abbildung zeigt eine Rissstelle. Man sieht recht klar die feinwabige Struktur der abgeblätterten Lamelle, in welcher selten einzelne Wabenreihen durch ihre schärfere Abgrenzung sich unterscheiden.

Ich gehe jetzt zur Besprechung der Querschnitte über, die meistens sehr gut gelungen waren, in Folge der geringen Härte der Kokons. Die Querschnitte (3—5 μ dick) durch den Kokon wurden mit Wasser auf die Unterseite des Deckglases, dem Rathe von Herrn Professor O. BÜTSCHLI folgend, aufgeklebt und entweder mit DELA-FIELD'schen Hämatoxylin stark gefärbt, oder direkt in Wasser untersucht. Noch geeigneter jedoch waren die Schnitte, welche aus Xylol unter der Luftpumpe ausgetrocknet wurden. Auf solchen Schnitten konnte man sehr klar die feine Struktur der beiden Wände, sowie die des Randes erkennen. Ich will mit der Betrachtung der beiden Wände beginnen, die bedeutend verschieden sind.

Die obere Wand (Fig. 27, Taf. XXV) ist circa 0,030 mm dick. Ihre äußere Grenzfläche *a* erscheint auf dem Querschnitt als eine mehr oder weniger wellige Linie, ist also nicht ganz glatt und eben, sondern unregelmäßig wellig. Diese unregelmäßige Skulptur der Oberfläche hat jedoch nichts mit den dunklen Linien oder Fasern zu thun, die oben aus der äußeren Partie der oberen Wand geschildert wurden, denn diese gehören der Substanz der Wand selbst an, sind keine Reliefzeichnungen, wie die genauere Untersuchung ergibt. Die innere Grenzfläche *i* ist ganz flach wellig. In der ganzen Dicke der Wand kann man vier verschiedene Lagen unterscheiden: je eine äußerste oberflächliche *a*, eine innerste, den Hohlraum des Kokon begrenzende dünne Membran *i* und zwei mittlere,

dickere Lagen *m* und *h*. Die äußere und die innere Grenzmembran sind einander ganz ähnlich. Beide sind etwas stärker lichtbrechend und bestehen aus einer einzigen Schicht von Waben und erreichen eine Dicke von kaum 1μ . Die äußere war überall wahrzunehmen, während die innere sich nur sehr selten erkennen ließ. Beide Grenzmembranen haben etwa den Charakter von Alveolarsäumen. Die mittlere Hauptmasse zeigt zwei Lagen, die obere dünnere *m* erreicht etwa $\frac{1}{3}$ der ganzen Wanddicke, die untere, dickere *h* nimmt dann die übrigen $\frac{2}{3}$ der Wand ein. Beide zeigen den feinwabigen Bau sehr klar. In der oberen Schicht *m* sind die Waben bald unregelmäßig, bald mehr schichtenweise angeordnet; die Schichtung ist jedoch stets recht unregelmäßig, indem die Schichten mehr oder weniger wellig verlaufen, wobei sich häufig einzelne Schichten auskeilen. Häufig tritt jedoch auch stellenweise eine Neigung der Waben zu säuliger Anordnung hervor. In dieser Lage sieht man zuweilen auch größere Lücken, die als Spaltungen zwischen den Schichten auftreten. Die oben geschilderte obere Lage geht unmittelbar in die dickere untere *h* über, so dass man keine scharfe Grenze bemerken kann. Letztere bildet die Hauptmasse der oberen Wand des Kokons. Von der oberen mittleren Lage unterscheidet sich diese Lage hauptsächlich durch die große Anzahl der in ihr vorkommenden abgeplatteten bis unregelmäßigeren Lückenräume, welche den blasigen Hohlräumen entsprechen, die oben bei Besprechung des Flächenbildes der inneren Lage der oberen Wand des Kokon geschildert wurden (vgl. Fig. 24, Taf. XXV). Diese Lückenräume erscheinen auf dem Querschnitt immer parallel der Membranfläche gestreckt, und senkrecht zu ihr stark abgeplattete. Fig. 28, Taf. XXV stellt ein zerrissenes Fragment eines solchen dünnen Querschnittes dar. Die zerrissenen Ränder dieses Fragmentes lassen wiederum deutlich erkennen, dass es sich nicht um Fasern oder Fibrillen, sondern um Wabengertüste handelt.

Die untere Wand (Fig. 29, Taf. XXV) des Kokon bietet auch auf den Querschnitten einen viel einfacheren Bau dar. Ihre Dicke beträgt bis $0,005 \text{ mm}$ und ist bedeutend geringer als die der oberen Wand. Diese Wand besteht aus drei Lagen, aus einer mittleren, dickeren und zwei dünneren Grenzsäumen, von denen der eine den Kokon nach außen (*a'*), der andere (*i*) den Hohlraum des Kokon begrenzt. Die letztere Grenzmembran ist nichts Anderes als die Fortsetzung der entsprechenden Membran der oberen Wand und eben so entspricht die äußere Grenzmembran der der oberen Wand. Beide

zeigen nur eine Schicht von Waben. Ihre Dicke erreicht nur selten 1μ . Beide verlaufen fast ganz gerade und parallel zu einander, sie zeigen höchstens eine geringe Wellung. Zwischen diesen beiden Grenzmembranen liegt die mittlere Lage, die aus mehreren Wabenschichten besteht, deren Zahl zwischen 4 und 8 schwankt. Man sieht hier relativ weniger von den für die obere Wand so charakteristischen Lücken oder Blasen. Wenn sie aber auftreten, so sind sie gleichfalls längsgestreckt und abgeplattet. Die Schichtung tritt meistens sehr deutlich hervor.

Der Querschnitt durch den Rand ist auf Fig. 25 (Taf. XXV) dargestellt. Die äußeren Grenzmembranen a und a' stellen hier eine obere und eine untere Schicht vor. Die inneren Membranen i vereinigen sich und begrenzen den Randtheil von innen. Zwischen diesen einschichtigen Grenzmembranen liegt die Hauptmasse des Randes, die im Allgemeinen aus einer feinwabigen Grundsubstanz besteht, die von größeren mehr oder weniger unregelmäßigen Hohlräumen reichlich durchsetzt ist. In der Nähe der dünnen äußeren und inneren Membranen sind die feinen Waben, parallel der Oberfläche, in Schichten angeordnet und auch die großen Hohlräume laufen diesen Schichten mehr oder weniger parallel und sind entsprechend längsgestreckt. Die in der mittleren Partie des Randes liegenden Waben und Hohlräume haben eine mehr unregelmäßige Anordnung. Die Umrisse der blasigen Hohlräume sind immer rundlich. Letztere sind zuweilen so dicht zusammengedrängt, dass nur dünne einwabige Wände zwischen ihnen bleiben oder sogar ganz feine Membranen, in welchen von Struktur nichts mehr nachzuweisen ist. Die Grundsubstanz zeigt den feinen Wabenbau ganz vorzüglich mit schöner Ausprägung der Knotenpunkte. Häufig lässt sich auch an angeschnittenen Hohlräumen die wabige Struktur der Wand in der Flächenansicht schön wahrnehmen, wie dies auf Fig. 25 und 26 (Taf. XXV) bei W dargestellt ist.

Ich will hier noch Folgendes hervorheben. An den Querschnitten kann man Poren beobachten, welche die obere Wand des Kokons durchdringen. Es sind ganz einfache, unverzweigte, cylindrische Kanälchen, die einen Durchmesser von $0,002-0,004$ mm erreichen. Ihr Verlauf ist senkrecht zur Oberfläche. Selten ließ sich an einem Porenkanal ein nach oben gehender blinder Seitenzweig beobachten, der sehr kurz war. Eine besondere Struktur der Wand des Kokons in der Umgebung der Poren war nicht aufzufinden. In der unteren Wand waren nie Poren zu sehen; auch bei der Flächen-

betrachtung der oberen Wand einiger anderen Kokons konnte ich keine nachweisen. Wegen augenblicklichen Mangels an Material habe ich keine weiteren Untersuchungen hierüber gemacht.

Da die Kokonsubstanz ein Sekret der Hautdrüsen ist, das zweifellos im flüssigen Zustand an die Hautoberfläche tritt, um die Membran des Kokons zu bilden, so dürfen wir die beobachteten Bauverhältnisse der Kokonwand wohl sicher als die eines schaumig geronnenen, ursprünglich gelösten Stoffes betrachten. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass schon das ursprüngliche Sekret einen mehr oder weniger emulsiven oder schaumigen Charakter besitzen kann, welcher bei der unter dem Einfluss des umgebenden Wassers eintretenden Erstarrung und Gerinnung weiterhin vermehrt wird. Zur Entscheidung dieser Frage ist eine genauere Untersuchung des frischen Sekretes nöthig. Die größeren Hohlräume des allgemeinen Wabenwerks der Kokonwände können ihren Ursprung recht wohl der langsamen Gerinnung verdanken, welche es gestattet, dass stellenweise Schaumbläschen zu größeren Hohlräumen zusammenfließen. Hierfür spricht auch der Umstand, dass die Hohlräume in allen Größenabstufungen bis zur gewöhnlichen Wabengröße der Grundsubstanz herab vorkommen.

Am Schlusse dieser Mittheilung will ich das chemische Verhalten der Kokons von *Nephele* und *Hirudo* auf Grund der früheren Erfahrungen und einiger eigener Untersuchungen berücksichtigen. Ein Überblick der früher in dieser Richtung gemachten Studien er giebt Folgendes.

MOQUIN-TANDON (1846, p. 179, 180) theilte eine von FILHOL ausgeführte Analyse des äußeren schwammartigen Theils des Kokons von *Hirudo medicinalis* mit. Die Analyse ergab: Kohlenstoff 48,85%, Wasserstoff 6,37%, Stickstoff 17,32%, Sauerstoff und Schwefel 27,46%. Aus dieser Analyse schließt FILHOL: »Il est évident que cette substance doit être classée, par sa composition, à côté des tissus cornés, comme BOULLAY l'a indiqué.« BOULLAY (1838, p. 310, ich citire nach MOQUIN-TANDON, weil ich mir BOULLAY's Arbeit leider nicht beschaffen konnte) meint, die innere Kapsel des Kokons von *Hirudo* sei eiweißartiger Natur (»est de nature albumineuse«), nach seinen Untersuchungen sei ihre Reaktion die des geronnenen Eiweißes. Dies ist jedoch nicht die Meinung von FILHOL (siehe MOQUIN-TANDON 1846, p. 181), der fand, dass »cette matière appartient évidemment à la classe des tissus cornés; sa

composition est sensiblement la même que celle de l'épiderme, des cheveux, de la laine«. Eine von FILHOL ausgeführte Analyse ergab, dass die innere Kapsel des Kokons von *Hirudo* folgende chemische Zusammensetzung hat: Kohlenstoff 50,72%, Wasserstoff 7,00%, Stickstoff 17,48%, Sauerstoff und Schwefel 24,80%.

Nach FILHOL und BOULLAY löst sich die Substanz des Kokons von *Hirudo* in konzentrierter Salzsäure, Salpetersäure und Kalilauge, in beiden letzteren sehr schwer.

Leider scheinen diese aus den Jahren 1838 und 1846 stammenden Angaben den späteren Forschern, welche die Substanz der Kokons von *Hirudo* und von *Nephele* meist als Chitin betrachtet haben, fast unbekannt geblieben zu sein.

MAX SIGMUND SCHULTZE bemerkte (1851, p. 33): »die lederartigen Kapseln der Eier von *Clepsine* und *Nephele*« sind vollkommen unlöslich in kochender konzentrierter Kalilauge, in Ammoniak und Essigsäure, löslich dagegen in kochender konzentrierter Schwefelsäure, sowie in einer mäßig konzentrierten kochenden Chromsäurelösung. In kochender Salzsäure sind sie nach ihm sehr schwer löslich. Aus diesem Grunde vergleicht SCHULTZE die Kokonsubstanz beider Hirudineen mit Chitin. R. LEUCKART (1852, p. 25) sagt, dass die von ihm gemachten Untersuchungen an verschiedenen Würmern sowie an dem Kokon von *Hirudo* die Angaben C. SCHMIDT's und M. SCHULTZE's über die Verbreitung des Chitins bei den Ringelwürmern bestätigen. Später (1863, p. 684 Anm.) bemerkt LEUCKART, die auf seine Veranlassung von Dr. KÖRNER ausgeführten Untersuchungen der Kokons von *Hirudo* haben seine »früheren Angaben, dass dieselben aus Chitin beständen, vollkommen bestätigt«. Dr. KÖRNER hatte gefunden, dass die Kokons in verdünnten Säuren und Kalilauge unlöslich waren. Nach mehrstündiger Behandlung mit Schwefelsäure lösten sich die Kokons vollständig. »Die kaum gefärbte Lösung wurde mit dem 100fachen Volum Wasser verdünnt (wobei sich keine Trübung zeigte) und unter Ersatz des verdampften Wassers zum Sieden erhitzt und schließlich mit Kalk neutralisiert, wobei sich deutlich Ammoniak entwickelte. Die vom ausgeschiedenen Gips durch Filtration getrennte Flüssigkeit reducierte FEHLING'sche Lösung mit Leichtigkeit.« Die letzte Angabe deutet auf Chitin hin, während die erste, die Unlöslichkeit in verdünnten Säuren und Kalilauge, jedenfalls nicht als Nachweis des Chitins dienen kann, weil dasselbe sich in ganz konzentrierter Kalilauge beim Kochen nicht löst, die Löslichkeit der Kokon-

substanz in konzentrierter Kalilauge wurde aber schon von FILHOL (siehe oben) hervorgehoben, was gegen Chitin spricht. In der zweiten Auflage seiner »Parasiten des Menschen« (1894, p. 537) sagt R. LEUCKART nur ganz kurz, die Kokons sind »chitinige Kapseln«.

Ich will schießlich noch W. VOIGT's Angabe (1886, p. 105) anführen, der sagt, dass die Kokonmembran von Branchiobdella nicht aus »echtem Chitin« bestehe, weil sie sich in Kalilauge löse.

Ich gehe nun zu einigen eigenen Untersuchungen über, die mit den Kokons von Nephelis und Hirudo angestellt wurden. In beiden Fällen wurden alte, mehrere Monate, oder bei Hirudo jahrelang in Alkohol konservierte Kokons verwendet.

Die von mir untersuchten Kokons von Nephelis, sowie die Stückchen des Kokons von Hirudo lösen sich schwer, etwa nach fünf bis zehn Minuten langem Kochen in 35%iger Kalilauge; eben so auch beim Kochen in 36%iger Salzsäure. In beiden Fällen erhält sich die gelbe Farbe der Substanz bis zuletzt, wo die Masse schließlich plötzlich in kleinste Stückchen zerfällt, die sich bei weiterem Kochen in einigen Sekunden völlig lösen. Die Substanz der Kokons von Nephelis und Hirudo löst sich bei gewöhnlicher Temperatur nicht oder jedenfalls äußerst schwer und langsam in 89%iger Schwefelsäure. Sie blieb zwei Tage in derselben unverändert. Auf dem Wärmeschrank bei circa 40° C. erhalten die Kokonstückchen zunächst in der Schwefelsäure eine tief rothbraune Färbung und lösen sich nach zwei bis drei Tagen ziemlich vollständig zu tief rothbrauner Flüssigkeit. Werden Stückchen von geronnenem Hühnereiweiß oder Hornsubstanz des Nagels mit 89%iger Schwefelsäure in ähnlicher Weise behandelt, so nehmen sie gleichfalls früher oder später eine tief rothe bis rothbraune Farbe an und gehen schließlich in Lösung. Mit Jodtinktur färbt sich die Substanz der Kokons beider Egel sehr rasch tief gelb bis braun, giebt jedoch hierauf bei Schwefelsäurezusatz keine Cellulosereaktion.

Wie schon BULLAY (siehe oben) nachwies, geben die Kokons von Hirudo und wie ich fand, noch kräftiger die von Nephelis, die Eiweißreaktionen. Die LIEBERMANN'sche Reaktion gelang mit dem Kokon von Nephelis sehr gut: bei Behandlung des Kokons mit rauchender (35,7%iger) Salzsäure und Zusatz eines Tropfens von 89%iger Schwefelsäure erhielt der Kokon beim Erwärmen eine deutliche violette Färbung. Auch die Xanthoproteinreaktion war ganz deutlich. Besonders überzeugend ist ferner bei Nephelis die

Reaktion mit dem MILLON'schen Reagens, wobei sich der Kokon tief roth färbt.

Die Kokons beider Egel sind sehr resistent gegen künstlichen Magensaft, in welchem sie 7 Wochen bei einer Temperatur von circa 40° C. blieben, wobei die von Nephelis keine deutliche Veränderung zeigten, und noch die Eiweißreaktion mit MILLON'schem Reagens gaben, während die Stückchen des Hirudo-Kokons erst nach drei bis vier Wochen in kleinste Fragmente zerfielen und sich theilweise lösten.

Weiter wurde ein Kokon von Nephelis in drei bis fünf Tropfen 89%iger Schwefelsäure nach zwei bis drei Tagen Erwärmen auf dem Wärmeschrank bei circa 40° C. gelöst. Die Lösung wurde hierauf mit Wasser circa 15fach verdünnt und auf dem Wasserbad ein paar Stunden auf 100° C. erwärmt. Nach der Neutralisation mit Kali- oder Natronlauge konnte man in der Lösung mit der FEHLING'schen Probe keine oder nur geringste Spuren von Zucker nachweisen. Derselbe Versuch wurde mit einem Stück Kokon von Hirudo angestellt, ohne Zuckerreaktion zu erhalten.

Alle diese Erfahrungen sprechen dafür, dass die Kokonsubstanz dieser Hirudineen kein Chitin ist, sondern ein Stoff, welcher den Albuminoiden zugerechnet werden muss, wie es schon früher von BOULLAY (siehe oben) hervorgehoben wurde. Die Kupferreduktion bei Nephelis, die nur ganz gering war, kann vielleicht auf einer zufälligen unbedeutenden Beimengung von Mucin beruhen. Eine genauere chemische Analyse dieser Kokons, namentlich auch die Bestimmung des Schwefelgehaltes, wäre von Interesse wegen der eventuellen Beziehungen der Substanz zu Keratin.

Zum Schluss fühle ich mich verpflichtet, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. O. BÜTSCHLI, unter dessen Leitung und steter Mitwirkung diese Arbeit ausgeführt wurde, meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Gleichzeitig danke ich auch Herrn Professor Dr. A. SCHUBERG für seine liebenswürdigen Rathschläge und Mithilfe.

Heidelberg, im März 1899.

Verzeichnis der citirten Litteratur.

1888. STEPH. APÁTHY, Analyse der äußeren Körperform der Hirudineen. Mittheilungen aus der Zool. Stat. Neapel. Bd. VIII, 2. Heft.
1894. A. VAN BÖMMEL, Über Cuticularbildungen bei einigen Nematoden. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut Würzburg. Bd. X.
1838. BOULLAY, siehe CHARPENTIER.
1884. A. BOURNE, Contributions to the Anatomy of the Hirudinea. Quart. Journ. of microscop. sc. Vol. XXIV.
1875. M. BRAUN, Über die histologischen Vorgänge bei der Häutung von *Astacus fluviatilis*. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut Würzburg. Bd. II.
1892. O. BÜTSCHLI, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig.
1894. — Vorläufiger Bericht über fortgesetzte Untersuchungen an Gerinnungsschäumen, Sphärokrystallen und die Struktur von Cellulose- und Chitinmembran. Verhandlungen des naturhist.-medic. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. V.
1896. — Über Strukturen künstlicher und natürlicher quellbarer Substanzen. Verhandlungen des naturhist.-medic. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. V, 4. Heft.
1898. — Untersuchungen über Strukturen, insbesondere über Strukturen nichtzelliger Erzeugnisse des Organismus und über ihre Beziehungen zu Strukturen, welche außerhalb des Organismus entstehen. Leipzig.
1838. A. CHARPENTIER, Rapport par BOULLAY et GUBOURT. Journ. Pharm. Tome XXIV.
1869. ED. CLAPARÈDE, Histologische Untersuchungen über den Regenwurm (*Lumbricus terrestris* L.). Diese Zeitschr. Bd. XIX.
1865. M. D'UDEKEM, Mémoire sur les Lombriciens. Mém. de l'Acad. R. des sciences etc. de Belgique. Tome XXXV.
1887. HUGO EISIG, Monographie der Capitelliden des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Bd. XVI. Berlin.
1889. GIGLIO-TOS, Studio istologico sull' integumento dell' *Aulastomum gulo* Moqu.-Tand. Bolletino dei Musei di Zool. ed Anat. comp. della R. Univers. di Torino. No. 69. Vol. IV.
1897. S. EDWIN GOODRICH, Notes on Oligochaetes with the Description of a New Species. Quart. Journ. of microsc. sc. Vol. XXXIX.
1850. A. E. GRUBE, Die Familien der Anneliden. Archiv für Naturgeschichte. XVI. Jahrg.
1893. N. P. KRAWKOW, Über verschiedenartige Chitine. Zeitschr. für Biologie. N. F. Bd. XI. (Bd. XXIX der ganzen Reihe.)
1889. N. M. KULAGIN, Materialien zur Naturgeschichte der Regenwürmer (Fam. Lumbricidae Vejd.). Nachrichten der K. Gesellschaft der Freunde der Naturk., Anthrop. und Ethnogr. Vol. LVIII, 2. Heft. (Russisch.)
1880. RAY LANKESTER, On Intra-Epithelial capillaries in the Integument of the Medicinal Leech. Quart. Journ. of microsc. sc. Vol. XX.
1852. R. LEUCKART, Über das Vorkommen und die Verbreitung des Chitins bei den wirbellosen Thieren. Archiv für Naturgesch. XVIII. Jahrg.

1863. R. LEUCKART, Die menschlichen Parasiten. Bd. I. 1. Auflage. Leipzig u. Heidelberg.
1894. — Die Parasiten des Menschen. 2. Aufl. Bd. I, 5. Lief. Leipzig.
1849. FR. LEYDIG, Zur Anatomie von *Piscicola geometrica* mit theilweiser Vergleichung anderer einheimischer Hirudineen. Diese Zeitschr. Bd. I.
1855. — Zum feineren Bau der Arthropoden. Archiv für Anat. u. Physiol. u. wiss. Medicin.
1865. — Über *Phreocytes* Menkeanus Hoffm. nebst Bemerkungen über den Bau anderer Anneliden. Archiv für mikr. Anat. Bd. I.
1885. — Zelle und Gewebe. Bonn.
1877. A. v. MOJSISOVICS, Kleine Beiträge zur Kenntnis der Anneliden. Sitz-Ber. Akad. Wien. Math.-naturw. Klasse. Abth. 1. Bd. LXXVI.
1846. MOQUIN-TANDON, Monographie de la famille des Hirudinées. Nouv. Édition. Paris.
1862. H. RATHKE, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Hirudineen. Leipzig.
1889. RÉMY SAINT-LOUP, Recherches sur l'organisation des Hirudinées. Annales des Sc. nat. Zoologie. VI. Série. T. XVIII.
1851. MAX SIGMUND SCHULTZE, Beiträge zur Naturgeschichte der Planarien. Greifswald.
1882. TYCHO TULLBERG, Studien über den Bau und Wachsthum des Hummerpanzers und der Molluskenschalen. Kon. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd. XIX. No. 3.
1888. C. VOGT und E. YUNG, Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. Bd. I. Braunschweig.
1883. W. VOIGT, Die Varietäten der *Branchiobdella Astaci* Odier. Zool. Anz. VI. Jahrg. Nr. 134.
1886. — Beiträge zur feineren Anatomie und Histologie von *Branchiobdella varians*. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut Würzburg. Bd. VIII.

Erklärung der Abbildungen.

Die feineren Strukturen sind stets mit stärksten Vergrößerungen Obj. 2 mm (ZEISS oder SEIBERT) und den Ocularen 12 und 18 untersucht und gezeichnet, auch wo dies nicht besonders bemerkt ist.

Tafel XXIV.

Fig. 1. Ein Stück der isolirten Hornfaser von *Hircinia flavescens*. Präparat im Wasser.

Fig. 2. Ein Stück der isolirten Hornfaser von *H. variabilis*. Präparat im Wasser. Optischer Längsschnitt.

Fig. 3. Ein Stück der isolirten Hornfaser von *H. flavescens*. Aus Xylol unter der Luftpumpe ausgetrocknet, darauf in geschmolzenen Kanadabalsam eingebettet.

Fig. 4. Ein Stückchen der isolirten Hornfaser von *H. variabilis*. Aus Xylol unter der Luftpumpe ausgetrocknet. Präparat in Luft.

Fig. 5a—c. Fragmente macerirter Hornfasern von *Hircinia flavescens*. Behandlung mit JAVELLE'schem Wasser. Färbung mit GENTIANAVIOLETT. Genauerer im Text p. 380. Präparat im Wasser. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 6. Querschnitt durch eine Hornfaser von *H. flavescens*. Präparat im Wasser. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 7. Optischer Durchschnitt von einem Stück Cuticula von *Lumbricus terrestris*. Färbung mit essigsauerm Eisenoxyd und Hämatoxylin. Präparat im Wasser. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 8. Querschnitt durch die Haut von *Lumbricus*. Färbung mit essigsauerm Eisenoxyd und Hämatoxylin. *Ep*, Epithelzellen; *Cu*, Cuticula. Präparat im Wasser. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 9. Stück Cuticula von *Lumbricus*. Aus Xylol unter der Luftpumpe ausgetrocknet. Präparat in geschmolzenen Kanadabalsam eingebettet. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 10. Der Rand eines zerrissenen Stückes von *Lumbricus*-Cuticula. Färbung mit essigsauerm Eisenoxyd und Hämatoxylin; darauf mit Nadeln zerzupft. Präparat im Wasser. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 11. Optischer Durchschnitt von einem Stück Cuticula von *Aulastomum gulo*. Aus Xylol unter der Luftpumpe ausgetrocknet. Präparat in Luft. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 18 (ZEISS).

Fig. 12. Dasselbe Stück von Cuticula wie Fig. 11. Der Porus einer Hautdrüse. *a*, äußerer Wulst; *r*, Rand; *o*, die Öffnung des Porus selbst. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 13. Dasselbe Stück Cuticula von *Aulastomum* wie auf den Figg. 11, 12. Eine andere Art von Poren der Hautdrüsen. *a*, äußerer Wulst; *o*, die Öffnung der Poren. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 14. Optischer Durchschnitt durch die Cuticula von *Aulastomum*; eine doppelte Pore ist im Durchschnitt getroffen. Behandlung wie Fig. 11—13. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 15. Eine andere Art von Pore in optischem Querschnitt. Behandlung der Cuticula (*Aulastomum*) wie bei Fig. 11—13. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 16a—c. Drei verschiedene Formen der doppelten Poren in der Cuticula von *Aulastomum*. Flächenansicht.

Fig. 17. Eine Gruppe der zu einem Sinnesorgan gehörigen Poren auf einem hellen Feld in der Cuticula von *Aulastomum*. Färbung mit essigsauerm Eisenoxyd und $\frac{1}{2}\%$ igem Hämatoxylin. Flächenansicht. Präparat im Wasser. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 18. Ein Stückchen der Cuticula von *Aulastomum*. Flächenansicht (Schema). Die Zickzacklinie *a—b* zeigt die Grenze zwischen zwei polygonalen Zellbezirken. Nach einem aus Xylol im Vakuum ausgetrockneten Präparat. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 19. Die polygonalen Zellbezirke in dem Chitinpanzer (Notum) von *Gammarus fluviatilis*. Aus Xylol unter der Luftpumpe ausgetrocknet. Präparat in Luft. Tief eingestellt. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 20. Querschnitt durch die Rückenwand des Chitinpanzers von *Gammarus fluviatilis*. Färbung mit essigsauerm Eisenoxyd und $\frac{1}{2}\%$ igem Hämatoxylin. *a*, äußere Schicht (Grenzmembran); *m*, mittlere Lage; *u*, untere Lage. Präparat im Wasser. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 21 a—c. Macerationsprodukte des Chitinpanzers von *G. fluviatilis*. Präparat im Wasser. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Tafel XXV.

Fig. 22. Kokon von *Nephelis vulgaris*. Obere Wand von außen. Obere Partie. Tief eingestellt. Präparat im Wasser. Schwächere Vergrößerung. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 6 (ZEISS).

Fig. 23. Kokon von *Nephelis*. Obere Wand von außen. Obere Partie. Präparat im Wasser (dasselbe wie Fig. 22). Tief eingestellt. Stärkere Vergrößerung. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 15 (ZEISS).

Fig. 24. Kokon von *Nephelis*. Obere Wand von innen. Tiefere Partie der Wand; tief eingestellt. Präparat im Wasser. Obj. 1/12 hom. Imm. (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 25. Kokon von *Nephelis*. Querschnitt durch den Rand. Aus Xylol im Vakuum ausgetrocknet. Präparat in Luft. *a*, äußere Grenzmembran der oberen Wand; *a'*, die der unteren Wand; *i*, die innere Grenzmembran; *o*, der Übergang in die obere Wand, *u*, der in die untere Wand. *W*, die Wände der blasigen Hohlräume in Flächenansicht getroffen. Obj. 1/12, hom. Imm. (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 26. Dasselbe Präparat wie Fig. 25. Ein Detail bei stärkerer Vergrößerung. *W*, die Wand des Hohlraumes im Querschnitt flach getroffen. Obj. 2 mm (SEIBERT), Oc. 18 (ZEISS).

Fig. 27. Kokon von *Nephelis*. Querschnitt durch die obere Wand. Behandlung wie bei Fig. 25. *a*, äußere Grenzmembran; *m*, obere mittlere Lage; *h*, untere mittlere Lage; *i*, innere Grenzmembran. Obj. 1/12 hom. Imm. (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 28. Kokon von *Nephelis*. Zerrissenes Stück der mittleren Lage der oberen Wand von demselben Präparat wie Fig. 27. Stark vergrößert. Obj. 1/12 hom. Imm. (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Fig. 29. Kokon von *Nephelis*. Querschnitt durch die untere Wand; dasselbe Präparat wie Fig. 27 und 28. *i*, innere Grenzmembran; *m*, mittlere Lage; *a'*, äußere Grenzmembran. Obj. 1/12 hom. Imm. (SEIBERT), Oc. 12 (ZEISS).

Tafel XXVI.

Die Figuren dieser Tafel sind vergrößerte Reproduktionen von Mikrophographien, die von Herrn Professor O. BÜTSCHLI hergestellt wurden.

Fig. 1. Kokon von *Nephelis vulgaris*. Untere Wand in Flächenansicht. Eine abgeblätterte Lamelle. Aus Xylol im Vakuum ausgetrocknet. Präparat in Luft. Obj. 2 mm. Oc. 8. Einstellung tief. Vergr. 3000.

Fig. 2. Querschnitt durch eine Hornfaser von *Hircinia flavescens*. Präparat im Wasser. Obj. 16 mm Proj. Oc. 4. Vergr. 200.

Fig. 3. Eine Partie der Fig. 2 bei stärkerer Vergrößerung. Obj. 2 mm, Oc. 8. Vergr. 3000.

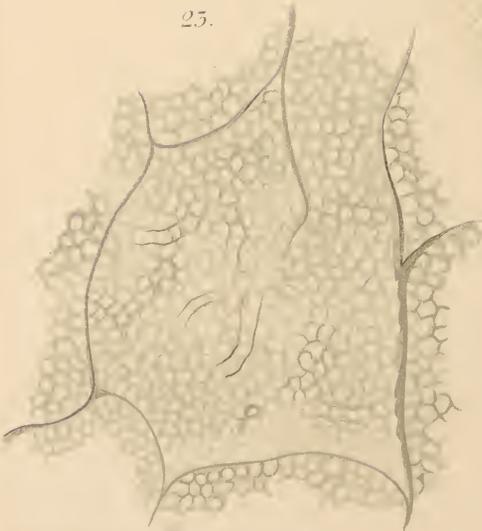
22.



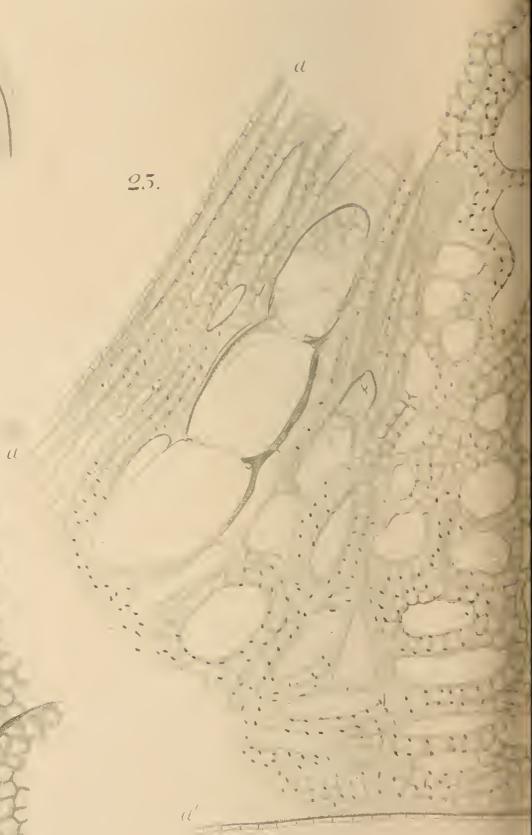
24.



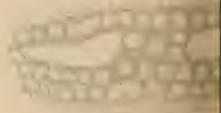
25.

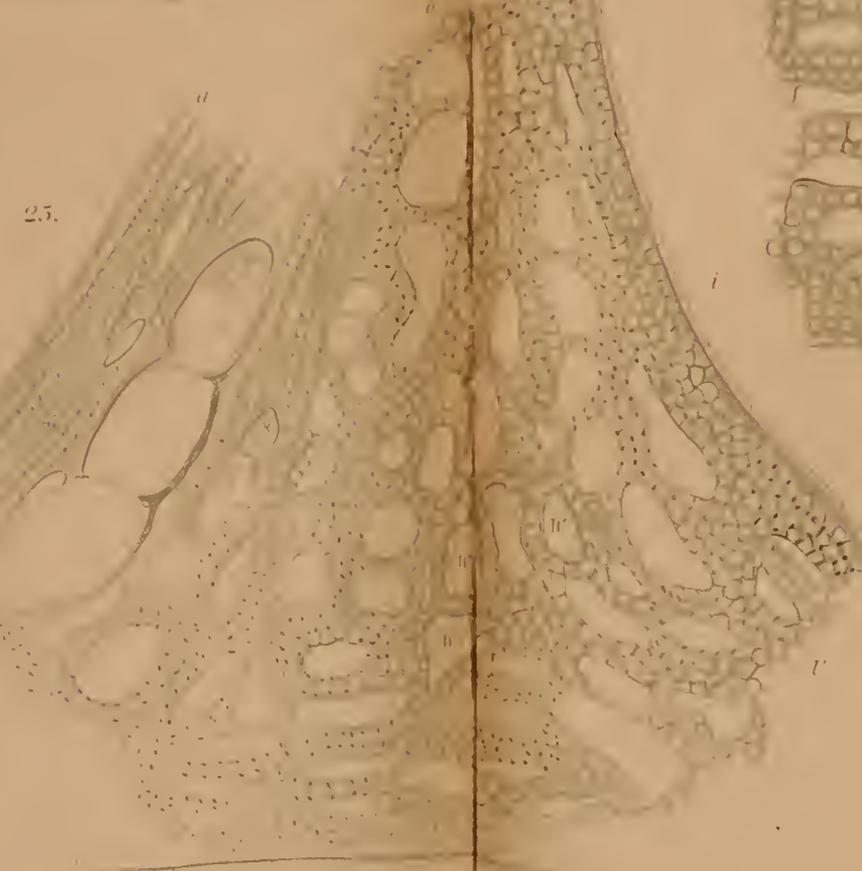
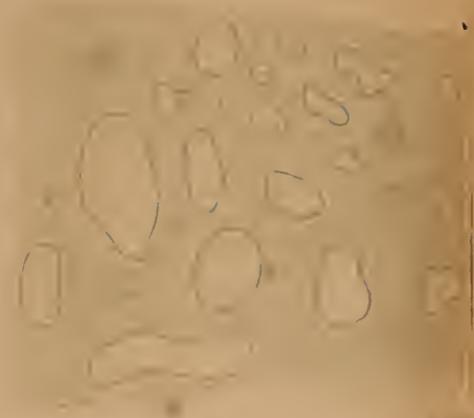


25.



29.





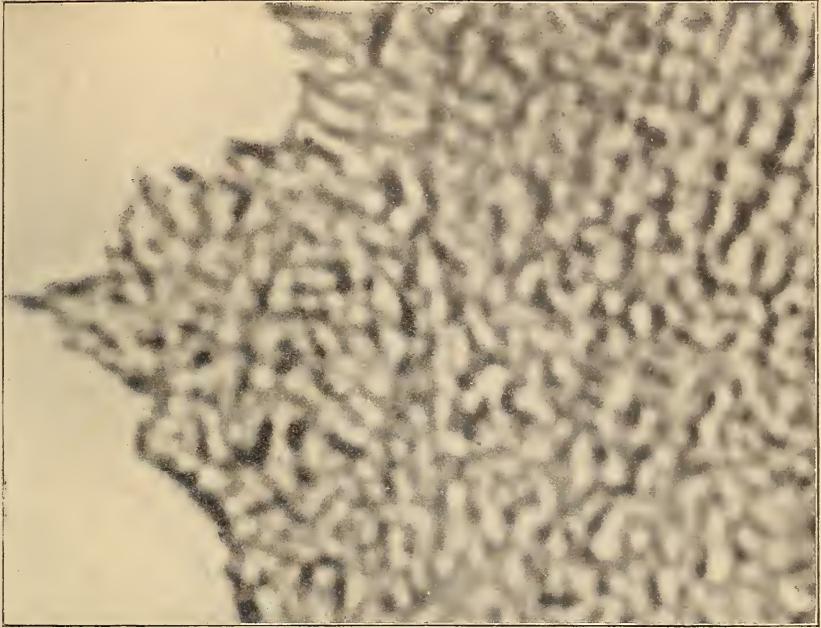


Fig. 1.



Fig. 2.

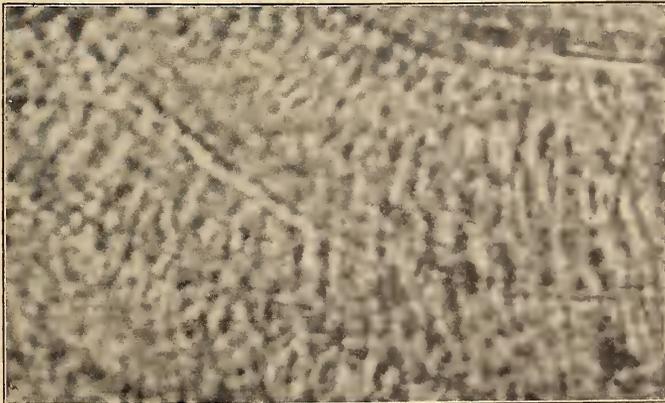


Fig. 3.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [66](#)

Autor(en)/Author(s): Sukatschoff Boris

Artikel/Article: [Über den feineren Bau einiger Cuticulae und der Spongienfasern. 377-406](#)