

## Untersuchungen über die interstitiellen Bindesubstanzen der Mollusken.

Von

Dr. **J. Brock** in Göttingen.

---

Mit Tafel I—IV.

---

Wer einmal Gastropoden zergliedert hat, kennt aus eigener Erfahrung die feinen, durchsichtigen Häutchen, welche sich in der mannigfaltigsten Weise zwischen Leibeswand, Gefäßen, Nerven und Eingeweidenden ausspannen und sie in ihrer gegenseitigen Lage erhalten. Von diesen unscheinbaren Gebilden, die wohl ihrer ungemein spärlichen Entwicklung wegen noch niemals einer näheren Untersuchung gewürdigt worden sind, soll im Folgenden des Weiteren die Rede sein. Ich fasse sie als interstitielle Bindesubstanz<sup>1</sup> zusammen, weil ihre physiologische Rolle dieselbe ist, wie die des interstitiellen Bindegewebes im Vertebratenkörper; trotzdem der gewählte Name über das histologische Verhalten nichts aussagt, werden wir sehen, dass diese Gewebsgruppe auch morphologisch ausgezeichnet scharf charakterisirt ist, ja ihre Kenntnis in der Histologie des Molluskentypus eine fühlbare Lücke ausfüllt. Jedermann weiß, welche Rolle unter den Bindesubstanzen der Vertebraten

<sup>1</sup> Mit KOLLMANN (Die Bindesubstanz der Acephalen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIII. 1877. p. 595) und wohl der Mehrzahl der deutschen Histologen bin auch ich der Ansicht, dass der Ausdruck »Bindegewebe« am zweckmäßigsten ausschließlich nur vom leimgebenden fibrillären Bindegewebe der Vertebraten angewendet wird; dagegen geht genannter Autor offenbar zu weit, wenn er auch den Gebrauch eines so rein beschreibenden Ausdrucks, wie »Fibrille« in ähnlicher Weise beschränkt wissen will. Übrigens wird der Ausdruck »interstitielle Bindesubstanz« von BERGH in seinen zahlreichen Aufsätzen über die Anatomie der Nudibranchien schon seit Jahren genau in demselben Sinne gebraucht, in dem ich ihn hier anwende (vgl. z. B. R. BERGH, Malakozool. Blätt. N. F. Bd. I. 1880. p. 123; Arch. f. Naturgesch. XXXVII. Bd. I. 1884. p. 158; Verhandl. der k. k. zool.-botanischen Gesellsch. Wien 1884. p. 225 etc.).

die fibrillären Gewebsformen spielen: im bemerkenswerthen Gegensatz dazu war bei den Mollusken dergleichen bisher nur von den Cephalopoden und in schlecht verbürgten Angaben auch von Muscheln bekannt geworden, und so galt als typisch für die Bindesubstanzen der Mollusken ausschließlich die zellig-blasige Bindesubstanz, ein Gewebe von scharf ausgeprägtem einheitlichen Charakter, das vielleicht einen Vergleich mit den embryonalen Bindesubstanzen der Vertebraten, niemals aber mit den fibrillären Modifikationen des erwachsenen Körpers zulässt. Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es nun, in der interstitiellen Bindesubstanz eine Reihe von Geweben in die Histologie einzuführen, welche als Vertreter der fibrillären Bindesubstanzen bei den Mollusken angesehen werden können. Wenn auch ihre verwandtschaftlichen Beziehungen zu der zellig-blasigen Bindesubstanz noch nicht genügend klar vorliegen, lassen sie sich doch ungezwungen als eine Weiterentwicklung dieses Gewebes auffassen, zu welchem sie also, wenn auch nur vergleichend-anatomisch und nicht genetisch, in demselben Verhältnis stehen, wie das fibrilläre, leimgebende Bindegewebe der Vertebraten zu deren embryonaler Bindesubstanz. Der Versuch einer direkten Homologisirung der fibrillären Gewebe der Vertebraten und Mollusken wäre ja ausgeschlossen, auch wenn die Verschiedenheit und Selbständigkeit der beiderseitigen Baupläne nicht so in die Augen fiel, aber doch wird ein Vergleich die spezifischen Eigenthümlichkeiten beider Gewebsgruppen nicht nur in ein helleres Licht setzen, sondern auch für ihr morphologisches Verständnis nicht ohne Nutzen sein.

Die nicht sehr zahlreichen Beobachtungen, welche über die interstitiellen Bindesubstanzen der Mollusken in der Litteratur aufzufinden sind, haben auf unsere Anschauungen über die Morphologie der Bindesubstanzen des Phylums auch nicht den geringsten Einfluss geübt. Dazu waren sie mit wenigen Ausnahmen zu kurz, zu oberflächlich, häufig nur nebenbei gemacht und in Schriften ganz anderen Inhaltes versteckt; vor Allem aber war es noch keinem Beobachter gelungen, auch nur von einem hierher gehörigen Gewebe den Bauplan wirklich festzustellen, es sind vielmehr immer nur einzelne besonders in die Augen springende Gewebstheile, welche immer wieder gesehen und wiederholt mehr und minder gut beschrieben und abgebildet worden sind<sup>1</sup>. So waren es besonders die so auffallenden Plasmazellen (wie diese Elemente von mir genannt worden sind) der Prosobranchier und Pulmonaten, über die

<sup>1</sup> Selbstverständlich liegt es mir fern, für diese Unzulänglichkeit der Resultate die Beobachtungen an sich verantwortlich machen zu wollen; nur die ausschließliche Beschränkung auf die Untersuchung frischer Gewebe hat hier weitere Fortschritte in der Erkenntnis verhindert.

uns eine ganz stattliche Reihe von Beobachtern (LEUCKART, LEYDIG, CLAPARÈDE, SEMPER, LACAZE-DUTHIERS, FLEMMING, H. SCHULTZE, JOYEUX-LAFFUIE) kurz oder ausführlicher berichtet haben. Über die anderen Molluskenklassen fließen die Quellen weit spärlicher, und wenn wir von den Angaben GEGENBAUR's und BOLL's über Heteropoden und Pteropoden absehen, deren Bindesubstanzen nach ihren Beschreibungen nur ganz vermuthungsweise hierher zu bringen sind<sup>1</sup>, so bleiben eigentlich nur wenige Beobachtungen von R. BERGH, die er bei seinen ausgedehnten anatomischen Untersuchungen über Opisthobranchier nebenher zu machen Gelegenheit fand.

Unzweifelhaft fibrilläre Bindesubstanz war innerhalb des Molluskentypus, wie gesagt, bisher nur bei Cephalopoden bekannt geworden. Hier von LEYDIG schon 1854 gesehen, wurde sie später noch von HENSEN, BOLL und mir bestätigt, niemals aber genauer untersucht. Das ist aber auch Alles, was die Litteratur an Angaben über die interstitielle Bindesubstanz der Mollusken enthält, und wenn auch bei der Zerstretheit und Verstecktheit der bezüglichen Notizen mir Manches entgangen sein mag, so glaube ich doch nicht, dass selbst absolute Vollständigkeit den Stand unseres Wissens auf diesem Gebiete in einem wesentlich anderen Lichte erscheinen lassen würde. Die Aufgabe, die Verdienste meiner Vorgänger ausführlicher gegen einander abzuwägen, wird besser an das Ende der Untersuchung, wo der Leser mit dem behandelten Stoff schon vertraut ist, verschoben werden; dort wird man dann auch die hier vermissten Litteraturnachweise in der wünschenswerthen Genauigkeit finden. So wäre ich denn bereit zur Darstellung meiner eigenen Befunde überzugehen, wenn es sich nicht empföhle, vorher der angewandten Untersuchungsmethoden mit kurzen Worten zu gedenken.

Hier möchte man nun vielfach daran Anstoß nehmen, dass ich, abgesehen von den Pulmonaten, der Untersuchung der frischen, dem lebenden Thiere entnommenen Gewebe keine große Aufmerksamkeit geschenkt habe. Weit entfernt, die Wichtigkeit der Untersuchung lebender Gewebe bei histologischen Arbeiten jeder Art zu unterschätzen, hatte ich hier meine guten Gründe, derselben nur wenig Raum zu gönnen. Bei diesem ersten Streifzug in ein fast ganz unbekanntes Gebiet konnte ich zunächst noch nicht daran denken, Lebenseigenschaften der Gewebeelemente oder nur im Leben sicher zu erkennende morphologische Eigenthümlichkeiten zu erforschen, so lange auch die größten topographischen Beziehungen derselben zu einander noch unbekannt waren. Diese festzustellen ist zunächst Sache des vorliegenden Aufsatzes; dass

<sup>1</sup> Vgl. darüber p. 12 Anmerkung.

aber ein solcher Zweck mit schonenden Erhärtungsmitteln, die die Gewebelemente in ihrer während des Lebens eingenommenen Lage fixiren, im Allgemeinen viel besser erreicht wird, als durch Untersuchung des lebenden Gewebes, wird wohl zugegeben werden müssen. In unserem Falle überdies, wo die große Elasticität der feinen Bindsesubstanzhäutchen und die ungeweine Durchsichtigkeit der zelligen Elemente der Beobachtung im frischen Zustand gleich hinderlich sind, würde ich wohl kaum viel über meine Vorgänger herausgekommen sein, hätte ich dieselbe vorwiegend in Anwendung gezogen.

Als Erhärtungsmittel benutzte ich bei sämmtlichen Opisthobranchiern Pikrinschwefelsäure und schwache Chromsäurelösungen (0,5% und darunter). Die lebenden Thiere wurden schnell aufgeschnitten und sofort in die Erhärtungsflüssigkeit geworfen, so dass diese mit dem Inneren der Leibeshöhle und den Eingeweiden in ausgedehnte Berührung kam. Die Entfernung der Säuren erfolgte durch Ausziehen mit 70%igem Alkohol in bekannter Weise. Zur weiteren Untersuchung wurden dann die Bindsesubstanzhäutchen mit einer feinen Schere und Pincette herauspräparirt, und etwa auf 12 Stunden in sehr concentrirte BOEHMER'sche Hämatoxylinlösung übertragen. Nur bei so andauerndem Verweilen in starken Lösungen ging ich sicher, eine Mitfärbung des Protoplasma der Bindsesubstanzzellen bis in ihre feinsten Ausläufer — und doch ohne Mitfärbung der Intercellularsubstanz — zu erzielen, was bei der großen Feinheit und Durchsichtigkeit der Ausläufer höchst wünschenswerth ist. Andere Farbstoffe führten zu keinem Resultat, da sie entweder, wie die verschiedenen Karmintinkturen, die Intercellularsubstanz mitfärbten, oder sich, wie Dahlia und Saffranin, mehr oder minder auf die Kerne beschränkten. Dauernd aufbewahrt wurden die Präparate in KLEBS'schem Gummiglycerin, da ihre Durchsichtigkeit trotz der starken Färbung die Anwendung der Harze nicht angezeigt erscheinen ließ. Leider sind meine Präparate in diesem Einschlussmittel schon nach wenigen Monaten zum größten Theil verblasst, aber es ist mir bedauerlicherweise bisher noch nicht gelungen, das Hämatoxylin durch einen anderen, weniger empfindlichen Farbstoff zu ersetzen.

Die Pulmonaten erfordern eine etwas andere Behandlung, da die Plasmazellen derselben sich nach einfacher Härtung in Chrom- oder Pikrinschwefelsäure in Hämatoxylin durchaus nicht färben und auch die eigentlichen Bindsesubstanzzellen sich kaum dadurch befriedigend darstellen lassen. Hier kam mit Erfolg die Osmiumsäure zur Anwendung, die vermuthlich auch für die Opisthobranchier gute Resultate ergeben wird. Die lebend aufgeschnittenen Thiere wurden etwa 2 Stunden mit schwacher Osmiumsäure (0,1%), dann nach Auswaschen in Wasser

24 Stunden mit 70<sup>0</sup>/<sub>0</sub>igem Alkohol behandelt und die ihnen entnommenen Präparate schwach mit Hämatoxylin gefärbt. Dann treten die Plasma- und in vielen Fällen auch die Binde-substanzzellen sehr schön hervor. Die weitere Behandlung war die gleiche.

Um klare Präparate zu erhalten, sind aber auch beim Einlegen einige Vorsichtsmaßregeln zu beachten. Unsere Binde-substanzhäutchen behalten nämlich nach der Härtung noch so viel Elasticität, dass sie nur schwierig auf dem Objektträger ausgebreitet werden können, und selbst wenn diese Procedur endlich geglückt ist, macht das Auflegen des Deckglases die aufgewendete Mühe meist wieder zu nichte. Dieser Schwierigkeit lässt sich durch folgenden kleinen Kunstgriff begegnen. Das Präparat wurde in einem Tröpfchen Wasser auf dem Objektträger oberflächlich ausgebreitet und mit feinen Löschpapierstreifen das Wasser successive entzogen. Dann kommt ein Moment, wo das Präparat, ohne ganz trocken zu sein — was selbstverständlich streng vermieden werden muss — doch so fest an seiner Unterlage haftet, dass es sich unter der Lupe mit feinen Nadeln bequem vollends ausbreiten lässt. Setzt man nun schnell ein Tröpfchen Gummiglycerin zu und lässt das bereit gehaltene Deckgläschen vorsichtig darauf fallen, so wird man in der Regel die Genugthuung haben, das Präparat so fixirt zu sehen.

Die Verbreitung der interstitiellen Binde-substanz im Molluskenkörper genau festzustellen, würde Aufgabe einer besonderen kleinen Untersuchung sein müssen. Da die Erforschung dieser Verhältnisse meinem eigentlichen Zweck fern liegt, so mag hier nur angeführt werden, was ich gelegentlich beobachtet habe; ich werde mit diesen Andeutungen mehr Erinnerungen auffrischen, als etwas Neues sagen, denn Jeder, der öfters Weichthiere präparirt hat, wird davon auch eine allgemeine Vorstellung von der Menge und Vertheilung ihrer interstitiellen Binde-substanz bewahrt haben.

Mit einer gewissen Regelmäßigkeit findet sich die interstitielle Binde-substanz vorzüglich an drei Stellen entwickelt, nämlich in der Umgebung des Centralnervensystems und der großen Nerven und Gefäße, als Überzug der inneren Oberfläche der Leibeshöhle, und endlich auf und zwischen den Eingeweiden. Die Menge, in welcher die Binde-substanz an diesen Orten auftritt, ist nach den Species sehr wechselnd. Während z. B. bei den Opisthobranchiern reichliche Binde-substanz das Centralnervensystem einhüllt<sup>1</sup>, ist sie bei den Pulmonaten hier weit spärlicher entwickelt; während bei den letzteren alle Eingeweide feine

<sup>1</sup> Auch BERGH sagt gelegentlich der anatomischen Beschreibung einer Nudi-branchie, Pleurophyllidia Lovéni: »Das Centralnervensystem in das gewöhnliche reichliche lose Binde-gewebe gehüllt« (Malakozool. Blätter. Bd. XXVI. 1879. p. 84).

Bindesubstanzüberzüge besitzen, welche stellenweise — so zwischen den Windungen des Zwitterganges, den Läppchen der Eiweißdrüse von *Arion* schon mit bloßem Auge sichtbar sind, lassen sich solche Überzüge bei Opisthobranchiern weit schwerer nachweisen und mangeln vielleicht stellenweise ganz<sup>1</sup>. Jedenfalls aber zeigt die interstitielle Bindesubstanz ein und derselben Species mit wenigen Ausnahmen (Leberkapsel der *Aplysien*) überall das gleiche histologische Verhalten, welcher Umstand ihre nähere Verbreitung im Körper für unsere Zwecke ziemlich gleichgültig erscheinen lässt. Die Reihenfolge, in welcher die untersuchten nicht sehr zahlreichen Arten im Folgenden abgehandelt werden, ist keine streng systematische, sondern dient lediglich der Bequemlichkeit der Beschreibung. Mit *Aplysia punctata* ist der Anfang gemacht, weil die Größe und die charakteristische Gestalt der einzelnen Gewebselemente die Erkenntnis des Baues ihrer Bindesubstanz am meisten begünstigen; die Pulmonaten, deren Bindesubstanzen das komplizierteste Verhalten aufzuweisen haben, stehen aus diesem Grunde am Schluss.

#### 1) *Aplysia punctata* Cuv.

Die drei von mir untersuchten *Aplysia*-Arten<sup>2</sup> machen von dem Verhalten der übrigen Mollusken in so fern eine Ausnahme, als bei ihnen die interstitielle Bindesubstanz nicht an allen Stellen des Körpers den gleichen Bau zeigt. Doch ist das abweichende Verhalten, das wir an manchen Orten, nämlich in der Bindesubstanz der von mir sogenannten Leberkapsel antreffen, nur als eine Weiterentwicklung der typischen zu betrachten und der Gegensatz daher in keiner Weise ein scharfer. Die typische interstitielle Bindesubstanz der *Aplysia punctata* (Fig. 1, 2, 3).

<sup>1</sup> Natürlich nur gelegentlich an den wenigen untersuchten Arten gemachte Beobachtungen, die keine allgemeine Geltung beanspruchen. So ist nach JOYEUX-LAFFUIE (Organisation et développement de l'Oncidie. Arch. zool. exp. gén. T. X. 1882. p. 296) das Centralnervensystem von reichlichem Bindegewebe umhüllt.

<sup>2</sup> Die Systematik der mediterranen *Aplysien* befand sich in großer Verwirrung. Eigene Untersuchungen, welche aber nicht abgeschlossen wurden, als ich von Dr. BLOCHMANN in Heidelberg erfuhr, dass wir von ihm eine Arbeit über denselben Gegenstand zu erwarten haben, setzen mich in Stand, BLOCHMANN'S Resultate in Bezug auf die Zahl der Arten zu bestätigen. Es giebt hiernach — zunächst im Golf von Neapel — drei Arten, die nach BLOCHMANN'S historischen Untersuchungen *A. limacina* L. (= *fasciata* Poiret), *depilans* L. und *punctata* Cuv. heißen müssen. Die *Apl. limacina* und *punctata* kannte ich bereits von Neapel her, die *Apl. depilans* konnte ich, von Dr. BLOCHMANN brieflich auf sie aufmerksam gemacht, an Spiritusmaterial des hiesigen Instituts bestätigen; lebend war sie mir während eines sechswöchentlichen Aufenthaltes in Neapel im Frühjahr 1884 nicht vorgekommen. Man wird sehen, dass auch der Bau der interstitiellen Bindesubstanz bei den drei Arten ein recht verschiedener ist.

besteht im Wesentlichen aus einem Netz mit einander anastomosirender sternförmiger Zellen, die sich in einer reichlichen durchaus homogenen Intercellularsubstanz ausbreiten (Fig. 1, 2, 3 a). Zu ihnen gesellen sich als zweiter, an Menge zwar sehr wechselnder, aber nie fehlender Bestandtheil sehr große stern- oder spindelförmige Zellen, deren Ausläufer fibrillär umgewandelt sind (Fig. 1, 2, b) und endlich als drittes unbeständiges Element die von mir sogenannte Plasmazelle (Fig. 2, 3 c).

Die typischen Bidesubstanzzellen sind, obwohl sie sich immer durch reich verästelte Ausläufer mit einander verbinden, doch eben so häufig spindel- als sternförmig und im ersteren Falle entspringen die Ausläufer häufig in zwei Bündeln an den Polen der Spindel (Fig. 2 a rechts). Da der Protoplasmakörper der Zelle allmählich in die Ausläufer übergeht, so ist ihre Größe schwer zu bestimmen; jedenfalls aber sind die Größenunterschiede auch an demselben Thiere beträchtlich. Die größten Zellen (von 30 bis 40  $\mu$  im Längsdurchmesser), welche denn auch am weitesten aus einander stehen und durch das dichteste Ausläufernetz mit einander verbunden sind, fand ich immer an der inneren Oberfläche der Leibeswand, während sie in der Umgebung des Centralnervensystems und der großen Nerven und Gefäße bedeutend kleiner (durchschnittlich 15  $\mu$  im Längsdurchmesser), weniger reich verzweigt und dichter gedrängt zu sein pflegen. Eine Vergleichung der beiden Figuren 2 und 3 A, welche bei derselben Vergrößerung gezeichnet sind, wird diese Unterschiede noch anschaulicher machen. Neben diesen reich verästelten Zellen scheinen auch spindelförmige mit nur einem Ausläufer an jedem Pol vorzukommen; doch ist es schwer, darüber Gewissheit zu erlangen, da die Möglichkeit, dass sich noch andere Ausläufer ihrer Feinheit wegen den Blicken entziehen, nie auszuschließen ist. Überhaupt erscheint das Ausläufernetz an besonders intensiv gefärbten Präparaten und bei Anwendung starker Systeme so sehr viel dichter, dass man eigentlich nie sicher ist, auch wirklich die letzten gesehen zu haben. An frischen Präparaten nehme ich keine Spur von ihnen wahr, sondern höchstens Andeutungen der Zelleiber. Immerhin ist aber das Netz der Ausläufer doch nicht so dicht, als es auf den ersten Blick scheint, denn man hat niemals nur mit einem, in einer Ebene ausgebreiteten Zellnetz, sondern immer mit mehreren über und durch einander geschobenen zu thun. Schon die sehr häufig zu machende Beobachtung, dass Ausläufer einer Zelle über eine andere hinwegziehen, um sich erst mit der nächsten zu verbinden, lässt sich nur in diesem Sinne deuten. Noch häufiger ist scheinbar die wechselseitige Kreuzung von Ausläufern, doch ist bei ihrer Feinheit in den meisten Fällen der strenge Beweis nicht zu führen, dass sie wirklich nicht mit einander in Verbindung treten. Die Theilung der

Ausläufer erfolgt dichotomisch und mit Vorliebe unter rechtem oder nahezu rechtem Winkel, so dass, da auch die Zellen bestimmter Gegenden vielfach gleich gerichtet zu sein pflegen (so z. B. in der Umgebung großer Nerven und Gefäße deren Längsachse parallel), die Maschen stellenweise quadratisch ausfallen und das Netzwerk der Ausläufer gegittert erscheint. Einzelne Hauptausläufer bewahren oft auf lange Strecken eine ganz ansehnliche Breite, an Theilungsstellen sind selbst an schmälere kleine dreieckige protoplasmatische Anschwellungen nicht ungewöhnlich. Die feineren und feinsten Ausläufer erscheinen in der Regel wie aus Körnchen perlschnurartig zusammengesetzt — zweifellos ein auf die Härtungsmittel zurückzuführendes Kunstprodukt. In den Zeichnungen ließ sich dieses Verhalten aber kaum wiedergeben. Die runden oder ovalen Zellkerne von durchschnittlich  $45\ \mu$  Größe zeigen ein schönes Kerngerüst, bieten aber sonst zu keinen Bemerkungen Anlass.

Eine zweite Art von zelligen Bestandtheilen der interstitiellen Binesubstanz ist durch eine fibrilläre Metamorphose der Ausläufer charakterisirt (Fig. 1, 2, 3 A, b). Auch wo diese Zellen sich am zahlreichsten finden, stehen sie doch immer den Binesubstanzzellen eben so an Zahl nach, als sie sie an Größe übertreffen. Ein eigentlicher Zelleib ist bei diesen Elementen so wenig ausgebildet, dass derselbe eigentlich nur durch die Lage des großen Zellkerns und als Knotenpunkt der Ausläufer markirt erscheint. Wo die Zellen spärlicher auftreten, zeigen sie auch weniger (drei bis sechs) Ausläufer; wo sie gedrängter stehen, sind die Zellen ebenfalls zahlreicher und treten mit Vorliebe in zwei Bündeln von den Polen der dann spindelförmig gewordenen Zellen ab. Einer so schönen vielstrahligen Sternform, wie sie Zellen von der Oberfläche des Schlundkopfes in Fig. 4 darbieten (Längsdurchmesser der Zellen  $20\text{—}60\ \mu$ , der Kerne  $20\text{—}25\ \mu$ , Breite der Ausläufer  $3\text{—}15\ \mu$ ), bin ich nicht gerade häufig begegnet. Hier sind auch die einzelnen Ausläufer häufiger wieder verzweigt, als es sonst wohl der Fall ist. Alle diese Ausläufer sind nun von bedeutender Breite und verschmälern sich auch kaum; alle sind fein, aber deutlich in der Längsrichtung parallel gestreift. Bei Weitem am deutlichsten ist diese Streifung gerade an der Abtrittsstelle des Ausläufers, ohne dass es doch gelänge zu entscheiden, was aus der Streifung in der Zelle selbst wird. Das Bild, das man erhält, ist folgendes. Der Zelleib besteht aus unverändertem Protoplasma, welches durch ein gewisses grobkörniges Wesen sich auszeichnet. Gegen die Ausläufer hin scheinen sich die Körnchen in parallele Reihen zu ordnen und so unmittelbar in die Streifung der Ausläufer überzugehen. Mit demselben Recht, mit welchem man die feine parallele, aber

außerordentlich viel schwerer nachzuweisende Streifung des Achsen-cylinders der Vertebraten oder der Ganglienzellenfortsätze der Wirbel-losen für den optischen Ausdruck einer Zusammensetzung aus feinsten Fasern, den Primitivfibrillen erklärt, kann ich die so konstante, regel-mäßige, und ungemein leicht sichtbare Streifung der Zellfortsätze als beweisend für einen fibrillären Bau derselben ansehen, später werde ich (vgl. p. 46) noch überzeugendere Beweise dafür anführen können<sup>1</sup>. Schwieriger ist zu sagen, was aus diesen Ausläufern wird, da sie selbst an den bestgefärbten Präparaten in einiger Entfernung von den Zellen so blass werden, dass sie über eine gewisse Strecke hinaus nicht mehr mit Sicherheit verfolgt werden können. Oft ist zwar diese Strecke recht bedeutend, wie ein Blick auf Fig. 4 bestätigen wird, aber ein wirkliches Ende habe ich nie<sup>2</sup>, eine Verbindung mit anderen Zellen (Fig. 2) wenigstens nicht allzuhäufig konstatiren können, wengleich ich geneigt bin, letztere Verbindung für die regelmäßige zu halten. Der Kern dieser Zellen ist groß (20  $\mu$ ), rund, färbt sich intensiv und zeigt das grobgranu-lirte Aussehen, unter welchem sich nach Anwendung der von mir

<sup>1</sup> Der Verdacht, muskulöse oder nervöse Elemente für Bindegewebe gehalten zu haben, sollte mir wohl schon nach einer aufmerksamen Betrachtung meiner Ab-bildungen erspart bleiben. Zieht man mit einer Pincette den Binde-substanzüberzug von der inneren Leibeshöhlenwand ab, so reißt man oft Stückchen Muskulatur mit ab und hat dann an ein und demselben Präparate Gelegenheit, die Unterschiede beider zu studiren. Gewöhnliche glatte Muskeln färben sich bei dem hier durch-gängig angewendeten Tinktionsverfahren so tief blauschwarz, dass selbst die Kerne nicht mehr unterscheidbar zu sein pflegen, wie sie auch die geringere Größe des Zelleibes und des Kernes, die Zuspitzung an beiden Enden und die leichte Isolir-barkeit (wenigstens in Bruchstücken) vor Verwechselungen hinreichend schützen. Die ganze vielstrahlige Bindegewebszelle aber als verzweigte Muskelzelle mit aus-gezeichnet fibrillärer Streifung der Ausläufer aufzufassen, dürfte noch weniger an-gehen. Die im Verhältnis zu den Muskelzellen ungeheure Größe der ganzen Zelle, ins-besondere aber der Ausläufer, das wahrscheinliche Anastomosiren der letzteren unter einander, die Beständigkeit der Streifung und das abweichende Verhalten des Proto-plasmas zu Tinktionsmitteln sprechen dagegen. Noch abweichender ist das Verhal-ten der Nerven, welche die Binde-substanz überall bis zu den feinsten Stämmchen hinunter durchziehen und so sich selbst zum Vergleich darbieten. Stärkere Nerven-stämme sind an dem dicken Neurilemm von parallelfaseriger fibrillärer Binde-substanz mit zahlreichen oblongen Kernen, das sich von dem tief gefärbten Inhalt, den Primitivfibrillen, scharf abhebt, überall leicht zu erkennen; aber auch feinere und feinste, denen diese Scheide fehlt, gewinnen durch die viel feinere unregelmäßigere, gewellte Streifung (Primitivfibrillen), den Mangel an Kernen und die bei meiner Behandlungsweise gesättigte Tinktion ein sehr charakteristisches Aussehen (vgl. Fig. 3 A, n).

<sup>2</sup> In der Fig. 4 habe ich die Ausläufer da aufhören lassen, wo sie sich am Prä- parat den Blicken entzogen; es ist nach dem Gesagten selbstverständlich, dass sie an diesen Punkten nicht wirklich aufhören.

gebrauchten Erhärtungsmittel das Kernnetz erfahrungsmäßig zu verstecken pflegt. Doch findet sich konstant etwa in der Mitte ein rundes, äußerst intensiv gefärbtes Körperchen, ein »Nucleolus« im alten Sinne.

Mit den eigentlichen Binesubstanzzellen scheinen diese fibrillären Zellen, wie ich sie nennen will, in gar keiner Verbindung zu stehen. Wenigstens kann man ihre Ausläufer oft über mehrere Gesichtsfelder verfolgen, wie sie schnurgerade das Netzwerk jener Binesubstanzzellen durchsetzen, ohne je mit ihnen oder ihren Ausläufern in Verbindung zu treten (Fig. 1, 2), auch sind Zellen beider Arten nicht selten direkt über einander gelagert (Fig. 2 rechts oben). Bisweilen hat es den Anschein, als ob Ausläufer der Binesubstanzzellen an solche der fibrillären herantreten, auf denselben eine Strecke parallel den Fibrillen hinziehen und dann mit ihnen verschmelzen; ich habe aber in keinem derartigen Falle sicher entscheiden können, ob es sich wirklich um eine Kontinuität oder nur um eine Kontiguität handelte.

Das Vorkommen der fibrillären Binesubstanzzellen ist ein höchst wechselndes, ohne dass es mir bisher gelungen wäre, darüber feste Regeln aufzustellen. Zuweilen treten sie in solcher Menge auf, dass besonders bei schwächeren Vergrößerungen sie dem Gewebe seinen Charakter aufdrücken (Fig. 4 vom Schlundkopf, ferner Umgebung des Centralnervensystems, Auskleidung der Leibeshöhle); dann sind sie wieder so spärlich gesät und ihre Ausläufer so fein, dass das dichte Netzwerk der Binesubstanzzellen den Charakter des Gewebes bestimmt (Fig. 3 A) und bei schwächerer Vergrößerung selbst ein geübtes Auge nur durch die großen Kerne mit den körnigen Protoplasmahöfen auf sie aufmerksam wird (häufig Umgebungen der peripheren Nerven und Gefäße).

Die dritte Art von Zellen, welche sich in der interstitiellen Binesubstanz der Mollusken findet, liegt in den Maschen des Netzwerkes der Binesubstanzzellen zerstreut; diese Zellen hängen weder unter sich noch mit anderen Zellen jemals zusammen. Ich habe sie in Ermangelung eines besseren Namens Plasmazellen getauft, weil sie mit den von WALDEYER<sup>1</sup> so genannten Elementen des Vertebratenbindegewebes in Bezug auf äußeres Aussehen und den Ort ihres Vorkommens eine gewisse Ähnlichkeit aufzuweisen haben. Wenn ich sie vorhin als inkonstante Elemente bezeichnete, so dürfte die Bemerkung nicht überflüssig sein, dass das mehr dem Ort ihres Vorkommens, als ihrem Vorkommen überhaupt gilt. Allerdings haben sie zwei *Loca praedilectionis*, wo man sie immer in großer Menge anzutreffen sicher ist, die Umgebung des Centralnerven-

<sup>1</sup> WALDEYER, Über Bindegewebszellen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XI. 1875. p. 476.

systems und der großen Gefäß- und Nervenstämme, auf denen sie in bestem Falle epithelartige Belege bilden können. Sonst kommen sie zwar in jeder interstitiellen Binde-substanz vor, »partout, où il y a du tissu cellulaire«, wie JOYEUX-LAFFUIE<sup>1</sup> richtig sagt, und fehlen nirgends gänzlich, aber doch sind sie ganz regellos hier streckenweise dicht zusammengehäuft, dort wieder nur sehr spärlich zu finden. Niemals aber treten sie, wie ich hier gleich bemerken will, so massenhaft wie bei Pulmonaten und Prosobranchiern auf, wo sie über weite Strecken epithelartig dicht an einander gelagert, alle übrigen Bestandtheile der Binde-substanz vollkommen verdecken.

Hier bei der *Aplysia punctata* haben wir es mit Zellen von sehr bedeutender Größe (wenigstens für Mollusken) zu thun (Fig. 2, 3 A, c). Die größten von mir beobachteten maßen ohne Ausläufer 0,15 mm, die Durchschnittsgröße ist 90  $\mu$ , für die kleinsten fand ich 30—60  $\mu$ . Ihre Gestalt ist im Allgemeinen eine ovale, quadratische, rechteckige oder rautenförmige, doch wird sie durch die Entwicklung zahlreicher Ausläufer sehr unregelmäßig. Letztere sind zwar recht zahlreich, aber nicht übermäßig lang, höchstens so lang als der Zellkörper, dabei spitz auslaufend oder stumpf pfriemförmig zugespitzt. Mit Leichtigkeit lässt sich feststellen, dass die Ausläufer niemals weder unter sich noch mit den Ausläufern des Binde-substanzzeilnetzes in Verbindung stehen. Ob sie während des Lebens bewegungsfähig, resp. in Bewegung sind, also den Namen wahrer Pseudopodien verdienen, muss ich dahingestellt sein lassen. Sehr charakteristisch ist der Zellinhalt. Man findet die Zellen nämlich mit runden, im Leben röthlich grauen Konkretionen meist bis in die feinsten Enden der Ausläufer hinein angefüllt. Die Konkretionen, wie ich sie kurz nennen will, sind von sehr verschiedener Größe (Fig. 2); von punktförmiger Feinheit bis zu sehr wohl bestimmbarem Durchmesser (bis 4  $\mu$ ) liegen sie regellos durch einander gestreut. In einer Reihe von Fällen füllen sie die Zellen in ganz gleichmäßiger Vertheilung aus; oft sind sie an manchen Stellen in besonderer Dichtigkeit angehäuft, während andere fast ganz frei bleiben; bei letzterer Gelegenheit kann man wahrnehmen, dass sie in ein ganz homogenes Zellprotoplasma eingebettet sind. Hämatoxylin färbt sie außerordentlich intensiv. Der nicht besonders große (15  $\mu$ ) vollkommen kugelförmige Kern liegt meist in der Mitte der Zelle; er zeigt ein schönes Kerngerüst und ganz regelmäßig ein größeres rundes Kernkörperchen (bis 2  $\mu$ ).

Als ich diese Zellen frisch zu untersuchen Gelegenheit hatte, ließ ihre verhältnismäßig große Transparenz den Gedanken nicht aufkommen,

<sup>1</sup> J. JOYEUX-LAFFUIE, l. c. p. 261.

dass die Konkretionen aus Kalk oder einer anderen anorganischen Materie bestehen könnten; durch den häufigen Kalkgehalt der Plasmazellen der Pulmonaten aber einmal darauf aufmerksam gemacht, konnte ich noch an einem alten, lange in Alkohol aufbewahrten Exemplar von *Aplysia punctata* der hiesigen Sammlung zu meiner Überraschung Kalk in den Plasmazellen nachweisen. Essigsäure ließ die Zellen unter Gasentwicklung erblassen und der Zusatz eines Tropfens Oxalsäurelösung bewirkte eine reichliche Ausscheidung von den bekannten briefkouvertförmigen Krystallen des Kalksalzes der Oxalsäure. Jedenfalls ist aber der Kalk, wie das Verhalten von Präparaten, die mit Säure behandelt wurden, beweist, an ein organisches Substrat gebunden. Dass bei *Aplysia* Nerven und Gefäße von den sie begleitenden Plasmazellen niemals schon makroskopisch glänzend weiß erscheinen, wie so häufig bei den Pulmonaten (*Onchidium*, *Arion*, vgl. p. 41), hat wohl seinen Grund darin, dass diese Elemente hier niemals auch nur entfernt so massenhaft auftreten als bei den Pulmonaten. Da sie bei letzteren z. B. nicht einmal in der Mehrzahl der Fälle Kalk enthalten (vgl. p. 39), der Kalk also einen physiologisch vielleicht wichtigen, morphologisch aber inkonstanten und bedeutungslosen Einschluss darstellt, kann ich auch den von JOYEUX-LAFFUIE (l. c. p. 264) für die Plasmazellen überhaupt vorgeschlagenen Namen »Kalkzellen« (*Cellules calcaires*) nicht annehmen<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Die Plasmazellen der Opisthobranchier sind bisher nur von BERGH einige Male flüchtig gesehen aber nicht näher beschrieben worden. Die hierher gehörigen Beobachtungen finden sich in seinem großen Opisthobranchierwerk (*C. SEMPER*, Reisen im Archipel der Philippinen. II. Theil. Wissenschaftliche Resultate. II. Bd. Malakozologische Untersuchungen von Dr. R. BERGH. 4. Hälfte. Wiesbaden 1870 bis 1875) und seinen neueren Arbeiten über die Anatomie der Nudibranchier zerstreut. Ich verdanke ihre Kenntnis größtentheils einer gütigen brieflichen Mittheilung des Autors. In dem angezogenen Werke wird an verschiedenen Stellen (p. 63, 74, 111, 117, 324, 350, 374), ferner Malakozool. Blätter, Bd. XXVI, 1879, p. 81, Arch. f. Naturgesch., XXXVII. Bd. I, 1884, p. 157 etc. fibrilläre und homogene Bindesubstanz kurz beschrieben und abgebildet, doch ist es in vielen Fällen, da BERGH meist nur mittelmäßig erhaltene Spiritusexemplare bei mittleren Vergrößerungen und keineswegs eingehend auf diese Dinge untersuchte, nicht möglich, seine Beschreibungen mit meinen Befunden anders als vermuthungsweise in Einklang zu bringen. Dass er in dem Fall p. 63 (bei *Phyllobranchus prasinus*) eine der Leberkapsel der *Aplysia* ähnliche fibrilläre Bindesubstanz, ferner bei *Phyllobranchus* (p. 74), bei *Cyerce elegans* (p. 111) und *Pleurophyllidia Lovéni* Plasmazellen gesehen hat, halte ich für sicher. Einen ähnlichen Bau wie die intercellulären Bindesubstanzen besitzt vielleicht die Bindesubstanz der Cutis der Heteropoden, ein Gewebe, dessen eigenthümlicher Bau (*F. BOLL*, Beiträge zur vergleichenden Histologie des Molluskentypus. Arch. für mikr. Anat. Bd. V. 1874. Suppl.) einen Vergleich mit der zellig-blasigen Bindesubstanz der Gastropodencutis absolut nicht zulässt. Ein Vergleich mit der interstitiellen Bindesubstanz ist vorläufig (ich habe Heteropoden selbst bisher nicht

Die eigenthümlichen Theilungsvorgänge, die ich jetzt an den Plasmazellen beschreiben werde, scheinen von noch Niemand gesehen worden zu sein. Die Plasmazelle kann nämlich an den verschiedensten Stellen des Körpers in eine Anzahl von Theilstücken zerfallen, welche in ihrer Gesammtheit den Umriss der Mutterzelle zuerst noch getreu nachahmen (Fig. 3 A, c'). Irgend eine Gesetzmäßigkeit für das Auftreten dieser Theilungen habe ich durchaus nicht finden können, abgesehen von der einen Thatsache, dass in der fibrillären Bindesubstanz der Leberkapsel die Theilung ausnahmslos vor sich gegangen ist. Eingeleitet wird sie durch eine eigenthümliche Veränderung in den Plasmazellen selbst. Die Konkretionen in ihnen verschwinden und dafür treten im Protoplasma schaumig aussehende Vacuolen in wachsender Anzahl auf, bis die ganze Zelle von ihnen erfüllt ist (Fig. 3 A, c). Durch diese Vacuolen sind nun auch die Theilungsprodukte sehr ausgezeichnet (Fig. 3 A, c', Fig. 4 c'), in jeder Zelle finden sich ein oder mehrere große Vacuolen, welche fast ihren ganzen Inhalt einnehmen und den Kern mit dem Rest des unveränderten Protoplasma ganz an den Rand drängen. Die Größe dieser Zellen beträgt 8—17  $\mu$ , ihre Gestalt ist rundlich oder kubisch, der randständige, runde, ei- oder nierenförmige Kern misst 3—4  $\mu$ . Wenn ich den Ursprung dieser Zellhaufen mit Bestimmtheit auf die Plasmazellen zurückführe, so will ich hinzufügen, dass trotz aller darauf gerichteter Bemühungen die charakteristischen Theilungsvorgänge an den Zellkernen nicht gerade sehr häufig (einige Beispiele zeigt Fig. 3 B) wahrgenommen werden konnten, obgleich die angewandten Härtungs- und Färbungsmethoden ihrer Erhaltung eher günstig waren. Das liegt aber wohl

(untersuchen können) nur mit Zuhilfenahme von Hypothesen möglich, und folgende Ausführungen sollen daher auch nichts weiter als eine Anregung zu erneuter Untersuchung sein. Jedem Leser der BOLL'schen Abhandlung sind wohl die merkwürdigen isolirten Kerne aufgefallen, die er in der Bindesubstanz von *Pterotrachea coronata* beschreibt und auch abbildet (Taf. I, Fig. 2 b); diese Kerne sollten von einem Hof körnigen Protoplasmas umgeben sein, das sich ganz allmählich in die Intercellularsubstanz verliert. Es muss sofort auffallen, wie sehr diese Gebilde den Kernen der fibrillären Zellen in meiner Figur (Fig. 2 b) gleichen. Und in der That trage ich kein Bedenken die Kerne in der BOLL'schen Figur für Kerne von fibrillären Zellen zu erklären, da bei den *Aplysien* wenigstens frisch von den fibrillären Ausläufern auch nicht eine Spur zu sehen ist und sie BOLL darum ganz gut übersehen haben könnte. Die stark verästelten Zellen *a* in der BOLL'schen Zeichnung deute ich als Bindesubstanzzellen, welche er auch nur darum isolirt zeichnet, weil er ihre letzten feinsten Ausläufer an seinen frischen Präparaten ebenfalls nicht gesehen hat, und die Zellen *c* endlich als Plasmazellen. Ist diese Auffassung richtig, so würde sich damit eine weitgehende Übereinstimmung des bisher unklassificirbaren Heteropodenbindegewebes mit der interstitiellen Bindesubstanz der übrigen Gastropoden ergeben und darum wäre die Sache wohl einer Nachuntersuchung werth.

größtentheils an der Kleinheit der Kerne, welche selbst bei den stärksten Vergrößerungen einzelne charakteristische Stadien, wie die Knäuelformen, nicht mit Sicherheit zu erkennen verstatteten. Dass Theilungen in ausgedehntem Maßstabe stattfinden müssen, dafür lassen sich auch noch genug indirekte Gründe anführen. Erstens nämlich findet man häufig Plasmazellen mit zwei Kernen, ferner zwei Plasmazellen mit einer so scharfen geraden Begrenzungslinie an einander liegen, dass sie unzweifelhaft früher nur eine Zelle gebildet haben; auch Gruppen von drei und mehr Plasmazellen, die in ähnlicher Weise angeordnet sind, kommen wohl zu Gesicht. Zweitens meine ich, dass die eigenthümliche Anordnung der kleineren Zellen, von der Fig. 3 *c'* ein Beispiel giebt, wo der Umriss eines solchen Zellhaufens genau den Umriss einer intakten Plasmazelle wiederholt, wohl nur auf diese Weise erklärt werden kann. Es geht diese Ähnlichkeit so weit, dass die äußersten Zellen eines solchen Zellhaufens häufig noch mit kleinen Ausläufern besetzt erscheinen, die inneren niemals. Niemand, der hunderte von solchen Zellhaufen (wie es stellenweise der Fall ist), ohne dass auch nur eine Zelle isolirt dazwischen läge, mit intakten Plasmazellen vermischt gesehen hat, wird zweifeln, dass dieselben durch Theilung aus Plasmazellen hervorgegangen sind. Drittens aber dürfte die eigenthümliche Veränderung als Beweis ins Gewicht fallen, welche auch intakte Plasmazellen stets in der Nähe von Tochterzellhaufen zeigen, nämlich die Vacuolisirung des Protoplasmas unter gleichzeitigem Verschwinden der Konkretionen (Fig. 3 *c*). Da die so veränderten Plasmazellen sich den ebenfalls vacuolenhaltigen Tochterzellgruppen eben so annähern, als sie sich vom Charakter der typischen Plasmazellen entfernen, so stehe ich nicht an, diese eigenthümliche Veränderung als eine Vorbereitung zur Theilung aufzufassen. Sehr häufig findet man sowohl die unveränderten Plasmazellen, wie ihre Abkömmlinge von einem schmalen hellen Hof umgeben (Fig. 3 *B*). In demselben tritt wohl das eigentliche homogene Zellprotoplasma zu Tage, zu dem sich die Konkretionen und Vacuolen nur wie Einschlüsse verhalten. Der Ausdruck einer durch die Erhärtung abgehobenen Zellmembran ist in dieser Erscheinung nach den modernen Anschauungen kaum zu finden, so geläufig eine solche Erklärung auch den älteren Histologen gewesen wäre.

Der Zerfall in Tochterzellgruppen ist nicht gerade häufig, dürfte aber doch wohl bei jedem Thiere an irgend einer Stelle nachweisbar sein. Ich habe solche Tochterzellgruppen getroffen in der Umgebung des Centralnervensystems, der davon abtretenden Nerven, in der bindegewebigen Auskleidung der Leibeshöhle, kurz überall, wo es Binde-substanz giebt. Bemerkenswerth ist, dass, wo man Plasmazellen

in Theilstücke zerfallen findet, meist sämmtliche Plasmazellen ganzer Strecken, oft Hunderte, so verändert sind. Da Rücksicht auf Kürze des Ausdrucks es wünschenswerth erscheinen lässt, die Theilungsprodukte der Plasmazellen mit einem besonderen Namen zu belegen, so mögen sie sekundäre Plasmazellen heißen.

Schon im Eingang wurde erwähnt, dass bei den Aplysien die Binde-substanz einer Körperstelle eine Ausnahme von dem allgemeinen Bau der interstitiellen Binde-substanz bildet. Leber, Darm und Zwitterdrüse werden nämlich fest von einer bindegewebigen Kapsel umgeben, welche ventralwärts und rechts nicht geschlossen, sondern straff an die Körperwand geheftet ist und nur Öffnungen für den Eintritt des Darmes und den Austritt des Zwitterganges besitzt. Diese Kapsel — die Leberkapsel, wie sie heißen soll — ist bei kleinen Thieren sehr zart und fein und vollkommen durchsichtig, bei großen Individuen der *Aplysia fasciata* derb und sehnenartig atlasglänzend. In ihr kenne ich bis jetzt fast allein bei Gastropoden eine Binde-substanz, welche den Namen einer fibrillären verdient, in so fern als sie sich durch das quantitative Überwiegen von fibrillär zerfallenen Zellen dem fibrillären Bindegewebe der Vertebraten nähert und mit der Modifikation desselben, welche man als areoläres bezeichnet, sogar eine bedeutende habituelle Ähnlichkeit gewinnt<sup>1</sup>.

Betrachtet man ein Stück solcher Leberkapsel frisch, wozu natürlich die vollkommen durchsichtigen von kleinen Thieren zu wählen sind, so sieht man eine große Menge von sehr verschieden dicken Strängen und Bündeln, zwischen welchen nur wenig Intercellularsubstanz bleibt, sich in allen möglichen Richtungen kreuzen. Die Bündel zeigen sich fein, aber sehr deutlich parallel gestreift, doch erscheinen diese Streifen — der Ausdruck eines fibrillären Baues, wie ich gleich hinzusetzen will — fast niemals als gerade Linien, sondern wegen der großen Elasticität des Gewebes, die sich auch schon beim Herausschneiden eines Stückes zur Untersuchung sehr bemerkbar macht, in regelmäßige kleine steif gebrochene Fältchen gelegt. Die Regelmäßigkeit der Fältchen und ihre steifen eckigen Konturen unterscheiden diese Binde-substanz sehr bestimmt vom Vertebratenbindegewebe mit seinen sanfter lockenförmig geschwungenen Fasern, wie das schon früher LEYDIG<sup>2</sup>, BOLL<sup>3</sup> und auch mir<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Eine exquisit fibrilläre, dabei parallelfaserige Binde-substanz bildet das Neurilemm der größeren Nervenstämmen; ich bin auf diese nicht näher eingegangen, weil sie ihrer Undurchsichtigkeit wegen ein höchst ungünstiges Untersuchungsobjekt bildet, dabei im Bau keine Besonderheiten darzubieten scheint.

<sup>2</sup> LEYDIG, Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. MÜLLER'S Arch. 1854. p. 296. <sup>3</sup> BOLL, l. c. p. 43.

<sup>4</sup> Über die Geschlechtsorgane der Cephalopoden. 4. Beitrag. Diese Zeitschrift. Bd. XXXII. 1879. p. 24.

an der fibrillären Bindesubstanz der Cephalopoden so sehr aufgefallen ist. Den Fibrillenbündeln sieht man von Zeit zu Zeit große runde oder ovale blasse Kerne anliegen; außerdem kommen in den Interstitien der durch die Bündel gebildeten Maschen Zellgruppen zum Vorschein, auf deren nähere Beschaffenheit wir besser erst später eingehen.

Bei der vielleicht unüberwindlichen Schwierigkeit, die Elemente dieser Bindesubstanz frisch in ihren natürlichen Lage- und Spannungsverhältnissen beobachten zu können, ging ich bald zu Präparaten über, an denen sie durch Erhärtungsmittel in ihrer natürlichen Lage fixirt waren. Hier erscheint die fibrilläre Streifung der Bündel — wenigstens bei gehöriger Ausbreitung des Präparates — stets vollkommen geradlinig, und erlaubt so ein genaueres Studium ihrer Eigenschaften. Zuerst fällt auf, dass die Streifung sehr viel deutlicher ist, als an den fibrillär umgewandelten Zellfortsätzen der gewöhnlichen interstitiellen Bindesubstanz. Es sind (Fig. 4) sehr scharfe, feine dunkle parallele Linien, welche stellenweise wie aus an einander gereihten Körnchen zusammengesetzt erscheinen; die Räume zwischen ihnen zeigen das fein granulirte, aber sonst homogene Aussehen gewöhnlichen Protoplasmas. Höchst veränderlich ist der Abstand der Streifungslinien: er geht von 1—2  $\mu$  zu unmessbarer Feinheit herunter und steht im Allgemeinen im geraden Verhältnis zu der ebenfalls sehr wechselnden (bis 40  $\mu$  beobachtet) Dicke des ganzen Bündels. Wer ein Präparat, wie das in Fig. 4 dargestellte, zum ersten Mal sieht, wird gewiss nicht anders glauben, als dass die hellen Zwischenräume die Fibrillen, die dunklen Trennungslinien der optische Ausdruck ihrer Grenzen, resp. einer minimalen Kittsubstanz zwischen ihnen ist, und doch verhält sich die Sache gerade umgekehrt. Zupfpräparate, die ursprünglich nur in der Absicht angefertigt wurden, nachzuweisen, dass der parallelen Streifung wirklich eine fibrilläre Struktur zu Grunde läge, lieferten diesen Nachweis in der unzweideutigsten Weise; sie belehrten mich zugleich aber erst darüber, was Fibrille und was Zwischensubstanz ist. An den zahlreichen Bruchstücken von Fibrillenbündeln, die schon eine oberflächliche Zerzupfung liefert (Fig. 5), sah ich nämlich die feinen schwarzen Trennungslinien zwischen den vermeintlichen Fibrillen an den Rissenden oft weit isolirt als dünne Fädchen hinausragen, während es mir niemals gelang, die scheinbaren Fibrillen irgend wie isolirt zu Gesicht zu bekommen. Es lässt sich diese Wahrnehmung nur so deuten, dass im Gegentheil die feinen schwarzen Streifen als die Fibrillen zu betrachten sind, die in einer reichlichen homogenen Grundsubstanz eingebettet liegen. Was sich aus dieser — nicht leicht vorauszusagenden — Auffassung der fibrillären Struktur für Konsequenzen für den allgemeinen Charakter

dieser Bindesubstanz ziehen lassen, wird besser an einem anderen Orte darzulegen sein.

Nach der Dünne und Durchsichtigkeit der Membranen zu urtheilen, kann der Dickendurchmesser der Bündel kein nennenswerther sein, und das ändert sich auch nicht bei größerer Dicke der Membranen, weil dann die Bündel in mehreren Lagen über einander erscheinen. Die Bündel selbst sind regellos nach allen Richtungen gekreuzt und dabei ohne Ausnahme kernhaltig; es liegt ihnen an irgend einer Stelle ihres Verlaufes ein Kern an. Auch die Größe des Kernes steht in geradem Verhältnis zu der Mächtigkeit des Bündels; ich habe an den stärksten Bündeln Kerne bis zu 20—22  $\mu$  mit einem Nucleolus von 4,5—3  $\mu$  Durchmesser beobachtet. Im Übrigen sind sie rund, oval oder nierenförmig und zeigen ein schönes deutliches Kerngerüst; durch Veränderung der Einstellung oder auch an den nicht seltenen Stellen, wo sie in Bezug auf das Bündel im Profil erscheinen, lehren sie, dass sie niemals im Inneren des Bündels von den Fibrillen umschlossen, sondern ihm immer äußerlich anliegen. Umgeben sind diese Kerne stets von einem Hof unveränderten grobkörnigen Protoplasmas, welches in der Profilansicht als eine sanft hügelige Anschwellung des Bündels erscheint, von oben gesehen ganz allmählich in die Streifung des Bündels übergeht. Auf welche Weise, ist bei der Feinheit der hier in Betracht kommenden Gebilde schwer zu ermitteln; es hat aber den Anschein, als ob die größeren Körner des Protoplasmas sich in Reihen ordneten, welche immer mehr an Bestimmtheit gewinnen und so zu den Fibrillen werden. Sehr häufig bildet ein Kern mit seinem Protoplasmahof den Mittelpunkt, von welchem mehrere Fibrillenbündel nach verschiedenen Seiten ausstrahlen, am häufigsten drei, oft aber auch mehr; der Kern ist in einem solchen Falle mit Vorliebe nierenförmig, indem sich seine beiden Enden etwas in zwei divergirende Fibrillenbündel hinein erstrecken. So entsteht das Bild einer riesigen, mehr- oder vielstrahligen Zelle, deren Ausläufer fibrillär umgewandelt sind; es wird später noch ausführlicher zu begründen sein, dass diese Auffassung zweifellos die richtige ist.

Von dem Zellnetz, das die Fibrillenbündel umspinnt, ist frisch kaum eine Spur sichtbar. Ausgezeichnet dagegen tritt es nach Behandlung des frischen oder gehärteten Gewebes mit Essigsäure hervor, welche die Bündel zwar, wie beim Wirbelthierbindegewebe, zum Quellen bringt und dadurch das ganze Gewebe heller und durchsichtiger macht, doch geht diese Quellung niemals bis zum Verschwinden der fibrillären Streifung. Auch die Anwendung des SCHNEIDER'schen Essigkarmins<sup>1</sup> auf das

<sup>1</sup> Vgl. Zool. Anzeiger. III. Jahrg. 1880. p. 254 Anm.

frische Gewebe, Auswaschen in Alkohol und Einlegung in Kanadabalsam ergab gute Resultate. Übrigens findet man auch an jedem gewöhnlichen Chromsäure- oder Pikrinschwefelsäure-Hämatoxylinpräparat, wenn es nur gut gefärbt ist, Stellen genug, wo das umspinnende Zellnetz in aller nur wünschenswerthen Schärfe hervortritt. Die sternförmigen Zellen, welche schon HENSEN<sup>1</sup> und BOLL<sup>2</sup> unabhängig von einander zwischen den Fibrillen der Cephalopodenbindesubstanz sahen, sind wohl ohne Zweifel auf dieses Zellnetz zu beziehen, wie auch die den Fibrillen anliegenden Kerne nebst Protoplasmaresten schon von BOLL (l. c. p. 47) und mir (l. c. p. 24) gesehen worden sind. Eine nähere Beschreibung dieses interfibrillären Zellnetzes fällt in vielen Punkten mit der zusammen, welche wir von dem Zellnetz der gewöhnlichen interstitiellen Bindesubstanz gegeben haben. Auch hier hängen die Zellen (Fig. 4 a) überall durch zahlreiche Ausläufer unter einander zusammen, welche häufig, wenn auch nicht immer, quadratische Maschen bilden. Das Ausläufernetz erscheint an günstigen Stellen sehr dicht, und auch wenn man die Vergrößerung noch so weit steigert, immer glaubt man noch feinere Verzweigungen zwischen den vorhandenen wahrzunehmen; es ist daher leicht möglich, dass die Abbildung, welche ich gegeben habe (Fig. 4), in diesem Punkte hinter der Wirklichkeit zurückbleibt. Die Zellen selbst sind eben so vielgestaltig wie die Zellen der interstitiellen Bindesubstanz, am häufigsten langgestreckt spindelförmig, dann auch mehr sternförmig, reich verzweigt, und verschmälern sich noch viel allmählicher in ihre Ausläufer, so dass eine Grenze zwischen diesen und dem Zelleibe nur willkürlich gezogen werden kann. Aus diesem Grunde ist von einer Größenbestimmung auch abgesehen worden; dass sie übrigens bedeutend kleiner, als die Zellen der gewöhnlichen interstitiellen Bindesubstanz sind, lehrt ein Vergleich der bei gleicher Vergrößerung gezeichneten Figuren 2 und 4 auf den ersten Blick. Auch hier zeigen die Ausläufer an gehärteten Präparaten oft das eigenthümliche granulirte Wesen, als ob sie aus lauter Körnchen zusammengesetzt wären. Da die runden oder ovalen Kerne weiter nichts Merkwürdiges bieten, so kann ich wohl für alles Übrige auf die beigegebene Abbildung verweisen (Fig. 4). Ob die Ausläufer ein ganz geschlossenes Netz bilden, das die Fibrillen umspinnt, oder ob sie mit diesen stellenweise zusammenhängen, habe ich unmöglich entscheiden können. Zwar laufen häufig Ausläufer lange Strecken auf oder neben Fibrillenbündeln entlang, den Fibrillen parallel und scheinen sich dann auch in sie zu ver-

<sup>1</sup> HENSEN, Über das Auge einiger Cephalopoden. Diese Zeitschr. Bd. XV. 1865. p. 206. Taf. XIX, Fig. 78.

<sup>2</sup> l. c. p. 46.

lieren, es ist aber niemals ein sicherer Aufschluss darüber zu gewinnen, ob man auch wirklich das letzte Ende des Ausläufers vor sich gehabt hat.

Eine zweite Art von Zellen findet sich überall zwischen den Bündeln verstreut und drängt sich besonders häufig in den spärlichen Resten von Intercellularsubstanz zwischen den sich kreuzenden Fibrillenbündeln in Gruppen bis zu 30 und mehr zusammen (Fig. 4 c'). Ihr Vorkommen ist wechselnd; während sie nirgends ganz fehlen, sind sie häufig in solcher Menge vorhanden, dass sie den Bau des Gewebes verdunkeln; mit Rücksicht darauf ist zur bildlichen Wiedergabe (in Fig. 4) eine Stelle gewählt worden, wo sie nur spärlich vertreten waren. Bei näherem Zusehen geben sie sich als alte Bekannte zu erkennen; sie gleichen genau den sekundären Plasmazellen, welche wir in der interstitiellen Binde-substanz als Theilungsprodukte der primären kennen gelernt haben (Fig. 3 A, c'), und auch ihre gegenseitige Lage lässt keinen Zweifel aufkommen, dass wir es in der That mit denselben Elementen zu thun haben. Wenn auch (ohne Zweifel durch spätere Wachsthumsvorgänge des Grundgewebes) sie stellenweise ziemlich regellos durch einander geschoben liegen, findet man doch andererseits Stellen genug, wo sie in scharf umrissenen Gruppen auftreten, die deutlich ihre Herkunft aus einer großen Plasmazelle verrathen. Ganz regelmäßig ist das sogar an den Grenzen der Leberkapsel der Fall, wo dieselbe an die Körperwand angewachsen ist, oder, besser gesagt, wo sie in die gewöhnliche interstitielle Binde-substanz, welche die Leibeshöhle auskleidet, übergeht. Eine unveränderte Plasmazelle habe ich in der Leberkapsel niemals mehr angetroffen; der Zerfall der Plasmazellen in Haufen von Tochterzellen, welcher in der gewöhnlichen interstitiellen Binde-substanz nur stellenweise eintritt, findet also in der Leberkapsel mit der größten Regelmäßigkeit statt, und weiter können sich die Theilungsprodukte durch spätere Wachsthumsvorgänge des sie tragenden Gewebes so weit an einander verschieben, dass ihre gemeinschaftliche Abstammung nicht ohne Weiteres erkannt werden kann.

Alles in Allem ist wohl klar, dass die fibrilläre Binde-substanz der Leberkapsel nicht als ein Gewebe sui generis, sondern nur als eine Weiterentwicklung der gewöhnlichen interstitiellen zu betrachten ist. In beiden haben wir dieselben geweblichen Bestandtheile nur in verschiedenem quantitativen Verhältnis. Lassen wir die fibrillär metamorphosirten Zellen sich stetig vermehren und dabei selbst so vergrößern, dass die Intercellularsubstanz fast ganz aufgezehrt wird, während das umspinnende Zellnetz unverändert fortbesteht, so erhalten wir die fibrilläre Binde-substanz der Leberkapsel. Ist diese gewiss einfache und naheliegende Herleitung die richtige, so können die Fibrillenbündel, wie

ich vorhin schon andeutete, nur als ein Flechtwerk vielstrahliger in ihren Ausläufern fibrillär metamorphosirter Zellen aufgefasst werden, aber ich sollte meinen, dass schon das Studium des Gewebes an sich, ohne andere zur Vergleichung heranzuziehen, diese Auffassung nahe genug legt; wenigstens wüsste ich für das regelmäßige Vorkommen von Kernen mit Protoplasmaresten an den Fibrillenbündeln keine andere Erklärung zu finden. Dass diese fibrillär metamorphosirten Zellen im Vergleich zu denen der gewöhnlichen interstitiellen Bindesubstanz zu einer riesigen Größe herangewachsen sein müssen (vgl. Fig. 2 und 4) ist ja klar, mit dieser Voraussetzung steht aber auch die ganz ungewöhnliche Größe ihrer Kerne im besten Einklang. Auffallend bleibt die große Kleinheit der Zellen des interfibrillären Netzes im Verhältnis zu dem Zellnetz der gewöhnlichen interstitiellen Bindesubstanz; hier muss man im Gegentheil für letzteres ein weit längeres Wachstum voraussetzen.

Die wenigen vorhandenen Angaben über fibrilläre Bindesubstanz bei Mollusken, welche nur die Cephalopoden betreffen<sup>1</sup>, sind schon in die vorstehende Darstellung mit einbezogen worden. Für ihre historische Reihenfolge möge Folgendes nachgetragen werden. Als der Entdecker hat LEYDIG zu gelten, welcher 1854 in einer kurzen Notiz (MÜLLER'S Arch. 1854. p. 296) auf das Vorkommen von fibrillärer Bindesubstanz bei den Cephalopoden aufmerksam machte; er betonte die bis auf die steifere Fältelung große Ähnlichkeit mit dem Vertebratenbindegewebe. HENSEN, ohne, wie es scheint, von dieser Beobachtung etwas zu wissen, erwähnt dann in seiner Arbeit über das Cephalopodenauge (l. c.) fibrilläre Bindesubstanz und giebt auch eine Abbildung; ihre Histologie wird durch die Entdeckung sternförmiger Zellen zwischen den Fibrillenbündeln bereichert. BOLL endlich (l. c. p. 46), ohne die Beobachtungen von LEYDIG und HENSEN zu kennen, entdeckte (1871) die Kerne der Fibrillenbündel. Meine eigenen gelegentlichen Beobachtungen (l. c. p. 24) will ich hier nur ganz nebenbei erwähnen, weil sie auf eine Bestätigung des Bekannten hinauslaufen.

## 2) *Aplysia fasciata* Poiret. (= *limacina* L.).

Schon früher wurde bemerkt, dass alle drei *Aplysia*-Arten sich in dem Bau der interstitiellen Bindesubstanz scharf von einander unter-

<sup>1</sup> Dass keine der Angaben älterer Beobachter über das Vorkommen fibrillärer Bindesubstanz bei Muscheln stichhaltig ist, hat schon FLEMMING (Über Bindesubstanzen und Gefäßwandung bei Mollusken. Habilitationsschrift. Rostock 1874. p. 45) ausführlich erörtert. Auch die neuesten Angaben von SABATIER (Anatomie de la moule commune. Ann. sc. nat. [6] zool. tom. 5. 1877. p. 52. Pl. VIII, Fig. 11. p. 32. Pl. VI, Fig. 2) sind viel zu kurz und in keiner Hinsicht beweisend.

scheiden. Doch sind die Unterschiede nicht gleichwerthig. *Aplysia punctata* steht am isolirtesten da, die beiden anderen Arten haben weit mehr Ähnlichkeit mit einander, wenn auch jede nicht ohne ihre besonderen Eigenthümlichkeiten ist. Nur der gemeinschaftliche Besitz einer fibrillären Modifikation der interstitiellen Binesubstanz in der Leberkapsel hält die Aplysien allen übrigen untersuchten Gastropoden gegenüber als Gruppe zusammen; es ist gleichsam ihr generischer Charakter.

Für die Untersuchung der *Aplysia fasciata* empfahl es sich bei der Größe der Art noch mehr als bei der *Aplysia punctata*, sich an möglichst junge Thiere zu halten, weil bei ausgewachsenen die Häutchen der interstitiellen Binesubstanz zu derb und undurchsichtig werden. Doch darf diese Beschränkung keine ausschließliche werden, denn erwachsene Exemplare zeigen leichte Abweichungen, welche bei einer erschöpfenden Darstellung mit berücksichtigt werden müssen.

Die hauptsächlichsten Unterschiede zwischen der Binesubstanz der *Aplysia fasciata* und *punctata* liegen in der geringeren Größe und größeren Zahl der Binesubstanzzellen bei ersterer Art, verbunden mit einem Zurücktreten der fibrillär metamorphosirten Elemente. Die Zellnetze der Binesubstanzzellen (Fig. 6 a) sind stellenweise außerordentlich dicht, dabei aber schwer erkennbar, da die Feinheit der Ausläufer selbst bei den stärksten Vergrößerungen an der Grenze der Sichtbarkeit steht. Auch die Form der Zellen ist unregelmäßiger, die recht häufigen spindelförmigen Elemente entsenden nur wenig Ausläufer und wo zahlreiche Ausläufer vorkommen, traten sie nicht in zwei Bündeln von den Polen einer spindelförmigen Zelle ab, sondern allseitig, so dass die Zelle dadurch sternförmig wird. Ungemein häufig finden wir im Protoplasma dieser Zellen dicht an einander gedrängt kleine kugelförmige helle Vacuolen, oft in so großer Anzahl, dass sie den ganzen Zellkörper ausfüllen; gänzlich fehlen diese Vacuolen — ein für die Binesubstanz der *Aplysia fasciata* sehr charakteristisches Merkmal — nur selten. Wenn ich schließlich noch bemerke, dass der runde oder ovale Kern von 6—8  $\mu$  Größe häufig excentrisch liegt, kann ich in allem Übrigen auf die Abbildung Fig. 6 a verweisen.

Bei einem erwachsenen Exemplar fand ich die Binesubstanzzellen weit sparsamer und dabei in größeren Abständen, so dass sie mit zunehmender Größe des Thieres sich also kaum zu vermehren, sondern nur aus einander zu rücken scheinen. Dazwischen traten vereinzelt ungemein große spindelförmige, sehr reich verästelte Zellen auf, welche an Größe und Gesammthabitus, besonders in Bezug auf die sehr allmähliche Verschmälerung des Zellkörpers in die Ausläufer, ganz den typischen Binesubstanzzellen der *Aplysia punctata* glichen.

Höchst bemerkenswerth ist die geringe Entwicklung der fibrillär umgewandelten Zellen. Fehlen sie auch nirgends gänzlich, so giebt es doch Strecken, besonders in der Umgebung des Centralnervensystems, wo sie gesucht sein wollen (Fig. 6), so dass man hier, wenn irgend wo bei Mollusken, von homogener Binde substanz sprechen kann. Aber auch, wo sie stärker vertreten sind, ist ihr Charakter ein ganz anderer. Die prachtvollen, vielstrahligen großen sternförmigen Zellen, die der Leser aus Fig. 4 kennen gelernt hat, wird man vergebens suchen. Hier herrschen sehr lange, spindelförmige, parallel angeordnete Elemente fast ausschließlich vor; man kann lange sehr feinstreifige und blasse Fibrillenbündel in parallelen Gruppen, denen an einer Stelle ein Kern nebst Protoplasmarest anliegt, oft über viele Gesichtsfelder verfolgen. Die Richtungen sind natürlich verschiedene und Kreuzungen sowohl einzelner Faserbündel als auch ganzer Gruppen keineswegs ausgeschlossen; in diesem Falle giebt dann die gleiche Richtung ganzer Gruppen dem Maschenwerk der fibrillären Zellen einen eigenthümlich gegitterten Charakter.

Sehr eigenthümlich sind auch die Plasmazellen (Fig. 6 c), in denen wir langgestreckte, schmale, unregelmäßig hin und her gebogene Spindeln kennen lernen, die trotz ihrer Länge (40—130  $\mu$ ) bei ihrer Schmalheit (8—11  $\mu$ ) weit weniger in die Augen fallen, als die großen Plasmazellen der *Aplysia punctata*. Seltener sind Formen, wie Dreistrahler mit drei ziemlich gleich langen Ausläufern und dem Kern im Centrum, oder Spindeln mit einem verbreiterten Ende, von dem mehrere kurze Ausläufer abtreten, oder Formen, die von anderen Stellen ihrer Peripherie Ausläufer aussenden. Ist die Zelle einmal breiter, die Ausläufer spitz und gut entwickelt, so können Zellformen entstehen, welche den Plasmazellen der *Aplysia punctata* außerordentlich ähneln, doch wird die oft so beträchtliche Größe jener Elemente hier in keinem Falle erreicht. Meist aber sind die Ausläufer, wenn überhaupt vorhanden, kürzer, stumpfer und lappiger als die der *Aplysia punctata*; der kugelförmige Kern (6—8  $\mu$ ), welcher mehrere Kernkörperchen enthält, liegt bald in der Mitte, bald dem einen Ende mehr genähert. Für gewöhnlich sind die Plasmazellen ebenfalls mit Granulationen (von kohlen saurem Kalk?) ganz vollgepfropft und erscheinen deshalb in durchfallendem Lichte dunkel, in auffallendem glänzend weiß, an gehärteten Präparaten färben sich die Granulationen, wie gewöhnlich, in Hämatoxylin tief dunkel. Vorkommen und Vertheilung der Plasmazellen ist das gleiche, wie bei der *Aplysia punctata*.

Auch in diesen Zellen konnte das Auftreten von Vacuolen in Protoplasma unter gleichzeitiger Verdrängung des granulären Inhaltes vielfach

konstatirt werden. Die Vacuolenbildung ist indessen hier niemals — eine sehr bemerkenswerthe Thatsache — Vorläufer einer weiteren Theilung der Plasmazellen. Auch nicht in einem einzigen Falle ist es mir gelungen, diese für die Plasmazellen der *Aplysia punctata* so charakteristische Theilung auch hier nachzuweisen. Selbst nicht in der fibrillären Bindesubstanz der Leberkapsel, wo es, wie erinnerlich, bei der *Aplysia punctata* Regel wird; die wenigen Plasmazellen, die man hier antrifft, sind zwar vacuolisirt, aber sonst unverändert.

Die fibrilläre Leberkapsel, deren Beschreibung hier noch erübrigt, ist aber auch in anderen wesentlichen Punkten von dem entsprechenden Gewebe der *Aplysia punctata* verschieden. Ein schönes klares Bild giebt die noch sehr durchsichtige Leberkapsel junger Thiere, welche darum auch zur bildlichen Wiedergabe (Fig. 7) gewählt ist. Die Durchsichtigkeit beruht nicht nur auf der großen Dünne der Membran, sondern auch auf dem Verhalten der Gewebeelemente, welche in geringerer Anzahl und Größe als bei erwachsenen Thieren auftreten und beträchtliche Strecken von noch intakter Intercellularsubstanz zwischen sich lassen.

So bekommt das Gewebe einen ganz anderen Charakter. Während die fibrilläre Bindesubstanz der *Aplysia punctata* in ihrem Gesamthabitus noch am meisten dem leimgebenden fibrillären Bindegewebe der Vertebraten ähnelt, treffen wir hier zum ersten Male ein so eigenthümliches Mittelding zwischen homogener und fibrillärer Bindesubstanz, wie ich von Vertebraten nichts der Art kenne. Im Allgemeinen haben wir, da auch Plasmazellen fast vollständig fehlen, Bilder von großer Klarheit und Verständlichkeit, die zur ersten Orientirung ganz vorzüglich geeignet erscheinen.

Wir finden hier, ganz allgemein gesagt, Fibrillenbündel und Gruppen von solchen, die eine reichliche homogene Intercellularsubstanz nach allen Richtungen durchziehen und selbst wieder von einem verzweigten Zellnetz umspinnen werden. Die Häufigkeit der Vereinigung von Fibrillenbündeln, welche nie die Stärke wie bei *Aplysia punctata* erreichen, sondern höchstens 15—17  $\mu$  dick werden, zu parallelen Zügen ist nicht zum mindesten für das Gewebe eigenthümlich. Mindestens eben so oft, als auf isolirte Bündel, stößt man auf Gruppen; eine wechselnde Anzahl von Bündeln von sehr verschiedener Mächtigkeit parallel angeordnet. Die celluläre Selbständigkeit, welche der Besitz eines meist ovalen Kernes (15—20  $\mu$  im Längs-, 8  $\mu$  im Querdurchmesser) nebst Protoplastarest auch für das feinste Bündel einer solchen Gruppe verbürgt, lässt darauf schließen, dass wir es nicht mit parallelen Zweigen einer vielstrahligen Zelle, sondern mit ursprünglich schon

parallel angeordneten spindelförmigen Zellen zu thun haben. Überhaupt überwiegen unter den fibrillär metamorphosirten Zellen die spindelförmigen ganz außerordentlich und unter den wenigen sternförmigen gehören solche mit mehr als drei bis vier Strahlen schon zu den größten Seltenheiten — ebenfalls ein nicht unwesentlicher Unterschied gegen die *Aplysia punctata*.

Das Netz der umspinnenden Bidesubstanzzellen (Fig. 7 a) giebt zu wenig Bemerkungen Anlass. Sie gleichen an Gestalt und Größe vollkommen den Zellen der gewöhnlichen interstitiellen Bidesubstanz, vor Allem auch darin, dass ihr Protoplasma in der Regel mit einer Anzahl kleiner heller kugelrunder Vacuolen erfüllt ist, die den Kern ganz bei Seite drängen können. Diese auffallende Übereinstimmung bestätigt die Vermuthung, dass die Zellen in der That nichts Anderes sind, als der Rest der nicht fibrillär umgewandelten Zellen der gewöhnlichen interstitiellen Bidesubstanz, aus welcher das Gewebe der Leberkapsel hervorgegangen zu denken ist. Da Fig. 7 von dem Charakter des Zellnetzes eine hinreichende Anschauung giebt, darf ich auf eine weitere Auseinandersetzung dieser Verhältnisse wohl verzichten.

Das Bild, das erwachsene Thiere bieten, scheint auf den ersten Blick ein ganz anderes. Man überzeugt sich aber bald, dass der ganze Unterschied auf eine beträchtliche Größenzunahme der Gewebeelemente hinausläuft. Die fibrillär metamorphosirten Zellen haben sammt ihren Kernen so an Größe gewonnen, dass sie fast denen der *Aplysia punctata* gleichkommen und die Intercellularsubstanz zwischen ihnen auf ein Minimum reducirt ist. Daneben macht sich aber auch ein höchst auffallendes Wachsthum der umspinnenden Bidesubstanzzellen bemerkbar, welches sie auf das Doppelte und Dreifache der bei jungen Thieren als normal bezeichneten Größe bringt. Dass die Zellen sich dadurch näher gebracht werden und ihr Netz deshalb dichter erscheinen muss, liegt auf der Hand; so verfehlt es daher wäre, nur auf Grund dieser Erwägung daneben noch eine Vermehrung der Zellen anzunehmen, so schwierig wäre es, das Gegentheil zu erweisen. Auf weitere Einzelheiten einzugehen verbietet mir der keineswegs tadellose Erhaltungszustand der wenigen erwachsenen Individuen, auf welche ich für die Entnahme meiner Präparate angewiesen war.

Zum Schluss mögen hier noch einige Eigenthümlichkeiten unseres Gewebes kurz berührt werden, die sich in den Rahmen obiger Darstellung nicht ohne Zwang hätten einfügen lassen. Zunächst das ganz regelmäßige Auftreten von Lücken — kreisrunden oder ovalen Löchern — im Gewebe, eine Erscheinung, welche in ihrer höchsten Ausbildung manchen Gewebspartien eine vollkommen siebartige Struktur verleihen

kann. Der physiologische Zweck ist zweifellos Erleichterung der Circulation in der Leibeshöhle, wie auch MILNE EDWARDS, neben BERGH bisher der einzige Beobachter dieser Lücken bei Opisthobranchiern, annimmt<sup>1</sup>. Da wir uns mit diesen Lücken bei anderen Mollusken, wo sie zu den interessantesten Bildungen der ganzen Bindesubstanz gehören, noch viel zu beschäftigen haben werden, so wird, um Weitläufigkeiten zu vermeiden, ein besonderer Name für sie nothwendig werden: ich will sie deshalb Circulationslücken nennen. Bei den Aplysien bieten sie noch nicht viel Merkwürdiges. Bei jungen Thieren finde ich sie meist nur in der Leberkapsel entwickelt, hier aber auch nur spärlich und meist von nur mikroskopischer Größe (bis 1,5 mm Durchmesser), bei älteren Thieren, wo sie ganz bequem mit bloßem Auge zu sehen sind, werden sie auch in der interstitiellen Bindesubstanz angetroffen, ja bei einem ausgewachsenen Exemplar der *Aplysia fasciata* war das ganze Gewebe streckenweise so rareficirt, dass die einzelnen beträchtlich großen Lücken nur noch durch schmale Gewebsbrücken von einander getrennt waren. Die Gestalt dieser Lücken ist immer eine kreisrunde oder ovale mit vollkommen scharfen Rändern und man überzeugt sich leicht aus dem Verhalten der fibrillär veränderten Zellen, dass die Lücken durch Schwund der homogenen Intercellularsubstanz entstanden zu denken sind. Immer füllen sie so die Lücken zwischen den Fibrillenbündeln aus, dass die letzteren tangential an ihren Rändern hinziehen und in ihren mannigfaltigen Kreuzungen in ihrer Gesammtheit oft ein dem Kreise umschriebenes Vieleck nachahmen, niemals sieht man aber ein Fibrillenbündel oder den Ausläufer einer Bindesubstanzzelle etwa eine Circulationslücke quer durchsetzen. Wo die Entwicklung der Lücken den höchsten Grad erreicht hat, werden die schmalen trennenden Substanzbrücken zwischen ihnen fast nur von Fibrillenbündeln gebildet. Blutkörperchen, den Rändern dieser Lücken anklebend, pflegen ein gewöhnlicher Befund zu sein; dieselben bilden auch sonst eine sehr häufige Verunreinigung der Präparate, welche leicht zu Täuschungen Anlass geben können, da die charakteristischen Ausläufer oft fehlen und sie auch nicht immer sofort als dem Gewebe nur äußerlich aufgelagerte, nicht ihm organisch eingefügte Elemente zu erkennen sind.

Endlich möge hier einer anderen bindegewebigen Bildung noch

<sup>1</sup> »Cette tunique péritonéale est d'une texture très-spongieuse et présente des pertuis, par lesquels un passage s'établit entre les lacunes sous-cutanées et la cavité viscérale (MILNE EDWARDS, Observations sur la circulation chez les Mollusques. Ann. sc. nat. [3] zool. 8. 1847. p. 62). Die BERGH'schen Beobachtungen finden sich in seinen Nudibranchien-Arbeiten zerstreut, z. B. Reisen im Archipel der Philippinen. l. c. p. 63, Archiv f. Naturgesch. XXXVII. Bd. I. p. 20 etc.

kurz gedacht werden. Wenn man bei Mollusken von Ligamenten reden will, so verdienen vor Allem jene sehnig glänzenden Bündel diese Bezeichnung, welche wir (*Aplysia fasciata*, besser noch bei *Pleurobranchus* und *Pleurobranchaea* entwickelt) in mannigfaltigster Weise zwischen den Eingeweiden unter einander oder zwischen diesen und der Körperwand ausgespannt finden. Der Bau dieser Bänder ist ein sehr einfacher und wird bei einem Blick auf Fig. 12 sofort verständlich sein. Sie bestehen aus parallel angeordneten Fibrillenbündeln, welche an den Ansatzpunkten nach allen Seiten in die Bindesubstanzlage ausstrahlen, ganz wie ein an beiden Enden aufgefaserter Strick. Dass die fibrillär metamorphosirten Zellen in diesen Gebilden, wie auch in dem parallelfaserigen Neurilemm der größeren Nervenstämme, ausschließlich spindel-förmige Gestalt haben müssen, ist ohne Weiteres einleuchtend.

### 3) *Aplysia depilans* L.

Wenn auch diese dritte und letzte *Aplysia*-Species in Bezug auf den Bau der interstitiellen Bindesubstanz vielfach mit der *Aplysia fasciata* übereinstimmt, ist ihr Bau doch in manchen Beziehungen so eigenthümlich und abweichend, dass auch diese Art an einem einzigen Bindegewebspräparat mit derselben Sicherheit zu erkennen ist, wie an der *Radula* oder einem anderen anatomischen Merkmale. Wir treffen hier nämlich den Zerfall der Plasmazellen in sekundäre Theilungsprodukte, der uns von der *Aplysia punctata* her bekannt ist, ebenfalls wieder an; aber es kommt hier nicht zu kleinen, aus wenig Elementen zusammengesetzten Zellgruppen, sondern zu großen tuberkelähnlichen Zellaggregaten, die aus Hunderten von einzelnen Zellen bestehen und oft dicht gedrängt ganze Gewebspartien durchsetzen (Fig. 8, 9). Leider war ich bei meinen Untersuchungen auf eine Anzahl von Chromsäure-Spirituspräparaten beschränkt, deren Konservierungszustand der Erkenntnis oft nur zu früh ein Ziel steckte; doch scheinen mir die sicher gewonnenen Resultate bedeutungsvoll genug, um an dieser Stelle mitgetheilt zu werden.

Die gewöhnliche interstitielle Bindesubstanz erinnert in ihrem Gesamthabitus bei schwachen Vergrößerungen sehr an *Aplysia fasciata*, doch überrascht bei genauerer Betrachtung die Zahl der fibrillär metamorphosirten Zellen, welche oft sehr dicht gedrängt die Intercellularsubstanz durchziehen, meist vorwiegend nach einer Richtung (Fig. 9 b), niemals aber sich durch besondere Größe oder reichere Verästelung auszeichnet. Selbst dreistrahlige Zellen sind schon selten, und wir können als Typus lange schmale Faserbündel mit ebenfalls verhältnismäßig langen (45—47  $\mu$ ) stäbchenförmigen Kernen aufstellen, welche sich,

ohne dass ein Ende wahrzunehmen wäre, oft durch viele Gesichtsfelder verfolgen lassen. In Bezug auf das Netz von Bindesubstanzzellen, das diese Bündel, wie gewöhnlich, umspinnt, ließen meine Präparate an Klarheit am meisten zu wünschen übrig. Dass verästelte Zellen, die sich nicht wesentlich von denen der *Aplysia fasciata* unterscheiden und auch oft ähnliche kleine Vacuolen in ihrem Inneren zeigen (Fig. 9 a), ungefähr in derselben Dichtigkeit zwischen den Fibrillen vertheilt sind, war mit Sicherheit nachzuweisen, doch konnten nur in den seltensten Fällen Ausläufer bis zu einer anderen Zelle verfolgt werden, so dass die Frage nach der Konfiguration des Maschennetzes der Ausläufer, die indessen kaum eine wesentliche Verschiedenheit gegen *Aplysia fasciata* zeigen dürfte, noch offen gelassen werden muss.

Die Plasmazellen (Fig. 8, 9 c), welche an ihren Lieblingsstellen (Umgebung des Centralnervensystems etc.) in denselben Scharen auftreten können, wie bei den anderen *Aplysia*-Arten, stehen zwischen denen der *Aplysia fasciata* und *punctata* gerade in der Mitte. Erstens an Größe, denn ihre kleineren Exemplare kommen denen der *Aplysia fasciata* etwa gleich, ihre größten (20—150  $\mu$  im Längs-, 15—45  $\mu$  im Querdurchmesser) reichen bis an die Maße der *Aplysia punctata* heran. Dann aber auch an Gestalt. Den äußeren Umriss theilen sie mit denen der *Aplysia punctata*, d. h. sie sind länglich oval, rhombisch bis rund, niemals aber so lang und schmal, wie die der *Aplysia fasciata*, dagegen fehlen ihnen wieder die schönen spitzen pseudopodienartigen Fortsätze, wodurch die *Aplysia punctata* (Fig. 2) so scharf charakterisirt ist, höchstens dass sie einzelne stumpfe lappige aufzuweisen haben. Ihr Inhalt besteht, wie gewöhnlich, ganz aus stark glänzenden Körnchen bis zu unmessbarer Feinheit herunter, die sich in Hämatoxylin lebhaft färben, wahrscheinlich wohl das organische Substrat von Kalkdepositen während des Lebens. Der große kugelfunde Kern (6—17  $\mu$ ) mit einem großen Kernkörperchen bietet nichts Bemerkenswerthes.

Die auffallendsten Gebilde unserer Bindesubstanz sind aber jene eigenthümlichen Zellaggregate, welche in verschiedener Größe und sehr ungleich vertheilt, bald dicht gedrängt, bald nur spärlich verstreut, das Gewebe durchsetzen (Fig. 8, 9 c). Es sind Anhäufungen von zahlreichen kleinen Zellen, die so dicht an einander gelagert sind, dass ihre Gesammtheit als kugelige oder eiförmige, ziemlich scharf begrenzte Einsprengung in das Gewebe erscheint, die abgesehen von der sehr schwankenden Größe und Vertheilung bei schwacher Vergrößerung eine große Ähnlichkeit mit einem frischen Miliartuberkel zeigt. Die Größe dieser Gebilde bewegt sich zwischen 50 und 220  $\mu$ , und die größten mögen wohl aus vielen Hundert Zellen zusammengesetzt sein. Zur

näheren Untersuchung ihrer zelligen Bestandtheile sind nur die kleinsten Knoten brauchbar, da die größeren höchstens an den Rändern durchsichtig genug dazu sind. Es sind kleine runde oder kubische Zellen von durchschnittlich 12—15  $\mu$  Größe mit einem centralen kugelförmigen Kern (3—5  $\mu$ ) und einem auffallend hellen, wenig granulirten, fast blasigen Protoplasma, das sich auch fast gar nicht färbt. Seltener und, wie es scheint, besonders an den peripherischen Partien treten auch excentrisch gelegene, stäbchenförmige Kerne auf, doch ist hier die Unterscheidung von den Kernen angrenzender fibrillärer Spindelzellen meist nicht scharf durchzuführen, wesshalb ich für meine Angabe nicht unbedingt einstehe will.

Die peripherische Grenze der Knoten ist keine absolut scharfe und besonders um die größeren findet sich immer noch eine Art Hof von mehr verstreuten Zellen. Sind die Entfernungen der einzelnen Knoten nur gering, so greifen wohl diese Höfe in einander über und wir finden dann das ganze Gewebe mit den eben geschilderten Zellen durchsetzt, von denen die Knoten nur lokale stärkere Anhäufungen bilden (Fig. 8).

Bei Besprechung dieser merkwürdigen Gebilde muss ich noch einen Verdacht ausdrücklich zurückweisen, der besonders bei Solchen Platz greifen könnte, die mit der Histologie der Mollusken weniger vertraut sind, nämlich dass ich mich durch Anhäufungen von Blutkörperchen habe täuschen lassen. Ich kann das mit um so größerer Sicherheit, als Blutkörperchen einzeln oder gruppenweise verstreut zu den gewöhnlichsten Verunreinigungen meiner Präparate gehören und es so mir wenigstens nicht an Gelegenheit gefehlt hat, ihr Aussehen und ihr Verhalten gegen Härtungs- und Tinktionsmittel kennen zu lernen. Da ist denn zu bemerken, dass erstens Blutkörperchen etwas größer sind, als die fraglichen Zellen, dass sie häufig (wohl bei sehr rascher Tödtung) mit ausgezeichnet fixirten Pseudopodien auftreten, und dass bei meinen Methoden nicht nur der Kern sich tief schwarzblau, sondern auch das Protoplasma ziemlich intensiv sich färbt. Dann aber lässt es sich, wenn es sich um Blutkörperchen handelt, bei stärkeren Vergrößerungen und Wechsel der Einstellung, immer unzweifelhaft feststellen, dass sie den Geweben auf- und nicht eingelagert sind; endlich aber wäre eine Anhäufung zu Zellkomplexen, welche an gefärbten Präparaten oft mit bloßem Auge sichtbar sind, bei Blutkörperchen etwas Unerhörtes, besonders da nicht einzusehen wäre, warum dergleichen nur bei der *Aplysia depilans* und niemals bei anderen Mollusken sich finden sollte.

Die Herkunft dieser Zellanhäufungen ist für mich nicht zweifelhaft. Wenn ich auch nicht im Stande bin, einen strengen Beweis dafür zu liefern, so lässt sich doch mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit

behaupten, dass sie aus den Plasmazellen durch wiederholte Theilung hervorgehen. Dafür spricht erstens, dass die Plasmazellen, welche sich in der Nähe solcher Knoten befinden, häufig das Auftreten von hellen blasigen Vacuolen in ihrem Inneren erkennen lassen, und dass man umgekehrt bei kleineren Knoten noch die charakteristischen stark lichtbrechenden Granula in den sie zusammensetzenden Zellen antrifft. Sind in letzterem Falle die Zellgrenzen undeutlich, so kann man es dem ganzen Gebilde durchaus nicht ansehen, ob es noch eine einzige vielkernige Plasmazelle oder schon ein Aggregat von Theilstücken ist. Endlich findet man aber auch Plasmazellen den Zellhaufen so dicht anliegend, dass sie einen Theil derselben zu bilden scheinen (Fig. 9, in der Mitte), ja in einzelnen Fällen glaubte ich sie sogar im Innern von Knoten deutlich wahrzunehmen. Jedenfalls halte ich es darum für viel wahrscheinlicher, dass die Zellhaufen aus mehreren, als dass sie aus einer Plasmazelle hervorgehen, eben so wie sie sich wohl noch später durch Hinzutritt neuer sich theilender Plasmazellen vergrößern können.

Der Nachweis von Theilungsfiguren ist mir freilich bis auf einzelne nicht ganz unzweifelhafte Fälle nicht geglückt, und wer die Existenz einer Zellvermehrung einzig und allein von diesem Kriterium abhängig macht, wird meinen übrigen Gründen vielleicht kein großes Gewicht beilegen. Indessen sind die Zellkerne so klein, dass Theilungsfiguren (mit deren Aussehen ich durch eigene Untersuchungen an Amphibien genau vertraut bin), selbst wenn sie vorhanden sein sollten, sich nicht mit Sicherheit von gewöhnlichen Kerngerüsten unterscheiden ließen; außerdem kann ich zu meinen Gunsten anführen, dass die Präparate keineswegs tadellos gefärbt waren und dazu Thieren entnommen, welche wahrscheinlich in schwacher Chromsäure langsam abgestorben waren<sup>1</sup>. Wer meiner Annahme, dass die Zellknoten aus Theilungen von Plasmazellen hervorgehen, zustimmt, wird in ihnen mit mir merkwürdige Analoga der sekundären Plasmazellen der *Aplysia punctata* erblicken müssen, für welche uns die übrigen Mollusken, selbst die dritte *Aplysia*-Art nicht ausgenommen, bis jetzt noch kein weiteres Beispiel geboten haben.

<sup>1</sup> So vermute ich, weil die Exemplare aus der Neapler zoologischen Station stammten, wo diese bewährte Methode meines Wissens für Gastropoden fast ausschließlich angewendet wird. Ich wiederhole hier nochmals, dass man tadellose Präparate von interstitieller Bidesubstanz nur zu erwarten hat, wenn die Thiere unmittelbar vor dem Einlegen in Chromsäure etc. ihrer ganzen Länge nach aufgeschnitten werden. Wirft man die Thiere unverletzt in die Härtingsflüssigkeiten, so dringen diese so langsam in das Innere des Körpers, dass hier schon leichte Fäulniserscheinungen aufgetreten sein können, ehe eine Abtödtung erfolgt.

Die exquisit fibrilläre Modifikation der Binde substanz in der Leberkapsel weicht wenig von dem entsprechenden Gewebe der *Aplysia fasciata* ab. Was den einzelnen Fibrillenbündeln an Stärke abgeht, wird durch ihre Zahl ersetzt. Statt einzelner starker Bündel treffen wir Gruppen von feineren parallel ziehenden; solche Gruppen kreuzen sich in allen Richtungen unter einander und mit einzelnen Bündeln jeder Stärke, so dass ein komplicirtes Flechtwerk entsteht, welches aber bei der relativen Feinheit seiner Elemente von der homogenen Inter cellularsubstanz noch genug übrig lässt. Die fibrilläre Struktur der Bündel ist ausgezeichnet deutlich; das Netz der umspinnenden, unveränderten Binde substanzzellen, deren Körper und feinere Verzweigungen an meinen Präparaten nur unvollkommen erkannt werden konnten, geben zu keiner Bemerkung Veranlassung. Unveränderte Plasmazellen oder Zellgruppen, welche als Theilungsprodukte derselben gedeutet werden könnten, kamen nie zur Beobachtung. Cirkulationslücken sind auch bei *Aplysia depilans* eine ganz gewöhnliche Erscheinung und können einen größten Durchmesser von 0,2 mm erreichen.

Da wir, wie hier im Voraus bemerkt werden soll, diese exquisit fibrilläre Binde substanz bei anderen Mollusken nicht mehr antreffen werden, so seien hier noch einige Worte den beobachteten Verschiedenheiten dieser Geweb sbildung und ihrer Erklärung gewidmet. Ein Vergleich der *Aplysia punctata* mit ihren beiden Verwandten in dieser Beziehung zeigt einen völlig verschiedenen Habitus (vgl. Fig. 4 mit Fig. 7): hier große vielstrahlige Faserzellen mit entsprechenden Kernen, gegen welche die Inter cellularsubstanz völlig und das Netz der umspinnenden Binde substanzzellen wenigstens sehr zurücktritt, dort zahlreichere, aber feinere wenigstrahlige Faserzellen in einer reichlichen Inter cellularsubstanz und stärker entwickelte Binde substanzzellen. Diese Verschiedenheit lässt sich aber zurückführen auf die ursprüngliche Verschiedenheit der gewöhnlichen interstitiellen Binde substanz, aus welcher diese fibrilläre Modifikation doch hervorgegangen zu denken ist. Schon in der interstitiellen Binde substanz findet sich dieselbe Verschiedenheit zwischen der *Aplysia punctata* und den beiden anderen Species in Bezug auf Größe und Zahl der Ausläufer der fibrillär umgewandelten Zellen, wie ein Vergleich der Fig. 4 und 2 mit Fig. 8 und 9 erinnerlich machen wird, und es ist daher nicht zu verwundern, wenn wir, bei der Annahme eines in beiden Fällen gleichen Bildungsmodus der fibrillären Leberkapsel — nämlich Vermehrung und Wachstum der fibrillär metamorphosirten Zellen —, die Endpunkte der Entwicklung eben so differiren sehen, wie die Ausgangspunkte. Ein Anderes ist es mit den sogenannten sekundären Plasmazellen. Dass die Plasmazellen bei

der *Aplysia punctata* in der Leberkapsel stets und in der interstitiellen Bindesubstanz häufig in eine Anzahl eigenthümlich gelagerter und geformter Theilstücke zerfallen, dass sie bei der *Aplysia fasciata* sich in der Leberkapsel nur selten und dann unverändert finden, und dass bei *Aplysia depilans* endlich die Theilung in sekundäre Plasmazellen aus der interstitiellen Bindesubstanz eigenthümlich ist, während Plasmazellen in der Leberkapsel überhaupt zu fehlen scheinen, ist gewiss ein höchst bemerkenswerther Unterschied, auf dessen Erklärung bis jetzt aber vollkommen verzichtet werden muss.

#### 4) Pleurobranchus.

Die beiden letzten Vertreter der Opisthobranchier, welche ich noch untersucht habe, *Pleurobranchus* und *Pleurobranchaea*, schließen sich im Verhalten ihrer Bindesubstanz viel enger an einander an, als selbst die *Aplysia*-Arten; während sich indessen Präparate von *Pleurobranchus* und *Pleurobranchaea* noch mit einiger Sicherheit von einander unterscheiden lassen, herrscht zwischen den untersuchten Species von *Pleurobranchus aurantiacus* Risso und *testudinarius* Cantr. die vollkommenste Übereinstimmung. Die interstitielle Bindesubstanz ist im Körper dieser Arten sehr reichlich entwickelt, besonders in der Umgebung der reich verzweigten Schwefelsäuredrüsen von *Pleurobranchaea*, deren Verästelungen überall von der Bindesubstanz umspinnen und zusammengehalten, wie ein Mantel aus feinem Netzwerk die ganze Eingeweidemasse einhüllen.

Im Vergleich mit den *Aplysien* ist zunächst die gleichmäßige Beschaffenheit der Bindesubstanz an allen Orten ihres Vorkommens hervorzuheben. Eine specifisch fibrilläre Modifikation, wie dort in der Leberkapsel, fehlt vollkommen, wenn auch in besonders resistenten membranösen Bildungen die Zahl der fibrillär umgewandelten Elemente bedeutend vermehrt und zugleich eine Anordnung in einer Richtung vorwiegen kann; für gewöhnlich finden wir aber, wie es auch unsere Fig. 10 darstellt, Fibrillenbündel oder noch häufiger größere und kleinere Gruppen von parallel angeordneten Fibrillenbündeln in allen möglichen Richtungen in einer reichlichen homogenen Intercellularsubstanz sich kreuzen.

Sonst ist noch die Armuth an Ausläufern und die ungemein verschiedene Dicke derselben für die fibrillären Zellen dieses Gewebes charakteristisch. Vielstrahlige Zellen, wie bei der *Aplysia punctata*, fehlen ganz, mehr als dreistrahlige dürften schon selten sein. So setzt sich die Hauptmasse dieser Gewebelemente, wie bei den beiden anderen *Aplysia*-Arten, aus ungemein langen schmalen Fibrillenbündeln zusam-

men, deren Anfang und Ende nur deshalb nie konstatiert werden kann, weil sie schließlich mit anderen Bündeln in Verbindung treten und so ein großes Netz bilden. Die Mächtigkeit der einzelnen Bündel wechselt zwischen  $30 \mu$  und unmessbarer Feinheit, in letzterem Falle handelt es sich wohl immer um einzelne von einem größeren Bündel abgespaltene Fibrillen. Häufig pflegt sich eine Anzahl von feineren Bündeln mit einem oder mehreren stärkeren zu gemeinsamem Verlauf zu verbinden (Fig. 10, rechts, Fig. 11, links unten), wobei sie das Aussehen der Ausläufergruppe einer vielstrahligen Zelle annehmen; dass diese Auffassung eine irrige ist, beweisen aber die nie fehlenden Kerne (Länge bis  $35 \mu$ , Breite bis  $15 \mu$ ), das untrügliche Zeichen cellulärer Selbständigkeit.

Das Netz der umspinnenden Binde substanzzellen (Fig. 10, 11 a) bewahrt im Allgemeinen eine mittlere Dichte. Die Zellen sind nur klein, vorwiegend sternförmig, mit zahlreichen Ausläufern; der Kern rund oder oval ( $6-8 \mu$ ), die Ausläufer sehr lang und fein und selbst bei den stärksten Vergrößerungen nur an günstigen Stellen in ihrem ganzen Verlauf sichtbar. Bisweilen schwellen sie zu kleinen protoplasmatischen Verbreiterungen an und haben ganz gewöhnlich nach den angewandten Erhärtungsmitteln ein fein perlschnurartig varicöses Aussehen angenommen, oft in so ausgezeichneter Weise, dass dadurch Ausläufer dieser Zellen von Fibrillen mit Sicherheit zu unterscheiden sind.

Die Plasmazellen (Fig. 10 c), deren Vertheilung und Vorkommen zu keinen besonderen Bemerkungen Veranlassung bietet, sind denen der *Aplysia fasciata* ganz ähnlich: lange (von  $35-170 \mu$ ), schmale ( $4-8 \mu$  breit), spindelförmig, in unregelmäßiger Weise abwechselnd ausgebauchte und eingeschnürte Zellen, mit rundem ( $5-6 \mu$ ), etwa in der Mitte liegenden Kern. Die für *Pleurobranchaea* typischen dreistrahligen oder noch weiter verzweigten Formen sind hier nicht gerade häufig. Im Inhalt treten uns wieder die stark glänzenden, in Hämatoxylin sich äußerst stark färbenden Granulationen entgegen, die in diesen Zellen bei Mollusken in weitester Verbreitung vorzukommen scheinen, daneben finden sich auch Vacuolen in wechselnder Mächtigkeit bis zu vollkommener Verdrängung der Granulationen. In letzterem Fall bekommen wir Bilder, wie in Fig. 13 c von *Pleurobranchaea*.

Auch die runden oder ovalen Durchbrechungen der Interzellularsubstanz, welche ich Cirkulationslücken genannt habe, fehlen hier nicht, ja sie treten sogar in höchst merkwürdige Beziehungen zu Binde substanzzellen. Diese hier meist ovalen, seltener runden Lücken (von  $80$  bis  $100$ , stellenweise bis  $300 \mu$  im größten Durchmesser) finden sich nämlich in den meisten Fällen (aber durchaus nicht immer) von einem  $40-48 \mu$  breiten Ringe, wie von einem stützenden Rahmen umgeben

(Fig. 10, 11 *d*). Der Rahmen, welcher sich in Hämatoxylin sehr tief färbt, ungefärbt einen matten, fast wachsartigen Glanz besitzt, ist, wie man bei näherem Zusehen sofort erkennt, das Produkt einer Zelle. Man bemerkt nämlich nach außen von dem Rahmen einen je nach der Größe des ganzen Gebildes verschiedenen breiten Protoplasmagürtel, in dem an einer oft buckelartig hervorspringenden Stelle ein entsprechend großer (8—12  $\mu$ ) runder oder ovaler Kern (Fig. 10, 11 *e*) mit ein bis zwei großen Kernkörperchen (bis 3  $\mu$ ) liegt. Dass dieses Zellgebilde den Rahmen für die Lücke absondert, geht auch daraus hervor, dass dickere Rahmen (Fig. 10, 11) ganz deutlich eine Zusammensetzung aus concentrischen Ringen zeigen, die durch ein matteres, sich weniger stark färbendes Bindemittel nicht allzusehr mit einander verkittet werden. Denn in jedem Präparat finden sich Stellen, wo — wahrscheinlich durch den Zug der Nadeln beim Ausbreiten der Membranen — solche Ringe sich aus dem Verband der übrigen gelöst, verschoben und verdrückt haben, zerbrochen oder aus den zugehörigen Lücken des Präparates herausgehoben sind und daneben isolirt auf demselben liegen.

Schicksal und Entstehung dieser merkwürdigen Gebilde bleibt in mehr als einer Hinsicht noch aufzuklären. Ungemein häufig findet man Cirkulationslücken mit auffallend dickem Rahmen und minimalem oder vielleicht überhaupt nicht mehr durchgängigem Lumen (Fig. 11 *d*). Wie dieser Verschluss zu Stande kommt, ist schwer zu sagen. Man kann annehmen, dass durch Ablagerung von immer neuen Ringen das Lumen allmählich immer mehr verengert wird; mit dieser Annahme würde die ungemaine Dicke und starke Schichtung der Rahmen, welche solche dem Verschluss nahe Löcher umgeben, gut stimmen, die jüngsten Ringe müssten aber in diesem Falle nicht von außen, sondern von innen her abgelagert werden, eine Vorstellung, die sich zwar nicht auf Unmöglichkeiten gründet, aber doch etwas Unbequemes hat. Andererseits wäre es ja auch möglich, dass die Lücken gleich von Anfang an von so minimaler Größe gewesen und die dicken Rahmen durch successive Ablagerung von außen zu Stande gekommen sind; diese Annahme bin ich aber nicht im Stande, durch irgend welche positive Beobachtungen zu stützen. Die jüngsten Bildungen der Art, die ich überhaupt zu Gesicht bekommen habe, sind zwar klein, haben aber doch immer einen Durchmesser von nicht unter 14  $\mu$ . Wenn man bedenkt, dass die größeren und größten Bildungen niemals mit Anfangsstadien der Rahmenbildung zu treffen sind, sondern immer complicirte, dicke, aus vielen ringförmigen Ablagerungen gebildete Rahmen besitzen, so lässt sich der Gedanke nicht von der Hand weisen, dass die Lücken sich auch durch interstitielles Wachsthum vergrößern.

Die jüngsten Stadien, welche ich von diesen merkwürdigen Bildungen habe auffinden können, sind in Fig. 11 *f* abgebildet. Danach scheint es, als ob die Lücken, um die sich der Rahmen bildet, ursprünglich im Protoplasma einer Zelle entstehen und dass nicht etwa die Zelle um eine solche Lücke herum wächst. Das dürfte wohl aus der Form der Zellen mit Sicherheit hervorgehen, da sie ja noch deutliche Ausläufer zeigen und also aus dem Zellverbände des Bindesubstanzzellennetzes hiernach zu schließen noch gar nicht herausgetreten sind. Nach den späteren Befunden zu urtheilen, muss man annehmen, dass diese Verbindungen beim weiteren Wachsthum gelöst werden, doch habe ich nicht genügend Übergangsstufen für diesen Vorgang zu Gesicht bekommen. Der Protoplasmaring, der die jüngsten Lücken umgiebt, ist noch sehr dünn und ganz homogen und nichts deutet darauf hin, dass schon die Absonderung der cuticularen Ringe begonnen hätte, welche diese Gebilde später zu so auffallenden Erscheinungen machen.

Nimmt man die hier vorgetragene Entstehung dieser Lücken als richtig an, so ergiebt sich als nothwendige Konsequenz, dass sie mit den nicht von Rahmen gestützten Cirkulationslücken gar nichts gemein haben: die einen entstehen als lokale Defekte eines Zellkörpers, die anderen als Defekte der Intercellularsubstanz. Dass die Ringe in die große Klasse der cuticularen Ausscheidungen gehören, ist wohl sicher, aber auch als solche sind sie merkwürdig genug, erstens als Beispiele cuticularer Abscheidungen unzweifelhafter Bindesubstanzzellen, zweitens als Beispiele solcher Abscheidungen im Inneren eines Zellkörpers, statt wie gewöhnlich an seiner äußeren Oberfläche.

##### 5) *Pleurobranchaea Meckelii* Leue.

Die interstitielle Bindesubstanz dieser Species gleicht im Allgemeinen sehr der von *Pleurobranchus*. Insbesondere kommen in Bezug auf Stärke, Gestalt und Anordnung der Fibrillenbündel wesentliche Unterschiede nicht vor und die unwichtigeren können leichter an Präparaten gezeigt als beschrieben werden. Will man es versuchen, so würde man etwa sagen, dass die Fibrillenbündel im Allgemeinen nicht so häufig in parallel ziehenden Gruppen angeordnet und auch überhaupt etwas sparsamer vertreten sind als bei *Pleurobranchus*. Es entstehen so weitmaschige Netzwerke von Fibrillenbündeln in einer reichlichen homogenen Grundsubstanz (Fig. 13), doch fehlt es auch nicht an Stellen, wo das Gewebe einen festeren membranösen Charakter annimmt, und dem entsprechend durch dichtere vorwiegend parallel angeordnete Fibrillenzüge Stütze und Festigkeit gewinnt.

Bei *Pleurobranchaea* tritt uns zum ersten Male eine Erscheinung in

größeren Maßstabe entgegen, welche sich seltener schon bei Pleurobranchus findet, den Schwerpunkt ihrer Verbreitung dagegen bei den Pulmonaten hat. Es ist das eine eigenthümliche Zeichnung, die, wenn auch keineswegs regelmäßig an den Fibrillenbündeln (Fig. 14 b') auftritt. Oft ist an ganzen Präparaten oder an weiten Strecken eines Präparates fast jedes Bündel in dieser Weise verändert, bald sind es weithin nur einzelne Bündel, ohne dass sich in Stärke, Form und Lagerung irgend ein Grund für diese Unregelmäßigkeit ausfindig machen ließe. Die Zeichnung selbst ist eine verschiedene. Im einfachsten Falle wechseln (an guten Hämatoxylinpräparaten) tiefblau gefärbte Stellen mit helleren ab (Fig. 14 rechts unten), meist mit scharfer Grenze. Die Abschnitte selbst sind selten gleich, meist erscheinen die dunkelblauen schmaler, oft um so viel, dass sie dunkle Ringe um das Bündel zu bilden scheinen, eine Täuschung, die durch eine häufig bemerkbare leichte Anschwellung des Bündels an diesen Stellen noch verstärkt wird. Weitere Komplikationen ergeben sich daraus, dass die Grenzen der dunklen Abschnitte schräg zur Längsachse des Bündels verlaufen, auch wohl durch Brücken mit einander zusammenhängen, wodurch dann die verschiedenartigsten Zickzackbänder entstehen. Wechseln endlich innerhalb des Bündels Felder von heller und dunkler Färbung mit einander ab, so erhält man ungemein zierliche schachbrettartige Zeichnungen (Fig. 14), die Bündel gleichen dann Stricken, welche aus einer Anzahl dünnerer Schnüre von abwechselnd hellerer und dunklerer Farbe zusammengedreht sind. Veränderung der Einstellung belehrt, dass die Zusammensetzung aus hellen und dunklen Partien durch die ganze Dicke des Fibrillenbündels geht; zieht man ungefärbte Präparate zur Vergleichung heran, so sieht man hier die sich dunkel färbenden Partien mit einem matten wachsartigen Glanz sich deutlich von den unveränderten ganz transparenten abheben, ein Beweis dafür, dass der Grund dieser Erscheinung nicht nur in einer verschiedenen Verwandtschaft zu dem angewendeten Farbstoff zu suchen ist.

Leider habe ich keine Gelegenheit gehabt, die interstitielle Binde-substanz von Pleurobranchaea auch frisch zu untersuchen, ich würde aber doch, selbst wenn ich mich nicht auf das Ergebnis analoger Beobachtungen an frischen Binde-substanzpräparaten von Pulmonaten stützen könnte, diese Zeichnung ganz bestimmt als Kunstprodukt auffassen. Die Erklärung, welche ich für ihre Entstehung zu geben versuchen werde, dürfte, wenn richtig, auch neues Licht über die feinere Struktur der fibrillär metamorphosirten Zellen verbreiten. Einen Aufschluss über die diesen Bildern wahrscheinlich zu Grunde liegende Struktur gewann ich nicht an den schön netzförmig gezeichneten Bündeln,

sondern an den einfacheren, wo schmalere dunkle Abschnitte mit längeren hellen abwechseln. Besonders lehrreich erwiesen sich die nicht seltenen Stellen, wo an den hellen Abschnitten die fibrilläre Längsstreifung verschwunden, der ganze Abschnitt überhaupt so blass und durchsichtig ist, dass das Bündel zwischen den dunkeln Stellen durchgerissen erscheint (Fig. 15, Fig. 20 von Pulmonaten). Wäre das in der That der Fall, wäre das Bündel in eine Anzahl von Theilstücken zerpalten, so ließe sich nicht absehen, warum man diese Theilstücke immer in schnurgerader Linie, der Richtung des Bündels entsprechend, aufgereiht findet, und warum sie (wenigstens häufig) in ein und demselben Bündel annähernd die gleichen Abstände bewahren. Es muss also wohl noch eine Verbindung zwischen den Theilstücken vorhanden sein und dass dem so ist, lässt sich an günstigen Stellen (wo das Bild nicht durch Anhäufung von Binde substanz-Plasmazellen und sich kreuzende Fibrillenbündel verdunkelt wird) leicht beweisen. An solchen Stellen sieht man nämlich den Randkontur der dunklen Abschnitte als feine Linie jederseits über die scheinbare Unterbrechungsstelle hinweg sich bis zu dem nächsten dunklen Abschnitt hin fortsetzen (Fig. 15 B). Auch wenn das unser einziger Befund wäre, würde doch die Deutung dieser Konturen als optischer Ausdruck einer strukturlosen Scheide, welche das Bündel umgiebt, bei den meisten Histologen unbeanstandet passiren. Es stehen mir aber noch bessere Beweise für die Richtigkeit dieser Auffassung zu Gebote. Einmal nämlich die Analogie der Pulmonaten, wo die strukturlose Scheide auch am unveränderten Fibrillenbündel überall mit der größten Deutlichkeit wahrzunehmen ist (vgl. darüber p. 44' und Fig. 21), zweitens aber der günstige Befund an einem Pleurobranchaea entnommenen Präparate (Fig. 15 A), wo die strukturlose Scheide sich nicht nur von den dunkeln Abschnitten deutlich abgehoben, sondern auch dazwischen in feine Runzeln und Falten gelegt hatte. Ich möchte daher behaupten, dass die oben besprochene Zeichnung der Bündel zu Stande kommt dadurch, dass der Inhalt innerhalb der unversehrt bleibenden Scheide in eine Reihe von Theilstücken zerklüftet. Das kann nun wieder auf verschiedene Weise geschehen. Schon bei den Aplysien fanden wir, dass der Inhalt der Bündel sich aus zwei Bestandtheilen zusammensetzt, nämlich 1) sehr feinen Fibrillen, welche der Längsachse des Bündels parallel ein 2) verhältnismäßig sehr mächtiges Protoplasma durchziehen<sup>1</sup>. Dies Protoplasma, das sich ziemlich intensiv

<sup>1</sup> Für die Existenz einer strukturlosen Scheide bei den Aplysien beweisen meine Präparate nichts; doch kann man sie nach Analogie wohl als vorhanden annehmen, besonders da ich bei *Aplysia depilans*, wenn auch sehr selten, die netzförmige Zeichnung der Fibrillenbündel gefunden habe.

mit Hämatoxylin färbt, hat nun, wie ich annehme, große Neigung, unter dem Einflusse von Säuren etc. zu zerklüften und sich an bestimmten Stellen aufzuhäufen. Ist diese Zerklüftung keine totale, sondern nur eine partielle stärkere Anhäufung, bei der die Fibrillen unversehrt bleiben, so entstehen die schönen Zickzack-, schachbrettartigen, marmorierten etc. Zeichnungen. Da hierbei die helleren Stellen gegenüber den dunklen sich nur durch relative Armuth an Protoplasma, keineswegs aber durch vollständigen Mangel auszeichnen, so ist die Farbendifferenz keine so große, wie bei der totalen Zerklüftung, die hellen Stellen sind noch deutlich blassblau, die dunklen Stellen nie so intensiv dunkel gefärbt. Außerdem ist die fibrilläre Streifung des Bündels intakt und besonders an den hellen Stellen deutlich wahrnehmbar. Ist aber die Zerklüftung eine totale (Fig. 15, 20), so werden auch die Fibrillen<sup>1</sup> mit zerrissen und das ganze Bündel zerfällt in eine Reihe von Theilstücken, welche nur noch durch die strukturlose Scheide zusammengehalten werden. Dann sind die dunklen Abschnitte intensiv schwarzblau gefärbt, oft leicht ausgebuchtet und in manchen Fällen stehen an den unregelmäßig begrenzten Rissstellen Bruchstücke von Fibrillen hervor (Fig. 15); die hellen Abschnitte sind vollkommen durchsichtig und lassen keine Spur einer Färbung oder Streifung mehr erkennen. So finden die beobachteten Thatsachen sämmtlich eine, wie ich glaube, ungezwungene und naheliegende Erklärung<sup>2</sup>.

Über die Plasmazellen (Fig. 13 c) ist nicht viel zu sagen. Sie sind stellenweise sehr gehäuft, um anderswo streckenweise wieder gänzlich zu fehlen, also nicht anders, als bei anderen Opisthobranchiern auch. Es sind entweder sehr lange (80—300  $\mu$ , gewöhnliche Länge circa 150  $\mu$ ), schmale (3—8  $\mu$  Breite), spindelförmige oder dreistrahlige Elemente; die beiden Enden spitz verschmälert, die Gestalt durch bauchige Anschwellungen besonders um den Kern herum und plötzliche Einschnürungen eine unregelmäßige. Der kugelrunde Kern (4—6  $\mu$ ) liegt ungefähr in der Mitte, bei den Dreistrahlern in dem verbreiterten Centrum der Strahlen. Das Protoplasma hat theils stark lichtbrechende

<sup>1</sup> Wie viel Farbstoff die Fibrillen selbst aufnehmen, ist ihrer Feinheit wegen schwer zu sagen. Doch glaube ich mit der Annahme nicht fehl zu gehen, dass sie sich ziemlich stark färben, da an gut gefärbten Präparaten ihre Deutlichkeit trotz der starken Tinktion des sie umhüllenden Protoplasmas umgemein erhöht zu sein pflegt.

<sup>2</sup> Die hier behandelten Zeichnungen sind schon von PANCERI gesehen und wenn auch roh, so doch kenntlich abgebildet. Er hält alle diese Elemente, wie auch sämmtliche faserige Gebilde, die die Schwefelsäuredrüse umspinnen, ohne Weiteres für muskulös. (P. PANCERI, Gli organi e la secrezione dell' acido solforico nei gasteropodi etc. Att. r. accad. sc. fis. mat. Napoli 1869. Tav. IV, Fig. 34, 32.)

glänzende Körnchen eingelagert, theils ist es von rundlichen hellen Vacuolen erfüllt, also beides Bestandtheile, die wir auch sonst als typisch für die Plasmazellen kennen gelernt haben. Das gegenseitige Massenverhältnis ist sehr schwankend, wie schon aus der Abbildung Fig. 43 ersichtlich; neben ganz vacuolisirten Zellen finden sich solche, die ganz mit Granulationen erfüllt sind; meist aber ist die Vertheilung innerhalb einer Zelle eine ziemlich gleichmäßige, indem die Körnchen den nicht von Vacuolen eingenommenen Theil des Protoplasmas erfüllen. Theilungserscheinungen der Plasmazellen gelangten niemals zur Beobachtung; vielleicht ist die Bemerkung nicht überflüssig, dass dem Gewebe aufliegende Häufchen von Blutkörperchen besonders bei schwächeren Vergrößerungen leicht zu Täuschungen in dieser Hinsicht Veranlassung geben können.

#### 6) Pulmonaten<sup>1</sup>.

Wer unter dem Eindruck der Einförmigkeit, welche die interstitielle Binde substanz der Opisthobranchier wenigstens innerhalb einer Species bietet, an die Untersuchung der Pulmonaten herantritt, wird von der hier sich bietenden Mannigfaltigkeit im Anfang nicht wenig überrascht sein. Auch an ein und demselben Individuum kann die Binde substanz je nach den verschiedenen Körperstellen ein so wechselndes Aussehen annehmen, dass man im Anfang glaubt, es mit ganz verschiedenen Geweben zu thun zu haben und Zeit bedarf, um sich unter der Mannigfaltigkeit der hier auftretenden neuen Bildungen zurecht zu finden. Schließlich aber ist dieser Formenreichtum doch nur Schein: die Principien des Baues bleiben unverändert bestehen und das einzige Mittel, dessen die Natur bedarf, um eine Reihe der interessantesten Gewebsformen hervorzubringen, ist Abänderung in der Mischung, dem quantitativen Verhältnis der einzelnen Gewebs elemente zu einander. Will man eine allgemeine Vorstellung von der interstitiellen Binde substanz der Pulmonaten geben, so kann man allerdings sagen, dass sie durch Überwiegen der Plasmazellen bei starkem Zurücktreten der fibrillären Bestandtheile charakterisirt ist, aber ich besitze genug Präparate, aus denen, allein für sich genommen, das gerade Gegentheil folgen würde (vgl. z. B. Fig. 49 mit 20). Für die Beschreibung empfiehlt es sich, mit den Plasmazellen zu beginnen, nicht nur, weil sie bis jetzt das Einzige waren, was man von diesem Gewebe genauer kannte, sondern auch wegen der Rolle, welche sie in seiner Zusammensetzung, vielleicht auch im Stoffwechsel des ganzen Thieres spielen.

<sup>1</sup> Untersucht wurden *Helix pomatia*, *Helix nemoralis*, *Limax agrestis*, *Arion empiricorum*.

Betrachtet man ein Stückchen Bindesubstanz, das aus dem frisch getödteten Thiere herauspräparirt ist, in einer leidlich indifferenten Zusatzflüssigkeit ( $1\frac{1}{2}\%$ iger Chlornatriumlösung), so sieht man in der Regel nichts weiter, als Lagen von dicht gedrängten großen runden oder ovalen Zellen, welche durch ihren starken Glanz sehr an das Fettgewebe der Vertebraten erinnern<sup>1</sup>. Ähnliche Zellen, dicht gedrängt, umschließen auch die Nerven und Gefäße (Fig. 16), bilden an manchen Eingeweiden (Magen z. B.) vollständige Überzüge und sind daher vielfach älteren, wie neueren Beobachtern<sup>2</sup> aufgefallen und zum Theil schon recht ausführlich beschrieben worden. Die genaueste Beschreibung, die wir haben, ist die von SEMPER. Er unterscheidet je nach ihrem Inhalt drei Arten, welche wir ebenfalls annehmen können, trotzdem eine scharfe Grenze, wenigstens zwischen der ersten und zweiten Art, nicht besteht. Die bei Weitem häufigste Erscheinung der Plasmazellen ist die oben geschilderte: sie treten (Fig. 16, 17, 19 c) als ovale oder rundliche, sehr selten unregelmäßig geformte Zellen mit einem Längsdurchmesser von 20—30, frisch bis 40  $\mu$ , und einem 5  $\mu$  großen, runden Kern auf, welcher central, häufiger noch excentrisch gelagert sein kann, im Leben aber durchaus nicht immer sichtbar ist. Das Protoplasma dieser Zellen zeichnet sich frisch durch einen so starken Glanz aus, dass der Gedanke, dasselbe möchte mit einer fettähnlichen Substanz infiltrirt sein, nahe liegt; doch ist das Verhalten gegen Osmium (nicht stärkere Bräunung, als gewöhnliches Protoplasma) dieser Annahme nicht günstig; auch die Behandlung mit Chloroform und Äther ergab keine positiven Resultate. Um den Kern der Plasmazelle findet sich, wie schon SEMPER richtig

<sup>1</sup> »Pingedini simillimis.« CLAPARÈDE, *Cyclostomatis elegantis* anatome. Diss. inaug. Berolini 1857. p. 13.

<sup>2</sup> LEUCKART in FREY und LEUCKART, Lehrbuch der Anatomie der wirbellosen Thiere. Leipzig 1847 (R. WAGNER'S Lehrbuch der Zootomie. Theil 2), p. 438, LEYDIG, Über *Paludina vivipara*. Diese Zeitschrift, Bd. II, 1850, p. 155—156, 162, 173, 175, 190. Taf. XII, Fig. 4, R. E. CLAPARÈDE, l. c. p. 11, 13, 16, Fig. 8 e, 11 d und Beiträge zur Anatomie des *Cyclostoma elegans*. MÜLLER'S Archiv 1858, p. 1, C. SEMPER, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten. Diese Zeitschrift, Bd. VIII, 1857, p. 356, 361, 364, 366, 374, 376, Taf. XVI, Fig. 3, H. LACAZE-DUTHIERS, Mémoire sur l'anatomie et l'embryogénie des Vermets. Ann. sc. nat. (4) zool. 13. 1860, p. 218 bis 220, Pl. IV, Fig. 2, FLEMMING, l. c. p. 26, H. SCHULTZE, Die fibrilläre Struktur der Nervelemente bei Wirbellosen. Archiv für mikr. Anat. Bd. XVI, 1879, p. 77, J. JOYEUX-LAFFAUE, Organisation et développement de l'Oncidie. Arch. zool. expér. et gén. T. X, 1882, p. 260, Pl. XIX, Fig. 10, 11, W. VIGNAL, Structure du système nerveux des Mollusques. Compt. rend. XCIV, 1882, p. 250 Anm. In dieses Literaturverzeichnis sind auch die Angaben über Prosobranchier mit einbezogen worden, weil deren Plasmazellen, wenigstens nach Abbildungen und Beschreibungen zu urtheilen, sich kaum von denen der Pulmonaten unterscheiden können.

beschreibt (l. c. p. 364), eine Zone von feinen dunklen Körnchen von unbestimmter chemischer Natur, von der auch (an gehärteten Präparaten) Fortsätze nach der Peripherie der Zelle ausstrahlen. Die Quantität dieser Körnchen, welche nach H. SCHULTZE (l. c. p. 77) »an ganz frischen Präparaten« eine lebhaftige Molekularbewegung zeigen, ist sehr wechselnd, und Fälle, wo sie fast die ganze Zelle anfüllen, nicht selten.

Die zweite Zellart SEMPER's (l. c. p. 364—362, Taf. XVI, Fig. 3 c) ist durch eigenthümliche matt fett- oder wachsartig glänzende Körnchen charakterisirt, welche in dem durchsichtigen Protoplasma wie Tropfen zu schwimmen scheinen. In Bezug auf die Anfüllung der Zellen mit diesen Körnchen bestehen zwischen den einfachen Plasmazellen der ersten Kategorie und Formen, wie sie in Fig. 18 A abgebildet sind, alle möglichen Unterschiede, eben so wie auch ihre Größe selbst in ein und derselben Zelle sehr wechselt (Fig. 18 A). Die »Körnchenzellen« finden sich bald in kleineren Gruppen zwischen den übrigen verstreut, bald nehmen sie größere Strecken Bindesubstanz ganz für sich in Beschlag, ohne dass ich in dieser Hinsicht eine Regel anzugeben wüsste. Ihre Unlöslichkeit in Alkohol und die tiefe Färbung, die sie von Hämatoxylinlösung annehmen, lassen mich der SEMPER'schen Angabe, nach der sie aus Fett bestehen sollen, nicht beistimmen.

Die dritte, allen Beobachtern<sup>1</sup> wohlbekannte Kategorie von Plasmazellen, zeichnet sich durch ihren Gehalt an kohlen-saurem Kalk aus, wesshalb JOYEUX-LAFFUIE (l. c.) die gesammten Plasmazellen ja geradezu Kalkzellen (Cellules calcaires) nennt. Wie die eben besprochenen Zellen mit fettglänzenden Körnchen, so sind diese in derselben Weise mit undurchsichtigen, bei auffallendem Lichte glänzend weißen, bei durchfallendem dunklen Konkretionen ganz vollgepfropft, und dadurch leicht kenntlich. Für die weitere Beschreibung muss ich zwei Kategorien aus einander halten, welche, so weit meine Erfahrungen reichen, sich scharf trennen lassen, bisher aber von allen Autoren, mit Ausnahme von LACAZE-DUTHIERS (l. c.), nicht aus einander gehalten worden sind. Erstens nämlich findet man bei allen Helices die durchsichtige Haut der letzten Windungen des Eingeweidesackes von innen — schon mit bloßem Auge an der opak weißen Farbe kenntlich — auf weite Strecken mit einer oft fast epithelartig dichten Lage von Kalkzellen ausgekleidet.

<sup>1</sup> Möglicherweise hat CLAPARÈDE die Körnchenzellen und die Kalkzellen nicht gehörig aus einander gehalten. Während die Beschreibung p. 11 »aliae quoque praesertim inter organa generantia, minores . . . , quibus substantia granulosa ac flavicans continetur«, auf die Körnchenzellen passen würde, verweist er an einem anderen Orte, wo offenbar von Kalkzellen die Rede ist (p. 13), mit den Worten: »De quibus antea iam locuti sumus«, auf die vorstehende Beschreibung zurück.

Diese Kalkzellen (Fig. 18 C) sind durchweg etwas kleiner als die gewöhnlichen Plasmazellen, ihr Inhalt besteht aus Kalkkörnchen, die selbst bei den stärksten Vergrößerungen noch unmessbar fein sind und aus zerdrückten Zellen wie ein feiner Staub (*»une poussière impalpable«*, LACAZE-DUTHIERS, l. c. p. 249) heraustreten. Sie füllen ausnahmslos die ganze Zelle dicht an, so dass selbst der Kern verdeckt ist; auf Essigsäurezusatz verschwinden sie unter lebhafter Gasentwicklung spurlos; sie sind also an kein organisches Substrat gebunden.

Die zweite Art von Kalkzellen (Fig. 18 B) findet sich in der ganzen interstitiellen Bindesubstanz einzeln oder in kleinen Gruppen, z. B. ganz sicher in der Umgebung des centralen Nervensystems, auch die Kalkzellen, welche — wie schon längst bekannt — sich in der Adventitia der Verzweigungen der Aorta abdominalis von Arion in solcher Menge finden, dass die Gefäße schon dem unbewaffneten Auge weiß erscheinen, gehören in diese Kategorie. Die Kalkkonkretionen dieser Zellen sind numerisch geringer, dafür aber niemals staub- oder pulverförmig, sondern treten immer unter dem Bilde deutlich konturirter kugelig oder polygonaler Körperchen auf, deren Größe, selbst in einer Zelle sehr verschieden, im besten Falle sogar messbar ( $1-2 \mu$ , an Kalkzellen von den Verzweigungen der A. hepatica von Arion maß ich einzelne Konkretionen von  $40 \mu$ ) sein kann. Auf Essigsäurezusatz erblassen sie unter Gasentwicklung sehr stark und verschwinden ohne einen organischen Rückstand zu hinterlassen. Nachträglicher Zusatz von Oxalsäurelösung bewirkt in beiden Fällen das Auftreten der Briefkouvertkrystalle des oxalsuren Kalkes <sup>1</sup>.

Ob den Kalkzellen der interstitiellen Bindesubstanz eine ähnliche Bedeutung im Haushalt des Thieres zukommt, wie denen der Leber nach BARFURTH <sup>2</sup>, können erst länger fortgesetzte Beobachtungen lehren <sup>3</sup>.

<sup>1</sup> In der soeben erschienenen Arbeit BARFURTH's, Über den Bau und die Thätigkeit der Gastropodenleber, Archiv für mikr. Anatomie, Bd. XXII, 1883, p. 473 finde ich p. 482 die Bemerkung, dass aus diesen Kalkzellen gegen den Herbst zu fast aller Kalk verschwindet, und dass man dann an Stelle einer Kalkkugel eine *»Protoplasmlücke«* findet, *»die die Form einer Hohlkugel hat, aber nicht leer oder luftthaltig, sondern mit der Zellflüssigkeit erfüllt«* ist. Ganz dieselbe Beobachtung habe ich gemacht, wenn ich den Kalk durch Säure entfernte, wobei die blassen Protoplasmlücken leicht eine organische Grundlage der Kalkkonkremente vortäuschen können.

<sup>2</sup> BARFURTH, Der Kalk in der Leber der Helicinen und seine biologische Bedeutung. Zoologischer Anzeiger 1884. p. 20.

<sup>3</sup> Obgleich, wie gesagt, die Kalkzellen der ersten und häufig auch die der zweiten Kategorie etwas kleiner als die gewöhnlichen Plasmazellen sind, so habe ich doch bei den von mir untersuchten Arten nie solche Größendifferenzen zwischen den drei Arten von Plasmazellen wahrnehmen können, wie sie SEMPER (l. c. p. 364,

Was mich veranlasst, alle diese Zellen als Plasmazellen zu bezeichnen, ist außer der allgemeinen Ähnlichkeit mit den Plasmazellen der übrigen Mollusken das gleiche räumliche Verhältnis zu den übrigen Gewebeelementen; sie sind gruppen- oder nesterweise in eine homogene Intercellularsubstanz eingesprengt, in der sich zwischen Fibrillenbündeln ein Netz sternförmig verzweigter Binde-substanzzellen ausbreitet. Die homogene Intercellularsubstanz ist nächst den Plasmazellen verhältnismäßig am leichtesten zu sehen und von früheren Beobachtern (LEYDIG, l. c. p. 490, FLEMMING, l. c. p. 27) im Wesentlichen richtig beschrieben worden. Auch die Cirkulationslücken finden sich schon bei LEYDIG (l. c. p. 490) und FLEMMING (l. c. p. 27) erwähnt; eine ähnliche Beobachtung findet sich auch bei JOYEUX-LAFFUIE (l. c. p. 247). Abgesehen davon, dass sie bei Pulmonaten bei Weitem häufiger sind, als bei allen anderen untersuchten Gastropoden, und vielleicht keinem meiner Präparate ganz fehlen, ist oft auch ihre Anordnung auf weite Strecken so regelmäßig, ihre Größe innerhalb so geringer Grenzen schwankend, dass ausgedehnte siebförmig durchlöchernte Membranen entstehen, welche für die Pulmonaten ungemein charakteristisch sind (Fig. 24).

Bei den Binde-substanzzellen steht die Leichtigkeit, mit welcher die Kerne sowohl frisch zu sehen, als auch ohne Schwierigkeit schön tingirt zu erhalten sind, in bemerkenswerthem Gegensatz zu der Mühe, die es kostet, sich den sternförmigen Zelleib und seine Ausläufer zur Anschauung zu bringen. Frisch ist davon absolut nichts zu sehen, LEYDIG und SEMPER sprechen deshalb auch nur von einer homogenen Binde-substanz mit eingestreuten freien Kernen, eine Anschauung, die vor dem völligen Sturz der SCHWANN'schen Zellbildungslehre nichts Anstößiges hatte<sup>1</sup>. Mir hat nur die Osmium-Alkohol-Hämatoxylinbehandlung in dieser Beziehung günstige Resultate, leider aber keineswegs immer, ergeben. Ich kann daher nur im Allgemeinen aussagen, dass die Binde-substanzzellen sternförmig sind und sich in der typischen Art durch zahlreiche verzweigte Ausläufer mit einander verbinden (Fig. 47 a); ob

Taf. XVI, Fig. 3) beschreibt und abbildet. Es muss das, wenn es sich bestätigt, eine Eigenthümlichkeit von Lymnaeus, vielleicht der Basommatophoren sein. Neben den Kalkzellen finden sich auch amorphe, runde knollige (bis 15  $\mu$  große) Konkretionen (Fig. 48 D) von kohlensaurem Kalk, wie sie auch in der Cutis so vieler Gastropoden vorkommen. Von einem organischen Substrat habe ich bei diesen Gebilden nichts ermitteln können.

<sup>1</sup> Wenn FLEMMING von Membranen spricht, die »mit Endothelkernen« besetzt sind, so will er selbstverständlich damit nur sagen, dass er die zugehörigen Zellkörper nicht gesehen hat. Im Übrigen halte ich es für nicht zweifelhaft, dass unter diesen Kernen die der Binde-substanzzellen gemeint sind, denn ein wirkliches Endothel ist in der Leibeshöhle der Pulmonaten durchaus nicht nachzuweisen.

ich aber an irgend einem Präparate das gesammte Ausläufernetz bis in seine feinsten Verzweigungen hinein wirklich zu Gesicht bekommen habe, muss ich dahin gestellt sein lassen. Die Kerne sind durchschnittlich 3—8  $\mu$  groß, rund oder oval und zeigen das gewöhnliche Kerngerüst.

Auch die Fibrillen scheint man schon früher gesehen, immer aber ohne Weiteres für Muskelfasern erklärt zu haben. Mir ist es nicht unwahrscheinlich, dass gerade diese unbegründete Voraussetzung eine nähere Untersuchung und damit eine Erkenntnis des wahren Sachverhaltes verhindert hat. Wenigstens ist es auffallend, dass SEMPER (l. c. p. 362) überall in der interstitiellen Bindesubstanz Züge von Muskelfasern findet, wo ich doch nirgends dergleichen habe wahrnehmen können, Bindesubstanzfibrillen dagegen niemals erwähnt<sup>1</sup>. Frisch ist von ihnen meist wenig zu sehen, besonders bei massenhafter Anhäufung von Plasmazellen, aber es genügt, ein Gewebstückchen einige Minuten lang in 70%igen Alkohol zu legen (und auch darin zu betrachten!), um die Fibrillen mit ausgezeichneter Schärfe und Deutlichkeit hervortreten zu lassen. Ein einziges derartiges Präparat dürfte vollkommen für den Beweis genügen, dass die Fibrillen zum mindesten keine Züge von glatten Muskeln sind<sup>2</sup>.

Im Übrigen werden ihre Eigenschaften, welche in mehr als einer Hinsicht bemerkenswerth sind, eben so wie ihre Anordnung, bequemer an gehärteten und gefärbten Präparaten studirt (Fig. 19, 20, 21, 22). Die Anordnung ist, wie gewöhnlich, wenig charakteristisch, doch kann, wenn auch Stellen mit sehr dichtem Faserverlauf durchaus nicht fehlen (Fig. 22), ein weit spärlicheres Auftreten im Vergleich mit den übrigen Gastropoden nicht in Abrede gestellt werden. Wo die Fibrillenbündel dichter gehäuft sind, macht sich eine parallele Anordnung bemerkbar, und auch sonst sind unter dem Gewirr der sich allseitig kreuzenden Fasern gewisse Hauptrichtungen, nach denen die meisten und stärksten ziehen, leicht herauszufinden.

Die Fibrillenbündel der Pulmonaten scheinen, nach dem Verhalten des fertigen Gewebes zu urtheilen, durchweg aus Spindelzellen hervor-

<sup>1</sup> Auch FLEMMING (l. c. p. 27) leugnet Bindegewebsfibrillen und erkennt nur Muskelfasern an.

<sup>2</sup> Wenigstens sind Muskeln, welche ohne die Möglichkeit der Abgrenzung einzelner zelliger Elemente ein durch das ganze Präparat verzweigtes Flechtwerk bilden, für mich ein Unding (wenngleich PANCERI bei Pleurobranchaea [l. c. p. 26] lieber zu dieser Annahme greift; als dass er die Möglichkeit der bindegewebigen Natur dieser Bildungen zugäbe); dazu kommt noch die Existenz strukturloser Scheiden, die netzförmigen Zeichnungen und die Seltenheit der Kerne.

zugehen. Dreistrahlige Formen sind schon recht selten, fibrilläre Zellen mit noch mehr Strahlen werden ganz vermisst. Auch die Stärke der Fibrillenbündel ist nur eine geringe, denn der Durchmesser von  $15 \mu$  wird nur selten überschritten. Bemerkenswerth ist ferner die schwierige Sichtbarkeit der fibrillären Streifung, sowohl an frischen, als auch an gefärbten Präparaten. Es geht das so weit, dass bei schwachen und mittleren Vergrößerungen die Fibrillenbündel häufig ganz homogen erscheinen, ausnahmslos habe ich aber wenigstens bei Anwendung von Immersionslinsen eine feine Längsstreifung mit aller Bestimmtheit erkennen können. Ob diese Erscheinung auf großer Feinheit der Fibrillen oder einem geringeren Brechungsunterschied zwischen Fibrillen und Kittsubstanz seinen Grund hat, wage ich nicht zu entscheiden.

Die strukturlose Scheide, welche wir schon bei Pleurobranchaea kennen gelernt haben (p. 36), lässt sich hier durchweg nachweisen und tritt oft mit einer so ausgezeichneten Deutlichkeit auf (Fig. 24), dass Pulmonaten als Demonstrationsobjekt dafür zu empfehlen sind. Sie erscheint schon bei mittleren Vergrößerungen als sehr feine Linie, welche parallel neben dem Rand des Bündels hinzieht und von ihm durch einen deutlich wahrnehmbaren hellen Zwischenraum getrennt ist. Auch die p. 34 näher beschriebenen Quellungserscheinungen der Kittsubstanz gehören zu den gewöhnlichsten Vorkommnissen, und ich besitze genug Präparate, an denen jedes Bündel in dieser Weise verändert ist (Fig. 20). Seltener sind die zierlichen netzförmigen Zeichnungen, wenn sie auch nicht fehlen (Fig. 24), das Gewöhnliche ist aber die Zerklüftung des Inhaltes des ganzen Bündels in eine Reihe von Theilstücken, die oft um mehr als ihre eigene Länge von einander entfernt sind (Fig. 20). Wie bei Pleurobranchaea, so lässt sich auch hier die Existenz der strukturlosen Scheide gerade an solchen leeren Zwischenräumen leicht demonstrieren.

Eigenthümlich ist auch die Schwierigkeit, die Kerne der Fibrillenbündel zu finden. Zwar sieht man oft genug ovale Kerne ihnen an- oder aufliegen, die man ihrer Lage nach dafür in Anspruch nehmen könnte; immer aber fehlte der Protoplasmahof, der peripherisch in den fibrillären Theil übergeht, und so war Täuschung durch den Kern einer entsprechend gelagerten Binde substanz zelle nie mit Sicherheit auszuschließen. Schon machte ich mich mit dem Gedanken vertraut, dass nach Analogie des Vertebratenbindegewebes die Kerne der Bildungszellen schließlich verloren gingen, als ich in dem Centrum einiger dreistrahligen Zellen den Kern wirklich auffand, so in dem verbreiterten Protoplasma gelagert, dass jede Verwechslung ausgeschlossen war.

Hier überzeugte ich mich, dass der Hof körnigen Protoplasmas in der That verschwunden oder auf ein Minimum reducirt ist.

Der Cirkulationslücken ist schon Erwähnung gethan worden; nachzutragen bleibt noch, dass sie auch hier (*Arion*, *Limax*, besonders in der bindegewebigen Auskleidung der Leibeshöhle) von denselben cuticularen Rahmen, wie bei *Pleurobranchus* und *Pleurobranchaea* gestützt werden. Nur Anordnung und Entstehung dieser Rahmen ist etwas abweichend. An Stelle der mehr gleichförmigen Vertheilung in bestimmten Zwischenräumen finden sie sich hier in dicht gedrängten größeren und kleineren Gruppen oft isolirt im Gewebe, oft auf weite Strecken in einer Massenhaftigkeit entwickelt, dass alle übrigen Gewebsbestandtheile dagegen zurücktreten (Fig. 23 giebt davon eine Vorstellung). Ihr Durchmesser ist natürlich sehr verschieden und wechselt von 3 zu 200  $\mu$  (mittlere Größe 50—60  $\mu$ ); auffallend ist es, in welcher großer Anzahl und in wie dichten Gruppen (Fig. 23 rechts unten) kleine und kleinste Lücken mit dicken Rahmen und minimalen Öffnungen auftreten, ganz dieselben eigenthümlichen Gebilde, über deren Zustandekommen wir bei *Pleurobranchus* eine Reihe von Vermuthungen erörtert haben. Ein fundamentaler Unterschied gegen die *Opisthobranchier* besteht darin, dass dort jeder Ring, er mag noch so mächtig sein, nur das Produkt einer Zelle ist, während hier eine ganze Anzahl von Zellen sich zu seiner Bildung vereinigt. Die Figur 24 soll diesen Vorgang verdeutlichen. Man findet bei den Pulmonaten nämlich in der Nachbarschaft der Rahmen eine erstaunliche Menge von großen langen schmalen, spindelförmigen oder bandartigen Zellen mit einem großen (40—45  $\mu$ ) ovalen oder runden Kern. Diese Zellen wickeln sich gleichsam um die Cirkulationslücken herum, wenigstens je näher denselben, in desto genauer parallelen Lagen sieht man sie die Ränder der Lücken umziehen. Dabei lässt sich oft unschwer konstatiren, wie die dem bestehenden Rahmen zunächst gelegenen Zellen schon mit der Absonderung von neuen cuticularen Ringen beginnen, meist aber werden die Zellgrenzen dieser zunächst gelegenen Zellen undeutlich und ihr Protoplasma färbt sich so intensiv, dass die Grenze gegen die schon bestehenden Rahmen keine scharfe ist. Wie viel Zellen an der Zusammensetzung dieser »Höfe« Theil nehmen, ist dann nur noch an den Zellkernen nachzuweisen. Übergangsformen dieser eigenthümlichen Zellen zu gewöhnlichen Bindesubstanzzellen zu finden, ist mir nicht geglückt, doch halte ich ihre morphologische Zugehörigkeit, schon nach den bei *Pleurobranchus* gemachten Erfahrungen zu urtheilen, für sehr wahrscheinlich. Die nicht sehr häufigen Bilder, welche über die erste Entstehung der Rahmen Aufschluss geben, lassen sich auch nur in dem

Sinne, wie bei den Opisthobranchiern (p. 34) deuten. Einige hierher gehörige zeigt Fig. 25.

Die Betrachtung der einzelnen Gewebsbestandtheile hat damit ihr Ende erreicht; der Antheil aber, den sie an der Zusammensetzung des Gewebes selbst nehmen, ist ein so verschiedener, dass, wie schon im Eingang hervorgehoben wurde, der Habitus äußerst wechseln kann. Sehr häufig herrschen auf lange Strecken die Plasmazellen so dicht gedrängt vor, dass die Intercellularsubstanz fast verschwindet und die Bindesubstanzzellen sich nur durch die Kerne zwischen den Plasmazellen verrathen (Fig. 19). Solche Bilder erinnern (frisch!), wie gesagt, lebhaft an das Fettgewebe der Vertebraten, sie können noch weitere Komplikationen erleiden, je nachdem sie von mehr oder weniger Fibrillen durchzogen sind, oder je nachdem die nie ganz fehlenden Cirkulationslücken in größerer oder geringerer Häufigkeit (in maximo bis zu siebförmiger Durchlöcherung) auftreten. Auch die Infiltration der Plasmazellen auf größere Strecken mit Kalk ist eine Abänderung, die Erwähnung verdient.

Einen ganz anderen Habitus zeigen Gewebsstrecken, denen Plasmazellen gänzlich fehlen. Hier tritt die Intercellularsubstanz in ihre Rechte und zeigt sich dann meist mit den zahlreichen Kernen der Bindesubstanzzellen dicht übersät, deren verzweigtes Zellnetz nur in den seltensten Fällen hervortritt. Fälle, wo in solchen Gewebsstrecken Fibrillenbündel stärker vertreten sind, neben einem Zurücktreten der Cirkulationslücken sind nicht häufig und tragen einen etwas fremdartigen Charakter (Fig. 22). Weit häufiger sind siebartig durchlöchernte Membranen, durch die sich nur spärlich Fibrillen winden (Fig. 21), wie man sie z. B. von der Bindesubstanz, welche die Läppchen der Eiweißdrüse bei Arion umspinnt und vereinigt, sicher erhalten kann, oder wieder solche Membranen, von starken Gruppen parallel gerichteter Bündel durchzogen<sup>1</sup>. Stellen, wo plasmazellenhaltige Bindesubstanz in solche ohne Plasmazellen übergeht, sind für die Deutung der Plasmazellen, deren massenhaftes Auftreten zuerst so verwirrend wirkt, sehr lehrreich. Deshalb ist auch eine solche Stelle (Fig. 17) zur Abbildung gewählt worden.

<sup>1</sup> Werden die Lücken noch größer und tritt die Intercellularsubstanz noch mehr zurück, so müssen Bilder entstehen, wie das von SOCHACZEWER (Das Riechorgan der Landpulmonaden. Diese Zeitschrift, Bd. XXXV, 1880, Taf. III, Fig. 4 A) von der Fußdrüse von Arion empiricorum gezeichnete.

## 7) Zusammenfassung.

Nach den übereinstimmenden Angaben der neueren Autoren, welche die Entwicklungsgeschichte der Mollusken untersucht haben, finden sich in den späteren Stadien der Entwicklung eine große Menge von spindelförmigen oder verästelten Mesodermzellen in der Leibeshöhle, die dieselbe nach allen Richtungen durchsetzen<sup>1</sup>. Es wird, obwohl kaum auf Grund positiver Beobachtungen, auch ausdrücklich angegeben, dass aus diesen Zellen unter Anderem die Bindesubstanzen hervorgingen<sup>2</sup>, und gegen diese Behauptung dürfte sich kaum etwas einwenden lassen — ist doch die Ähnlichkeit dieser Mesodermzellen mit manchen fibrillären Zellen der fertigen Bindesubstanz geradezu überraschend<sup>3</sup>. Um die indifferenten Mesodermzellen in die Gewebe der interstitiellen Bindesubstanz überzuführen, bedarf es verhältnismäßig weniger Veränderungen. Zuerst die Ausscheidung einer homogenen Intercellularsubstanz und dann, abgesehen von dem individuellen Wachsthum, Veränderungen an dem Zellkörper selbst. Ein Theil von den Zellen tritt mittels Ausläufer mit einander in Verbindung: aus ihm geht das gewöhnliche Bindesubstanzzellnetz hervor. Ein anderer Theil überholt die ersten im Wachsthum bedeutend, während zugleich die Ausläufer dieser Zellen — ein bedeutsamer Fortschritt — in Fibrillen zerfallen. So erhalten wir ein überall durch den ganzen Körper des Thieres mit einander zusammenhängendes Netz von kernhaltigen Fibrillenbündeln, welche von einem Netz unverändert gebliebener Mesodermzellen umspinnen werden. Noch andere Zellen schließlich treten niemals durch Ausläufer mit einander in Verbindung, sie beschränken sich auf bloßes Wachsthum und chemische Veränderungen des Protoplasmas, das sich mit Kalk oder Konkretionen unbestimmter Natur anfüllt. Im fertigen Gewebe liegen sie isolirt als Plasmazellen zwischen den Maschen des Bindesubstanzzellnetzes.

So denke ich mir die Genese der Gewebe, deren Bau vorstehend näher geschildert ist. Ist diese Vorstellung auch nur im Allgemeinen

<sup>1</sup> Vgl. z. B. H. FOL, *Études sur le développement des Mollusques*. 3<sup>m</sup>e mém. Arch. zool. expér. gén. T. VIII. 1879—1880. p. 133, 145, 162; RABL, Über die Entwicklung der Tellerschnecke. Morphol. Jahrb. Bd. V. 1879. Taf. XXXV, Fig. 31—33.

<sup>2</sup> FOL, l. c. p. 162.

<sup>3</sup> Wenn ich die Beschreibung der eigenthümlichen mesodermalen Zellhaufen lese, welche nach FOL bei den Pulmonaten in späteren Stadien in zwei Haufen in der Umgebung des Centralnervensystems liegen (*cellules nucales*, p. 163 und 169, Holzschnitt VI, VII), kann ich wirklich die Vermuthung nicht unterdrücken, dass wir in ihnen die Vorläufer von Plasmazellen vor uns haben. Vgl. auch RABL, l. c. p. 632 Anm. 1.

richtig, so müssen die interstitiellen Bindesubstanzen der Opisthobranchier, welche die bezeichnete Entwicklungsstufe nicht überschreiten, als die niedrigsten angesehen werden. Die Verschiedenheiten zwischen ihnen verlieren dagegen an Bedeutung. Sie betreffen hauptsächlich die Größe und Ausläuferzahl der fibrillären und die Gestalt der Plasmazellen. Erstere sind am schönsten entwickelt bei *Aplysia punctata* (Fig. 16), am schlechtesten bei den beiden anderen *Aplysia*-Arten (Fig. 9). Die Plasmazellen wechseln in ihrer Gestalt von exquisit langen schmalen Bändern (*Pleurobranchaea* Fig. 13 c) bis zu großen kompakten, mit spitzen Ausläufern besetzten Zellen (*Aplysia punctata* Fig. 2 c). Trotz dieser Verschiedenheiten ist die Zusammengehörigkeit durch Beschaffenheit des Protoplasmas und Verhältnis zu den andern Zellen in allen Fällen sicher gestellt. Zerfall in eine Anzahl von Theilprodukten ist eine Differenzierung, die morphologisch von geringem Interesse, nur für die Physiognomie des Gewebes von Bedeutung ist. Wir finden sie bei *Aplysia punctata* und *depilans*. Bei der ersteren kommt es zu charakteristischen Zellhaufen, die häufig noch den Umriss der Mutterzelle erkennen lassen (Fig. 3, 4), bei der letzteren zu höchst eigenthümlichen tuberkelähnlichen Bildungen (Fig. 8, 9). Bei *Aplysia punctata* ist dieser Vorgang in der interstitiellen Bindesubstanz häufig, in der Leberkapsel regelmäßig; bei *Aplysia depilans* findet er sich nur am ersteren Orte.

Wachsen die fibrillären Zellen ins Ungemessene und verdrängen fast die ganze Intercellularsubstanz, so erhalten wir die exquisit fibrilläre Bindesubstanz der Leberkapsel von *Aplysia punctata*. Dieses Gewebe steht in seiner Eigenthümlichkeit bis jetzt unter den Mollusken fast isolirt da (Fig. 4); die beiden anderen *Aplysia*-Arten erreichen es kaum annähernd.

Eine ganz andere Differenzirungsrichtung zeigen die Pulmonaten und Prosobranchier (deren Bindesubstanzen, so weit die Nachrichten reichen, fast ganz mit denen der Pulmonaten übereinstimmen müssen). Die Fibrillen treten zurück, ihre Zahl ist spärlich, sie sind wenig verästelt und haben vielleicht vielfach ihre Kerne eingebüßt. Dagegen ist die strukturlose Scheide deutlicher und die Phänomene, welche aus einer ungleichmäßigen Anhäufung der Kittsubstanz entstehen, treten hier noch häufiger auf, als bei den Opisthobranchiern. Die Plasmazellen — an Gestalt wenig veränderlich — überwiegen quantitativ und verdecken oft auf weite Strecken alle andere Gewebsbestandtheile. Ihr Inhalt wird mannigfaltiger, neben Kalk treten Körner einer eigenthümlich fettartig glänzenden Substanz auf.

Ganz allgemein sind die Gewebe zur Erleichterung der Blutcirculation von runden oder ovalen Löchern, »Cirkulationslücken« durchbrochen.

Diese Lücken werden bei manchen Opisthobranchiern (Pleurobranchus, Pleurobranchaea) und Pulmonaten (Limax, Arion) von eigenthümlichen cuticularen Rahmen gestützt (Fig. 10, 11, 23, 24), die von Zellen abgesondert werden und sich durch concentrische Ringe successive verdicken. Wahrscheinlich entstehen die Cirkulationslücken, die durch Rahmen gestützt werden, nicht als Defekte der Intercellularsubstanz, wie die gewöhnlichen Cirkulationslücken, sondern durch kreisförmige oder ovale Defekte im Inneren des Protoplasmas ihrer Bildungszelle (Fig. 11 f, 25). Letztere hat wohl den Werth einer gewöhnlichen Binde-substanzzelle. Bei den Opisthobranchiern bleibt die Absonderung des cuticularen Stützrahmens im ganzen Verlauf seiner Entwicklung das Werk einer Zelle (Fig. 10); bei den Pulmonaten können beliebig viele Zellen später an die erste Bildungszelle herantreten und den von ihr gelieferten Rahmen durch cuticulare Anlagerungen verstärken helfen (Fig. 24). Auch das ist als eine höhere Differenzirung aufzufassen.

### 8) Allgemeines.

Nach dieser kurzen Zusammenstellung der gewonnenen Resultate werde ich mich schließlich auch einigen allgemeinen Betrachtungen kaum entziehen können. Man braucht keineswegs ein Freund der in der modernen Wissenschaft vielleicht allzusehr überwuchernden Reflexion zu sein, um es doch als eine Lücke zu empfinden, wenn jede Erörterung des Verhältnisses unterlassen würde, in dem die hier neu beschriebenen Gewebe zu ihren nächsten Verwandten, den Binde-substanzen der Mollusken und wieder zu der großen Gruppe der Vertebratenbindesubstanzen stehen. Es sei daher gestattet, den Meinungen, welche ich mir über diese Punkte im Laufe meiner Untersuchungen gebildet habe, in wenig Worten Ausdruck zu geben; denn nichts als Meinungen und nicht bindende Schlussfolgerungen sind am Platze, wo noch so lückenhafte Resultate mit den augenblicklich dafür geltenden Thatsachen eines noch nirgends abgeschlossenen Wissensgebietes verglichen werden sollen.

Sehen wir von den wenigen Fällen ab, wo knorpelähnliche Gewebe bei Mollusken beschrieben worden sind, so bleiben zum Vergleich nur die Binde-substanzen, welche den bindegewebigen Antheil der Cutis, des Fußes, des Mantels etc. bilden und seit LEYDIG als zellig-blasige Binde-substanz bezeichnet werden. Die durchsichtigen Binde-substanzen bei den Pteropoden und Heteropoden muss ich freilich eben so außer Acht lassen, wie das von allen Autoren, die die zellig-blasige Binde-substanz behandelt haben, bisher ausnahmslos geschehen ist, da die vorliegenden Untersuchungen zu wenig eingehend und ohne Heranziehung moderner technischer Hilfsmittel angestellt sind. Sollte sich die

Deutung, welche ich p. 12 Anm. vermuthungsweise einer BOLL'schen Zeichnung gegeben habe, bestätigen, so würde die Bindesubstanz der Heteropodencutis mit der interstitiellen der Aplysien (und speciell mit der der *Aplysia punctata*) im Bau so genau übereinstimmen, dass der Hauptunterschied allein in einer weit massenhafteren Entwicklung bei den Heteropoden zu suchen wäre.

Es bleibt zum Vergleich also nur die zellig-blasige Bindesubstanz. Leider gehen die Ansichten der beiden Forscher, denen die genauere Kenntniss dieses Gewebes vorzüglich zu danken ist, in so wesentlichen Punkten aus einander, dass die folgenden Betrachtungen, je nachdem wir dem einen oder dem anderen folgen, recht verschieden ausfallen dürften. Bekanntlich liegt der Schwerpunkt des Streites, von kleineren Differenzen abgesehen, in den sogenannten LANGER'schen Blasen, die von FLEMMING<sup>1</sup> für echte Zellen mit schleimig metamorphosirtem Inhalt, »Schleimzellen«, von KOLLMANN<sup>2</sup> für dem Kreislauf angehörige Gewebslücken erklärt werden. Nach der Regelmäßigkeit des Vorkommens und der Lage der Kerne in den LANGER'schen Blasen, wie ich sie aus eigener Anschauung (an Schnittpräparaten) kenne, hätte ich eigentlich keinen Grund, an der Richtigkeit der FLEMMING'schen Behauptungen zu zweifeln; doch will ich zugeben, dass man mit diesem Kriterium allein nicht auskommt und mich eines eigenen Urtheils enthalten.

Jedenfalls aber ist — worauf es hier zunächst ankommt — ein Vergleich mit den interstitiellen Bindesubstanzen nur von FLEMMING's Standpunkt aus durchführbar, hat doch FLEMMING selbst in seiner älteren Arbeit (l. c. p. 26) die Plasmazellen der interstitiellen Bindesubstanz unbedenklich für identisch mit seinen Schleimzellen erklärt, worin ihm sein Schüler H. SCHULTZE noch 1879 gefolgt ist (l. c. p. 77). Wenn ich mich bei diesem Ausspruch nicht beruhige, so geschieht es nur des nahe liegenden Einwandes wegen, dass die Kenntniss, welche beide Autoren von der interstitiellen Bindesubstanz hatten, kaum über LEYDIG's und SEMPER's Standpunkt herausging, also jetzt nicht mehr bei Beurtheilung dieser Verhältnisse maßgebend sein kann.

Ich glaube nun, dass sich gegen eine Homologisirung der Schleim- und Plasmazellen auch auf Grund der Ergebnisse dieser Arbeit nichts einwenden lassen dürfte. Wie beide Zellarten an Größe die gewöhnlichen Maße zelliger Elemente weit überschreiten, so liegen beide, bei Pulmonaten und Acephalen auch in Gestalt einander sehr ähnlich, in

<sup>1</sup> Vgl. die citirte Habilitationsschrift und: Über Bindesubstanz und Gefäßwandung im Schwellgewebe der Muscheln. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XV. 1877. p. 848.

<sup>2</sup> KOLLMANN, Die Bindesubstanz der Acephalen. Ibid. p. 558.

wechselnder Zahl und Anordnung in einer homogenen Grundsubstanz eingebettet und stehen zum Unterschiede von echten Bindesubstanzzellen niemals durch Ausläufer unter einander oder mit anderen zelligen Elementen in Verbindung.

Aber auch die echten Bindesubstanzzellen scheinen in der zellig-blasigen Bindesubstanz ihr Analogon zu haben. Übereinstimmend werden von FLEMMING (l. c. p. 17 Fig. 4 f), POSNER (Über den Bau der Najadenkieme. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XI 1875 p. 17 d. Sep.-Abdr.) und KOLLMANN (l. c. p. 568) spindelförmige kleine Zellen mit verzweigten Ausläufern beschrieben, welche nach KOLLMANN bisweilen sogar anastomosiren sollen, nach FLEMMING häufig einen oder mehrere Fetttropfen beherbergen, welche mit den von mir bei *Aplysia fasciata* beschriebenen (p. 24) und abgebildeten (Fig. 6, 7 a) Vacuolen eine große Ähnlichkeit besitzen. Ist es nicht zu kühn, diese Zellen als Homologon des Bindesubstanzzellnetzes der interstitiellen Bindesubstanz zu deuten, so fehlen nur noch die Vertreter der fibrillär metamorphosirten Elemente, um die Übereinstimmung zu einer sehr vollkommenen zu machen. Diese sind nun bislang von der zellig-blasigen Bindesubstanz nicht bekannt geworden; im Gegentheil erklären sich sämtliche Beobachter mit einer gewissen Emphase gegen jeden Versuch einer solchen Deutung und fassen alle hier anzutreffende faserige Gebilde ausnahmslos als glatte Muskeln auf. Ich gebe nun zu, dass in der Cutis der Gastropoden und anderen kontraktile Organen gewiss der größte Theil aller faserigen Gebilde, wenn nicht diese insgesamt, muskulöser Natur ist, ich stimme ferner FLEMMING darin bei, dass alle älteren Angaben über das Vorkommen von Bindesubstanzfibrillen bei Acephalen keine Beachtung mehr verdienen; in Bezug auf die negativen Aussagen der Neueren endlich verwahre ich mich ausdrücklich dagegen, ihnen etwa auf Grund von Analogieschlüssen entgegenzutreten zu wollen. Aber doch haben POSNER (l. c. p. 16) und KOLLMANN (l. c. p. 572) feine Fasern aus der Bindesubstanz der Acephalen beschrieben, von welchen FLEMMING (Arch. f. mikr. Anat. etc. p. 842 Anm. 1) zugiebt, dass er sie bisher für Muskelfasern gehalten hätte. Ohne daher die vorliegenden Angaben verdächtigen zu wollen, gebe ich doch zu bedenken, ob nicht die Deutung aller faserigen Elemente der Acephalenbindesubstanz als ausschließlich muskulös, in einer zu weit getriebenen Verallgemeinerung der gemachten Beobachtungen ihren Grund hat, um so mehr als diese Dinge bei allen bisherigen Untersuchungen nur untergeordnete Beachtung gefunden haben.

Sollten sich wider Erwarten keine fibrillären Zellen nachweisen lassen, so müsste die Bindesubstanz der Acephalen eben ihres Fehlens

wegen als eine Stufe niedriger stehend angesehen werden, und würde zu der interstitiellen Bindesubstanz — *mutatis mutandis* — in dasselbe Verhältnis treten, wie die embryonale Bindesubstanz der Vertebraten zu dem leimgebenden fibrillären Bindegewebe derselben. Sonst ist der wesentlichste Unterschied der, dass die interstitielle Bindesubstanz über die flächenartige Ausbreitung, über den Typus des Häutchens nirgends herauskommt, während die zellig-blasige körperliche Massen repräsentirt<sup>1</sup>. So genügen dort siebartige Durchlöcherungen für die Blutcirculation, während hier zu gleichem Zwecke ein Lakunennetz in die Inter-cellularsubstanz eingegraben ist. Diese Lakunen sind stets wandungslos, die »Cirkulationslücken« der interstitiellen Bindesubstanz sind es in der Mehrzahl der Fälle ebenfalls, aber für die eigenthümlichen, von Bindesubstanzzellen abgeschiedenen rahmenähnlichen Cuticularbildungen, welche sie bei manchen Opisthobranchiern und Pulmonaten stützen, fehlt bei der zellig-blasigen Bindesubstanz, wie auch sonst, jedes Analogon. Auf die größeren und geringeren Unterschiede, welche sich sonst noch leicht aufzählen ließen, gehe ich darum nicht besonders ein, weil sie den angeführten Übereinstimmungen gegenüber ohne principielle Bedeutung erscheinen. Stellt man sich freilich auf KOLLMANN'S Standpunkt, so erweitert sich die Kluft zwischen beiden Geweben sehr beträchtlich. Sind die LANGER'schen Blasen überhaupt keine Zellen, so ist der Versuch, für die Plasmazellen der interstitiellen Bindesubstanz in der zellig-blasigen ein Analogon finden zu wollen, aussichtslos. Es ist daher die Entscheidung dieses Streitpunktes auch für die Frage nach der Verwandtschaft der Bindesubstanzen der Mollusken überhaupt vom höchsten Interesse.

Wenden wir uns jetzt den Vertebraten zu, so muss der Gesichtspunkt, der uns bisher geleitet hat, der einer direkten Verwandtschaft der zu vergleichenden Gewebe, natürlich fallen gelassen werden. Ich werde daher mich zu erklären haben, warum ich meine Betrachtungen auch auf dieses Gebiet ausdehne, besonders Angesichts der unbestreitbaren Wahrheit, dass keine Thatsache der gesammten Histologie der Vertebratenbindesubstanz, und wäre es auch die wichtigste, für eine Auffassung der Vertebratenbindesubstanz irgend wie beweisend sein kann, oder umgekehrt. Bedenkt man aber, wie ausschließlich von SCHWANN bis auf die Gegenwart unsere Anschauungen über das Wesen der Bindesubstanzen überhaupt sich auf die allein gekannten Vertebraten gegründet hat, und das Wenige, was wir in dieser Beziehung von den Wirbellosen wussten, immer nur von diesem Standpunkt aus gedeutet und beurtheilt worden

<sup>1</sup> Was eine genauere Untersuchung der fibrillären Bindesubstanz der Cephalopoden an dieser Parallele ändern würde, lasse ich noch dahingestellt.

ist, darf man auch einmal dem entgegengesetzten Versuch seine Berechtigung nicht versagen<sup>1</sup>. So wollen wir jetzt prüfen, wie die neueren Erfahrungen über die Bindesubstanzen der Mollusken den bei den Vertebraten augenblicklich herrschenden allgemeinen Anschauungen sich fügen.

Wer mit mir die interstitielle Bindesubstanz der Gastropoden als eine, wenn auch noch so eigenartige, so doch echte fibrilläre Bindesubstanz betrachtet, kann nicht in Zweifel sein, wohin sich unsere Blicke bei den Vertebraten zu richten haben. Die stellenweise beträchtliche Entwicklung einer homogenen Intercellulärschubstanz darf nicht dazu verführen, die embryonale Bindesubstanz der Vertebraten bei den Mollusken etwa nur als Dauergewebe wiederfinden zu wollen. Das Auftreten der Fibrille bezeichnet hier eben so, wie bei den Vertebraten, die höchste Stufe, die die interstitielle Bindesubstanz erreichen kann und wenn überhaupt ein Gewebe, ist es nur das leimgebende fibrilläre Bindegewebe, welches sowohl seinem Bau, wie seiner Bedeutung nach als der eigentliche Vertreter unseres Gewebes bei den Vertebraten angesehen werden muss.

Damit sollen aber die Verschiedenheiten beider Gewebe nicht unterschätzt werden. Allerdings haben wir hier wie dort die gleichen Hauptbestandtheile, die Fibrille und die Bindesubstanz(gewebs)zelle. Aber bei den Mollusken liegen die Fibrillenbündel fast immer in einer reichlichen homogenen Intercellulärschubstanz und die Bindesubstanzzellen umspinnen sie mit den Netzen ihrer anastomosirenden Ausläufer in ähnlicher Weise, wie man sich das Zellnetz des Vertebratenbindegewebes bis auf die RANVIER'schen Untersuchungen vorgestellt hat. Bei den Vertebraten fehlt jede Intercellulärschubstanz und die Fibrillenbündel lassen Spalten zwischen sich, welche von den fixen zelligen Elementen des Bindegewebes, wie diese auch sonst beschaffen sein mögen, endothelartig ausgekleidet werden. Die Plasmazellen gleichen sich in manchen Eigenschaften bei Mollusken und Vertebraten allerdings sehr, aber die Rolle, die sie im Bindegewebe spielen, ist weder morphologisch noch physiologisch eine derartige, dass sich auf sie allein weitere Schlüsse gründen ließen. Die Fibrille ist unter diesen Umständen der-

<sup>1</sup> Wenn nicht die folgenden Betrachtungen schon in der hohen Wichtigkeit, die die Auffassung der Bindesubstanzen für die gesammte Histologie besitzt, ihre Rechtfertigung finden. »There can not be doubt, that from the point of view of general morphology, as well as from the more special point of view of the histologist, the proper understanding of the nature and relations of the varieties of vasefactive and connective tissue is of fundamental importance (E. RAY LANKESTER, On the connective and vasefactive tissue of the medicinal Leech. Quart. journ. microsc. sc. New ser. 1880. p. 307).

jenige Bestandtheil des Gewebes, auf welchen sich unsere Aufmerksamkeit vor Allem richten muss.

Die Genese der Fibrille im Vertebratenbindegewebe ist bekanntlich noch immer eine offene Frage. Sowohl die alte SCHWANN'sche, als auch die HENLE'sche Lehre, um von Modifikationen oder vermittelnden Theorien ganz zu schweigen, finden auch in der Gegenwart noch ihre Vertreter; jetzt, wie damals, stehen sich die beiden Ansichten, nach denen die Fibrillen entweder aus Zellen oder ohne Bethheiligung der Zellen aus der Intercellularsubstanz hervorgehen sollen, schroff gegenüber. Ein Beweis für die Richtigkeit der einen oder der anderen Meinung kann natürlich niemals auf einem anderen Gebiete geführt werden und so hat das Verhalten bei Mollusken als Beweismittel nur den in der Wissenschaft oft überschätzten Werth eines Analogieschlusses. Immerhin ist es aber doch im höchsten Grade interessant, wie leicht und unzweifelhaft sich bei Mollusken, selbst am erwachsenen Gewebe, die Entscheidung für die alte SCHWANN'sche Lehre, wonach jede embryonale Binde-substanzzelle in ein Fibrillenbündel auswächst, treffen lässt. Nicht nur, dass die Form der erwachsenen Fibrillenbündel besonders bei vielstrahligen Zellen noch den Umriss des Zellkörpers deutlich bewahrt hat (Fig. 4), so ist die beständige Anwesenheit des Kernes mit einem Hofe unveränderten Protoplasmas ein Merkmal, das geradezu keine andere Deutung zulässt. Das Fibrillenbündel der Molluskenbindesubstanz entsteht also gerade so, wie sich M. SCHULTZE die Bildung des fibrillären Bindegewebes der Vertebraten dachte<sup>1</sup>: der größte Theil der embryonalen Bildungszelle wird fibrillär umgewandelt, um den Kern herum persistirt der Rest als Bindegewebskörperchen. Nun ist freilich diese Anschauung, so weit sie die fixen zelligen Elemente des Bindegewebes betrifft, wohl fast allgemein verlassen, aber, was dadurch unsere Parallele auf der einen Seite an Vollkommenheit einbüßt, gewinnt sie an Interesse doppelt wieder; denn so wie die Vertebraten an Höhe der Organisation den Mollusken überlegen sind, so sind auch die Veränderungen, welche die fibrillär metamorphosirte Zelle der Vertebraten in den fertigen Zustand überführen, nämlich Umwandlung in leimgebendes Gewebe<sup>2</sup> und besonders Verlust des Kernes<sup>3</sup> als eine ent-

<sup>1</sup> M. SCHULTZE, Über Muskelkörperchen und was man eine Zelle zu nennen habe. MÜLLER'S Arch. 1864. p. 43.

<sup>2</sup> Echter Leim ist bei Mollusken meines Wissens bis jetzt nur aus dem Kopfknochen der Cephalopoden dargestellt worden. Vgl. J. FORSTER, Beitrag zur Kenntniss der Binde-substanzen bei Avertebraten. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XIV. 1877. p. 54. KRUKENBERG, Zoolog. Anzeiger. Nr. 75. 1884. p. 64. HOPPE-SEILER, *ibid.* p. 185 etc.

<sup>3</sup> Vgl. besonders F. BOLL, Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Gewebe. Zweite Abth. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. VIII. 1872. p. 28.

sprechend höhere Differenzirung aufzufassen. Ist die SCHWANN'sche Lehre richtig, so kann die fibrilläre Bindesubstanz der Mollusken mit kernhaltigen Fibrillenbündeln und reichlicher homogener Grundsubstanz nur mit dem embryonalen fibrillären Vertebratenbindegewebe verglichen werden (vgl. z. B. BOLL, l. c. Fig. 5, 10 etc.). So dokumentirt sich die phylogenetisch höhere Stellung der Bindesubstanzen der Vertebraten nicht nur in der reichen Entwicklung von complicirten Hartgeweben (Knorpel, Knochen, Zahnbein), sondern auch in der höheren Differenzirung solcher Glieder der vielgestaltigen Gewebsgruppe, deren Besitz noch mit den Evertebraten getheilt wird. Innerhalb der Mollusken aber werden wir solche interstitielle Bindesubstanzen als die niedrigsten aufzufassen haben, bei welchen die Fibrillenbündel den Zellcharakter noch am meisten gewahrt haben und die Intercellularsubstanz noch reichlich vertreten ist, wie in der gesammten interstitiellen Bindesubstanz der Opisthobranchier, und wir werden Gewebe als höher differenzirt ansehen, wo durch mächtige Entwicklung der fibrillären Zellen ihr Zellcharakter mehr verwischt und die Intercellularsubstanz fast zum Verschwinden gebracht ist. Solche Gewebe, wie wir sie in der Leberkapsel der *Aplysia punctata* kennen gelernt haben, verdienen allein den Namen einer fibrillären Bindesubstanz, wenn man diese Bezeichnung überhaupt anwenden will<sup>1</sup>. Eine andere, aber sich vom Vertebratentypus entfernende Differenzirung bildet die Pulmonatenbindesubstanz, ausgezeichnet durch das Vorwiegen der Plasmazellen und das Zurücktreten der fibrillären Elemente. Die höchste Entwicklungsstufe der interstitiellen Bindesubstanz dürfte sich wohl bei den Cephalopoden finden, deren genauere Untersuchung darum höchst wünschenswerth erscheint. Einzig und allein nur hier bei Mollusken giebt die interstitielle Bindesubstanz die Beschränkung auf flächenhafte Ausbreitung in Häutchen auf und bildet (in der Umgebung der Armnerven und -Gefäße und anderswo) kompakte Massen, die äußerlich eine große Ähnlichkeit mit dem lockeren subcutanen Bindegewebe der Vertebraten gewinnen.

Auch der Bau des Fibrillenbündels an sich kann zu einem Vergleich herangezogen werden. Bei den Mollusken haben wir bis jetzt (ob ausnahmslos?) drei Bestandtheile kennen gelernt, nämlich 1) die eigentliche Fibrille, eingebettet in eine an Masse weit überwiegende proto-

<sup>1</sup> Aus diesen Gründen, weil fibrillär metamorphosirte Zellen keiner interstitiellen Bindesubstanz ganz fehlen, ist der in einer vorläufigen Mittheilung (BROCK, Über homogene und fibrilläre Bindesubstanz bei Mollusken. Zool. Anzeiger. Nr. 124. 1882. p. 579) gemachte Unterschied zwischen homogener und fibrillärer Bindesubstanz fallen gelassen worden.

plasmatische 2) Kittsubstanz, das Ganze umgeben von einer 3) strukturlosen Scheide<sup>1</sup>. Bei den Vertebraten werden heute allgemein wohl nur zwei dieser Bestandtheile zugegeben und zwar in einem wesentlich anderen Mengenverhältnis zu einander. Bei den Mollusken ist der Theil der embryonalen Bildungszelle, der zur Fibrillenbildung verbraucht wird, ein minimaler, das unveränderte Protoplasma bildet den Hauptantheil des erwachsenen Bündels, gleichsam eine mächtige Kittsubstanz, welche die feinen Fibrillen in sich eingebettet trägt; bei den Vertebraten geht das gesammte Protoplasma der Bildungszelle in die Fibrillen über und die verbleibende Kittsubstanz ist so minimal, dass erst in neuerer Zeit wieder besonders die Aufmerksamkeit auf sie gelenkt werden musste. Dass auch hier wieder die Vertebraten auch geweblich den höheren Typus repräsentiren, dürfte wohl kein Zweifel sein. Die Fibrillenbildung der Mollusken ist gleichsam der erste schwache Anfang eines Processes, der bei den Vertebraten ganz andere Dimensionen annimmt.

Der Kittsubstanz wird übrigens von FLEMMING<sup>2</sup> neuerdings eine wichtige Rolle zuertheilt; ihre ungleichmäßige Quellung soll die Hauptwenn auch nicht die einzige Ursache der bekannten ringförmigen Einschnürungen der Fibrillenbündel sein, welche nach Zusatz von Essigsäure auftreten. Unter diesen Umständen überrascht es nicht wenig, diesem Phänomen — der ungleichmäßigen Quellung der Kittsubstanz — bei Mollusken in einer Ausdehnung zu begegnen, die in Einklang mit der mächtigen Entwicklung der Kittsubstanz und an den Fibrillenbündeln eine Reihe von den auffallendsten Erscheinungen hervorruft, für welche kaum eine andere Deutung zulässig ist. Freilich sind die Quellungsphänomene bei Mollusken etwas andere, als bei Vertebraten, es kommt das aber nur daher, dass die Bindegewebsfibrillen der Mollusken in

<sup>1</sup> Also eine überraschende Ähnlichkeit mit dem Bau glatter Muskeln mit fibrillärer Längsstreifung, wie sie von Evertrebraten schon so vielfach, neuerdings auch von Vertebraten (Th. W. ENGELMANN, Über den faserigen Bau der kontraktiven Substanzen mit besonderer Berücksichtigung der glatten und doppelt schräg gestreiften Muskelfasern. PFLÜGER'S ARCHIV. Bd. XXV. 1884. p. 538 und A. KÖLLIKER, Histologische und embryologische Mittheilungen. Sitzungsber. der phys.-med. Ges. zu Würzburg. 1882) beschrieben worden sind. Ich hoffe, dass Angesichts der Beweise, die ich für die bindegewebige Natur dieser Gebilde gebracht habe, Niemand aus dieser Ähnlichkeit ein Argument für ihre muskulöse wird herleiten wollen. Meinerseits sehe ich darin nur einen neuen Beweis für die unbestreitbare morphologische Verwandtschaft der Binde substanzzelle und der glatten Muskelfaser, des kontraktiven Bindegewebes der älteren Histologen, und finde es nicht weiter wunderbar, dass diese Verwandtschaft auf einem phylogenetisch niedrigeren Typus noch deutlicher hervortritt, als auf dem höheren der Vertebraten.

<sup>2</sup> l. c. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XII. 1876. p. 440.

Essigsäure nur wenig quellen und gegenüber der Kittsubstanz viel zu schwach entwickelt sind, um eine Volumveränderung des Bündels zu bewerkstelligen. So können also hier die Stellen, wo die Kittsubstanz sich mehr angehäuft hat, nicht als ringförmige Einschnürungen erscheinen, da die Quellung der übrigen Stellen keineswegs eine stärkere ist, ja es kann umgekehrt das Bündel sogar ausgebuchtet erscheinen<sup>1</sup>. Andererseits aber sind die Erscheinungen, welche aus einer ungleichmäßigen Vertheilung der Kittsubstanz hervorgehen, bei den Mollusken, entsprechend der Mächtigkeit derselben, weit großartigere. Bei geringerer Quellung kommt es zu den schönen Zickzackbändern und marmorirten Zeichnungen (Fig. 14), bei stärkerer zu vollkommenen Kontinuitätstrennungen, bei welchen auch die schwachen Fibrillen mit zerrissen werden (Fig. 15, 20) und hierbei kann das Bündel durch die angehäufte Kittsubstanz stellenweise sogar ausgebaucht werden.

Der Nachweis einer strukturlosen Scheide der Fibrillenbündel bei Mollusken wäre zu einer Zeit, wo die genannten Quellungserscheinungen der Vertebraten von dem größten Theil der Histologen auf die supponirte Existenz einer solchen zurückgeführt wurde, mit lebhafter Genugthuung begrüßt worden. Die modernen Histologen sind einer solchen Annahme nicht günstig, wenigstens nicht im alten Sinne. Dass weder eine oberflächliche Grenzschicht der Kittsubstanz zwischen den Bündeln, noch der endothelartige Belag von Bindegewebszellen, auch wo Zellgrenzen nicht nachweisbar sind, mit der strukturlosen Scheide der Fibrillenbündel der Mollusken verglichen werden dürfen, bedarf keines besonderen Beweises. Letzterer ist daher vorläufig noch eine ganz isolirte Stellung anzuweisen.

Einige Bemerkungen über das Verhältnis der interstitiellen Binde-substanzen zur Leibeshöhle mögen den Beschluss machen. Die Mollusken soll bekanntlich der Mangel eines Epithels der Leibeshöhle auszeichnen<sup>2</sup>, und für die Opisthobranchier und Pulmonaten haben wir die Richtigkeit dieser Behauptung auch bestätigen können, wenn man Epithel in gewöhnlichem Wortsinne nimmt. Nun ist aber bei beiden

<sup>1</sup> Um nicht missverstanden zu werden, möchte ich doch auf folgende Unterschiede ausdrücklich hinweisen. Bei den Vertebraten ist die Rolle der Kittsubstanz eine ganz passive und ihre ungleichmäßige Vertheilung kommt allein durch die nicht zu vermeidende Spannungsänderung zu Stande, welche die Bündel bei Herstellung eines Präparates erfahren (FLEMMING, l. c. p. 416). Bei den Mollusken theiligt sich die Kittsubstanz aktiv an dem Zustandekommen der netzförmigen etc. Zeichnungen, indem sie unter dem Einfluss der härtenden Reagentien sich partiell stärker anhäuft oder sogar eine vollkommene Zerklüftung in Theilstücke erfährt.

<sup>2</sup> Vgl. z. B. O. und R. HERTWIG, Die Coelomtheorie. Jen. Zeitschrift für Med. und Naturw. N. F. 4884. p. 44 des Separat-Abdr.

Molluskenklassen die Innenfläche der Leibeshöhle keineswegs ganz nackt, sondern von einer Schicht interstitieller Bindesubstanz ausgekleidet, welche mit der Cutis nichts gemein hat, nicht etwa nur deren oberste Schicht darstellt, sondern sich im Bau scharf von ihr unterscheidet und wie ein Epithel sich mit der Pincette leicht als feines Häutchen im Zusammenhange abziehen lässt<sup>1</sup>. Andererseits hat HALLER<sup>2</sup> bei Chiton (hier entgegen Gebr. HERTWIG, l. c. p. 44) und einer Reihe von Prosobranchiern, GROBBEN (nach einer HALLER'schen Angabe) bei Cephalopoden<sup>3</sup> ein echtes Epithel der Leibeshöhle beschrieben. Wir haben also thatsächlich bei einigen Molluskenklassen ein echtes Epithel, wo wir bei anderen nur ein Netz von Bindesubstanzzellen finden.

Bekanntlich hat die schärfere Präcisirung in der Auffassung der Leibeshöhle, welche die Gebrüder HERTWIG in ihrer Coelomtherie durchgeführt haben, auch eine neue Feststellung der Grenze zwischen Epithel und Endothel im Hrs'schen Sinne nothwendig gemacht. Bei der direkten Abstammung des Peritonealepithels der Enterocoelien vom Entoderm, also einem der primären Keimblätter, musste dasselbe naturgemäß auch aus der Gruppe der Endothelien ausgeschieden werden, wie das schon von den Gebr. HERTWIG angedeutet (l. c. p. 85) und von KÖLLIKER und WALDEYER neuerdings bestimmt ausgesprochen wurde<sup>4</sup>; man that das um so lieber, als wenigstens bei den Vertebraten schon früher allerhand morphologische Bedenken gegen die endotheliale Natur des Peritonealepithels aufgetaucht waren. Im Gegensatz dazu sollte die Leibeshöhle der Pseudocoelien, das Schizocoel, durch Fehlen der epithelialen Auskleidung charakterisirt sein, welche Behauptung nach HALLER's und GROBBEN's, wie ich glaube, unzweifelhaft richtigen Erfahrungen, entschieden zu weit

<sup>1</sup> Von BERGH in seinen zahlreichen Arbeiten vielfach als »Peritoneum« erwähnt.

<sup>2</sup> B. HALLER, Zur Kenntniss der Muriciden. Theil 4. Denkschrift der math.-naturw. Kl. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Bd. XLV. Wien 1882. p. 42 Anm. 4 und Organisation der Chitonen der Adria. Arbeiten des zool.-zoot. Inst. der Univ. Wien. Tom. IV. 1882. p. 35, 63.

<sup>3</sup> Eine Angabe, die ich für Sepia und die Octopoden unbedingt bestätigen kann. Denn dass die Visceroperikardialhöhle der Cephalopoden nichts Anderes als die Leibeshöhle ist, dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen. Über die Muscheln lauten die Angaben verschieden. Während GROBBEN (bei HALLER, l. c.) ihnen ein Epithel vindicirt, ohne sich aber über seine Auffassung der Leibeshöhle näher zu äußern, spricht KOLLMANN, für den »das Coelom der Lamellibranchiaten identisch ist mit der Bahn der Hämolymphe« ihr ein Epithel ab. (J. KOLLMANN, Über Verbindungen zwischen Coelom und Nephridium. Festschrift zur Feier des 300jährigen Bestehens der Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg gewidmet von der Universität Basel. Basel 1882. p. 44.)

<sup>4</sup> Vgl. WALDEYER, Archiblast und Parablast. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXII. 1883. p. 62 sqq., p. 67.

geht. Giebt es wirklich Pseudocoelium mit unzweifelhaftem Epithel der Leibeshöhle, so wird dieses Epithel jedenfalls, wenigstens für den, welcher eine einheitliche Entstehung der Leibeshöhle bei Mollusken nach dem Typus des Schizocoels annimmt<sup>1</sup>, bei den Endothelien zu belassen sein. Dann aber haben wir hier einen Beweis für die bindegewebige (parablastische) Natur des Coelomendothels der Pseudocoelium, wie ihn sich der Begründer der Endotheltheorie wohl nicht besser wünschen kann<sup>2</sup>. An derselben Stelle, wo sich bei gewissen Abtheilungen der Mollusken eine zusammenhängende epitheliale Zellschicht findet, haben wir bei anderen ein feines Netz von anastomosirenden Bindesubstanzzellen ausgebreitet. Es ist diese gegenseitige Vertretung zweier Gewebe, welche ihrer äußeren Erscheinungsform nach so wenig mit einander gemein haben, eine äußerst merkwürdige Thatsache, und die Theorie, welche dieselbe in so ungezwungener Weise erklärt, dürfte durch sie eine neue Stütze gewinnen, wenn nicht etwa nachgewiesen würde, dass es unter den Mollusken Entero- und Pseudocoelium giebt. Dazu ist aber nach unseren heutigen Kenntnissen der Molluskenentwicklung wenig Aussicht.

Der morphologische Werth der zelligen Auskleidung der Leibeshöhle erscheint nach diesen Auseinandersetzungen in etwas anderem Lichte, als bisher. Wir werden ihn folgendermaßen formuliren. Die Enteroocoelium haben ohne Ausnahme ein Peritonealepithel, das vom Entoderm stammt, also ein echtes Epithel repräsentirt; die Pseudocoelium haben entweder kein (?) Leibeshöhlenepithel oder ein echtes Endothel (Mollusken), d. h. ein solches, das vom mittleren Keimblatt abstammt und den morphologischen Werth von Bindesubstanzzellen besitzt. Dieser Charakter kann entweder noch in der äußeren Erscheinung des Endothels zum Ausdruck kommen (Opisthobranchier und Pulmonaten), oder dasselbe kann eine höhere Stufe der Ausbildung erstiegen haben und unter dem Bilde eines echten Epithels seine ursprüngliche Abstammung

<sup>1</sup> HALLER (l. c. p. 63 sqq.) nimmt bei Chiton, wenn ich ihn recht verstehe, nach gewissen Formverhältnissen des erwachsenen Thieres eine enterocoele Entstehung der Leibeshöhle an. Dem widerspricht indessen die Entwicklungsgeschichte (KOWALEWSKY, Zool. Anzeiger Nr. 37. 1879. p. 469. Nr. 113. 1882. p. 307), welche davon nichts meldet.

<sup>2</sup> Es dürfte nicht überflüssig sein, besonders darauf aufmerksam zu machen, dass diese ganze Auseinandersetzung von den Prämissen der HERTWIG'schen Coelomtheorie ausgeht. Von dem HIS'schen Standpunkte aus, den derselbe erst kürzlich gerade mit Rücksicht auf die seither hervorgetretenen Anschauungen neu formulirt hat (W. HIS, Die Lehre vom Bindesubstanzkeim [Parablast]. Archiv für Anat. und Physiol. Anat. Abth. 1882. p. 62), müsste die bindegewebige Auskleidung der Leibeshöhle der Mollusken nicht dem Peritonealendothel allein, sondern dem Peritonealendothel plus Serosa verglichen werden.

mung verbergen (Prosobranchier, ob alle? und Cephalopoden). Ließe sich das, was hier für Mollusken nachgewiesen ist, auf alle Pseudo-coelier ausdehnen, so würde damit Epithel und Endothel in einen ähnlichen fundamentalen Gegensatz zu einander gebracht werden, wie er heute schon zwischen den verschiedenen Bildungsweisen der Leibeshöhle besteht. Die Möglichkeit, dass dem so ist, wird nach dem Verhalten der Mollusken nicht in Abrede gestellt werden können.

Göttingen, im Mai 1883.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel I—IV.

Vorausbemerkt wird, dass in allen Figuren die Binde-substanzzellen mit *a*, die fibrillär metamorphosirten mit *b* und die Plasmazellen mit *c* bezeichnet sind. Die angegebenen Vergrößerungen beziehen sich auf HARTNACK'sche Systeme und zwar bedeuten die römischen Zahlen in Klammern die Objektive, die arabischen die Oculare.

Fig. 1. Binde-substanz von der äußeren Bekleidung des Schlundkopfes einer jungen *Aplysia punctata* Cuv. schwach vergrößert (V, 2). Pikrinschwefelsäure, Alkohol, Hämatoxylin.

- a*, die verästelten und mit einander anastomosirenden gewöhnlichen Binde-substanzzellen;
- b*, große sternförmige Zellen, deren Ausläufer fibrillär metamorphosirt sind.

Fig. 2. Binde-substanz von der inneren Oberfläche der Leibeshöhle einer jungen *A. punctata*, stark vergrößert (X Imm., 2). Behandlung wie Fig. 1.

- a*, Binde-substanzzellen;
- b*, fibrillär metamorphosirte Zellen;
- c*, Plasmazellen.

Fig. 3 *A.* Binde-substanz aus der Umgebung eines feinen peripheren Nervenastes von *A. punctata*, stark vergrößert (X Imm., 2). Behandlung wie Fig. 1.

- a*, Binde-substanzzellen;
- b*, Ausläufer einer fibrillär metamorphosirten Zelle;
- c*, Plasmazellen mit Vacuolenbildung, eine Vorbereitung zur Theilung in
- c'*, sekundäre Plasmazellen;
- n*, der Nerv.

*B.* Aus einem ähnlichen Präparat. Theilungsstadien sekundärer Plasmazellen (XI Imm., 1).

Fig. 4. Fibrilläre Binde-substanz aus der Leberkapsel einer jungen *A. punctata*. Behandlung wie Fig. 1. Stark vergrößert (X Imm., 2).

- a*, Netz der Binde-substanzzellen;
- b*, die großen Kerne der fibrillär metamorphosirten Zellen;
- c*, Gruppen sekundärer Plasmazellen.

Fig. 5. Aus der Leberkapsel einer jungen *A. punctata*. Behandlung wie Fig. 4, dann zerzupft. Stark vergrößert (X Imm., 4).

A. Bruchstücke von Fibrillenbündeln, die wohl einer sehr großen fibrillär metamorphosirten Zelle angehört haben.

B. Bruchstücke von kleineren, an denen der Kern noch erhalten ist.

Fig. 6. *Aplysia fasciata* Poiret. Bindesubstanz aus der Umgebung eines der vom Centralnervensystem ausgehenden größeren Stämme. Chroms., Alkoh., Hämatoxylin. Stark vergrößert (X Imm., 4).

a, Bindesubstanzzellen;

c, Plasmazellen;

n, feinstes Nervenästchen.

Fig. 7. *A. fasciata*. Fibrilläre Bindesubstanz aus der Leberkapsel. Behandlung wie Fig. 6. Stark vergrößert (X Imm., 2).

a, Bindesubstanzzellen;

b, Kerne der Fibrillenbündel.

Fig. 8. *A. depilans* L. Bindesubstanz aus der Umgebung des Centralnervensystems. Chroms., Alkoh., Hämatoxylin. Schwach vergrößert (IV, 2).

c, Plasmazellen;

c, tuberkelähnliche Anhäufungen der sekundären Plasmazellen, welche das Netz der fibrillär metamorphosirten Zellen (an den stäbchenförmigen Kernen kenntlich) sehr verdecken. Für Bindesubstanzzellen ist die Vergrößerung zu schwach.

Fig. 9. *A. depilans*. Aus einem ähnlichen Präparat, aber stark vergrößert (XI Imm., 4). Behandlung die gleiche.

a, Bindesubstanzzellen;

b, fibrillär metamorphosirte Zellen;

c, Plasmazellen;

c, sekundäre Plasmazellen, theils verstreut, theils zu drei kleinen Knoten vereinigt.

Fig. 10. *Pleurobranchus aurantiacus* Risso. Bindesubstanz aus der Umgebung des Centralnervensystems. Chroms., Alkoh., Hämatoxylin. Stark vergr. (X Imm., 2).

a, Bindesubstanzzellen;

b, fibrillär metamorphosirte Zellen;

c, Plasmazellen.

In der Mitte eine Cirkulationslücke gestützt von einem cuticularen Rahmen.

d, das Protoplasma der absondernden Zelle;

e, deren Kern.

Fig. 11. *Pleurobranchus aurant*. Bindesubstanz aus der Umgebung des Centralnervensystems. Behandlung und Vergrößerung die gleiche wie Fig. 10.

a, Bindesubstanzzellen;

b, fibrillär metamorphosirte Zellen;

c, Plasmazellen.

In der Mitte etwas links eine fast geschlossene Cirkulationslücke mit starkem Rahmen.

d, das Protoplasma der absondernden Zelle;

e, Kern derselben;

f, in Entstehung begriffene Cirkulationslücken.

Fig. 12. *Pleurobranchaea Meckelii* Leue. Bindesubstanz vom Schlundkopf. Pikrinschwefels., Alkoh., Hämatoxylin. Schwache Vergrößerung (II, 0). Veranschau-

licht, wie die feinen Bindesubstanzbänder, welche zwischen den Eingeweiden und zwischen Eingeweiden und Leibeswand sich ausspannen, sich aus Fibrillenbündeln zusammensetzen.

Fig. 13. Pleurobranchaea. Bindesubstanz aus der Leibeshöhle. Behandlung die gleiche. Stark vergrößert (X Imm., 4).

- a, Bindesubstanzzellen;
- b, fibrillär metamorphosirte Zellen;
- c, Plasmazellen.

Fig. 14. Pleurobranchaea. Bindesubstanz aus der Umgebung des Centralnervensystems. Behandlung wie Fig. 12. Stark vergrößert (X Imm., 2).

- a, Bindesubstanzzellen;
- b, fibrillär metamorphosirte Zellen;
- b', solche mit netzförmigen Zeichnungen.

Fig. 15. Pleurobranchaea. Fibrillenbündel aus der Umgebung des Centralnervensystems, bei denen eine vollständige Zerklüftung des Inhaltes in Theilstücke eingetreten ist, bei A in größere, bei B in kleinere. Bei A hat sich die strukturlose Scheide abgehoben und in Falten gelegt. Pikrinschwefels., Alkoh., Hämatoxylin. Starke Vergrößerung (X Imm., 4).

Fig. 16. Limax agrestis. Kleiner Zweig eines Pedalnerven, frisch in  $\frac{1}{2}$ 0/iger Chlornatr.-Lösung. Mittlere Vergrößerung (VIII, 4).

- c, Plasmazellen (vielleicht schon etwas gequollen);
- n, Nerv.

Fig. 17. Limax agrestis. Bindesubstanz aus der Leibeshöhle, eine Stelle, wo ein an Plasmazellen reiches in ein Plasmazellen-armes Gewebe übergeht. Osm., Alkoh., Hämatoxylin. Stark vergrößert (X Imm., 4).

- a, Bindesubstanzzellen (häufig nur Kerne sichtbar);
- b, Fibrillenbündel;
- c, Plasmazellen;
- d, Cirkulationslücken.

Fig. 18. Helix nemoralis. Aus der Umgebung des Centralnervensystems. Frisch. Stark vergrößert (XI Imm., 4).

- A, Körnchenzelle;
- B, Kalkzellen aus der Umgebung des Centralnervensystems;
- C, Kalkzellen von der inneren Oberfläche der letzten Windungen des Eingeweidesackes;
- D, amorphe Kalkkonkretionen der interstitiellen Bindesubstanz.

Fig. 19. Helix nemoralis. Eine an Plasmazellen reiche Bindesubstanzstrecke, als Typus für eine solche. Osm., Alkoh., Hämatoxylin. Schwach vergrößert (V, 4).

- b, Fibrillenbündel;
- c, Plasmazellen, zwischen denen die Kerne der Bindesubstanzzellen sichtbar werden;
- d, Cirkulationslücken.

Fig. 20. Helix pomatia. Eine an Fibrillen reiche Strecke mit zahlreichen Cirkulationslücken. Der Inhalt der Fibrillenbündel in Theilstücke zerklüftet. Osm., Alkoh., Hämatoxylin. Schwach vergrößert (V, 4).

- b, Fibrillenbündel;
- d, Cirkulationslücken.

Die zahlreichen Kerne gehören Bindesubstanzzellen an.

Fig. 24. Limax agrestis. Bindesubstanz ohne Plasmazellen und mit spär-

lichen Fibrillen, von zahlreichen Cirkulationslücken siebförmig durchbrochen. Osm., Alkoh., Hämatoxylin. Schwach vergrößert (V, 4).

*b*, Fibrillenbündel, vielfach mit netzförmigen Zeichnungen, an manchen die strukturlose Scheide sichtbar;

*d*, Cirkulationslücken;

*c*, vereinzelt Körnchenzellen.

Die zahlreichen Kerne in der Intercellularsubstanz gehören dem Binde-substanzzellnetze an.

Fig. 22. *Helix pomatia*. Stark fibrilläre Binde-substanz ohne Plasma-zellen, mit spärlichen Cirkulationslücken. Pikrinschw., Alkoh., Hämatoxylin. Schwache Vergrößerung (V, 4).

*b*, Fibrillenbündel;

*d*, Cirkulationslücken.

Die Kerne der Intercellularsubstanz, wie gewöhnlich, den Binde-substanz-zellen angehörig.

Fig. 23. *Arion empiricorum* L. Binde-substanz aus der Leibeshöhle mit zahl-reichen Gruppen von Cirkulationslücken, die durch cuticulare Rahmen gestützt sind. Pikrinschw., Alkoh., Osm., Hämatoxylin. Schwach vergrößert (II, 4).

*b*, Fibrillen;

*d*, Cirkulationslücken.

Fig. 24. *Arion empiricorum*. Ähnliche Binde-substanz aus der Umgebung der Speicheldrüsen. Behandlung die gleiche. Stark vergrößert (XI Imm., 4).

*a*, Binde-substanzzellen;

*d*, Cirkulationslücken mit Rahmen.

*a'*, Zellen, welche die Rahmen ausscheiden.

Fig. 25. *Arion empiricorum*. Aus einem gleichen Präparat. Zellen, welche die Anfänge der Lückenbildung zeigen. Behandlung und Vergrößerung die gleiche.

Fig. 2

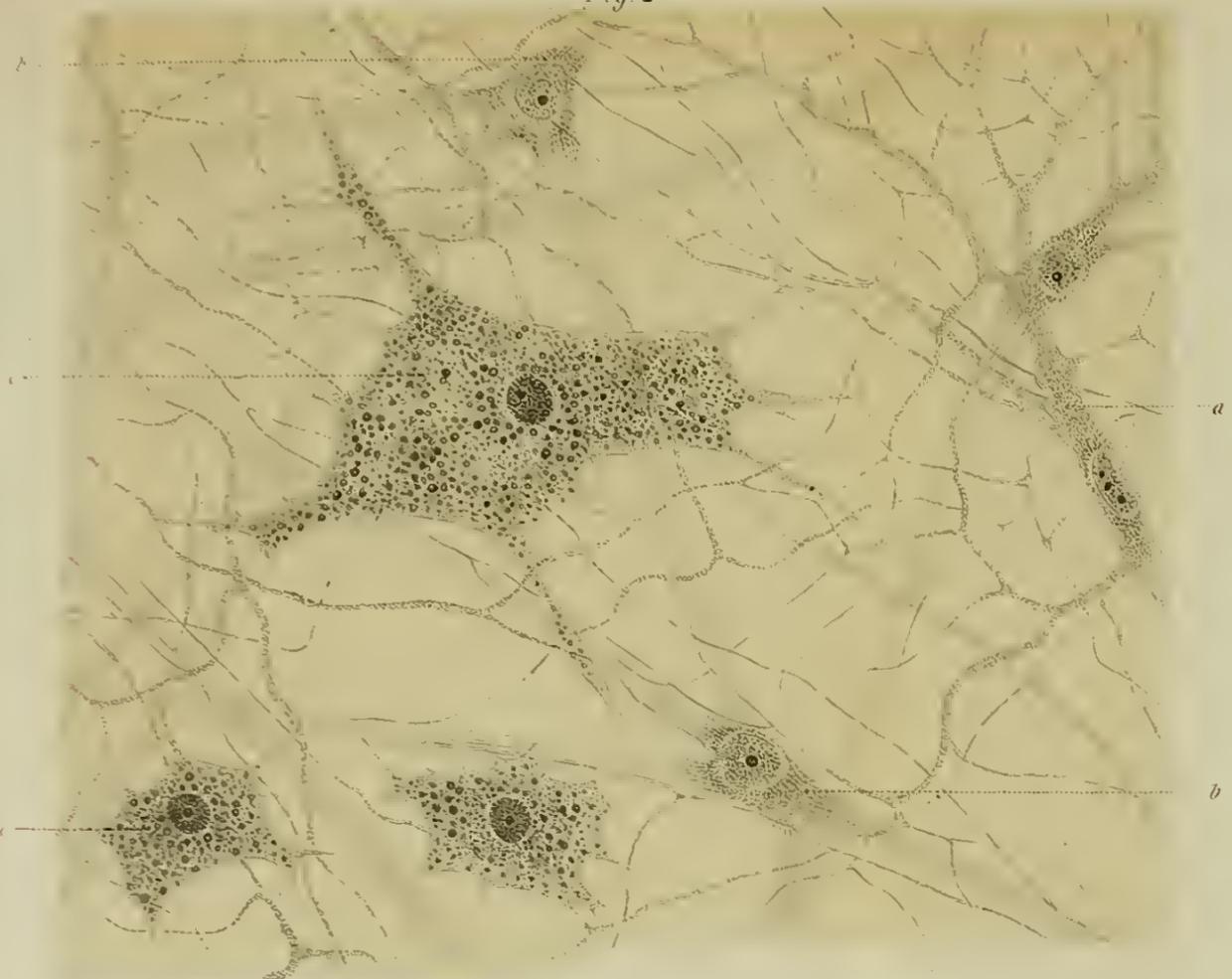


Fig. 1.



Fig. 4.



Fig. 5. A



Fig. 5.

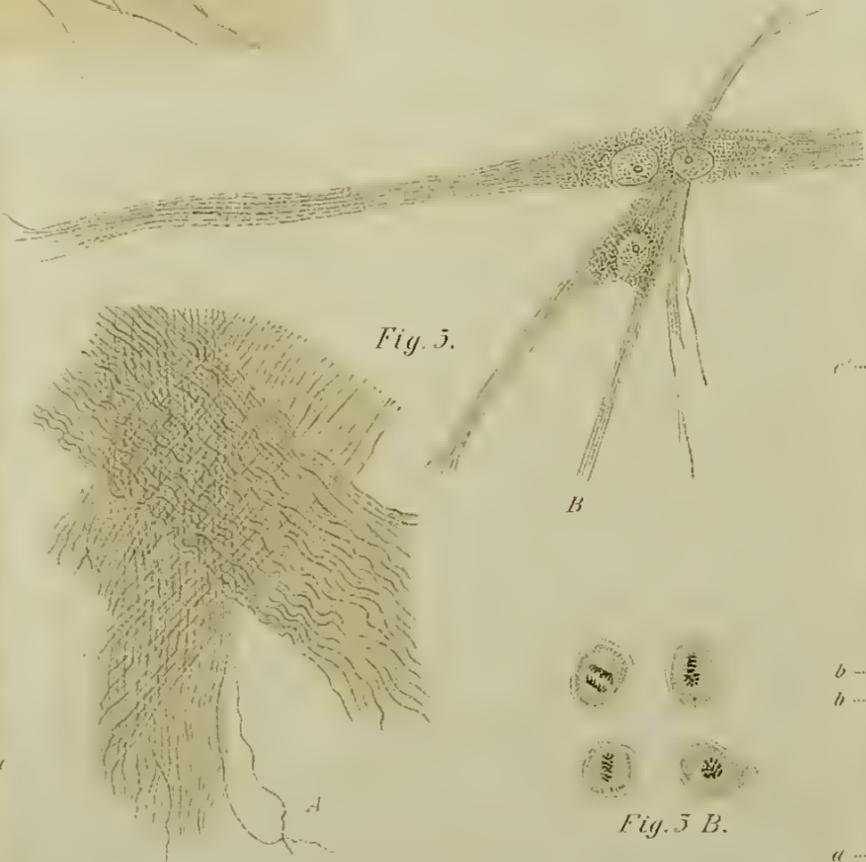


Fig. 5 B.



Verlag Engelmann Leipzig

Verlag Engelmann Leipzig

*Aplysia punctata* Cur.





Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 9.

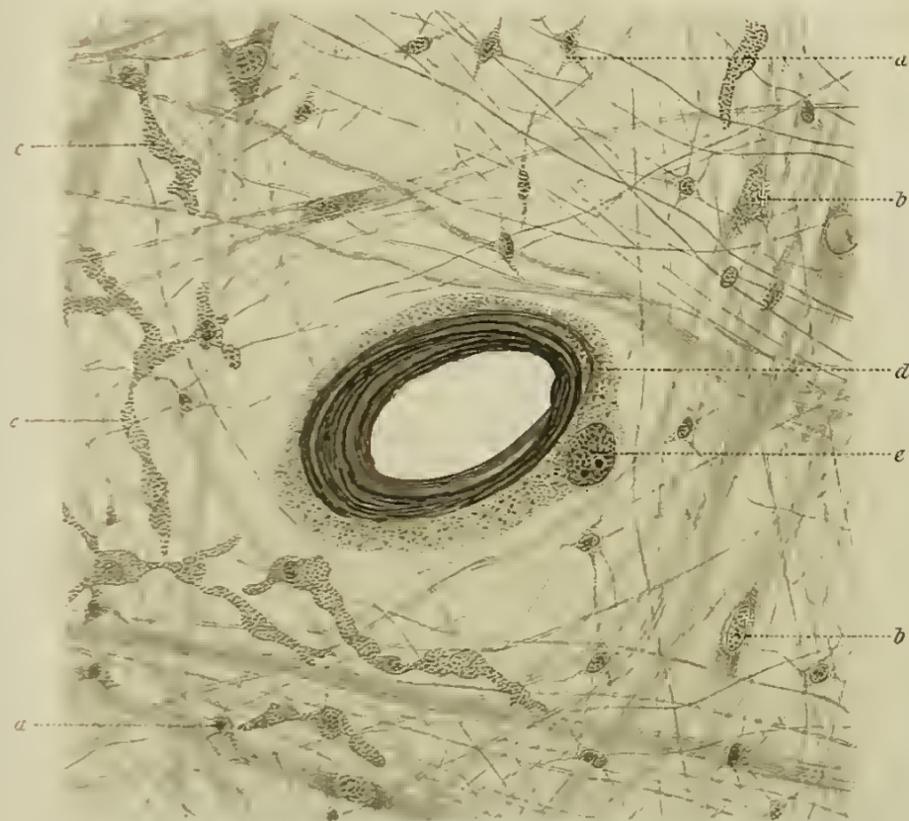


Fig. 10.

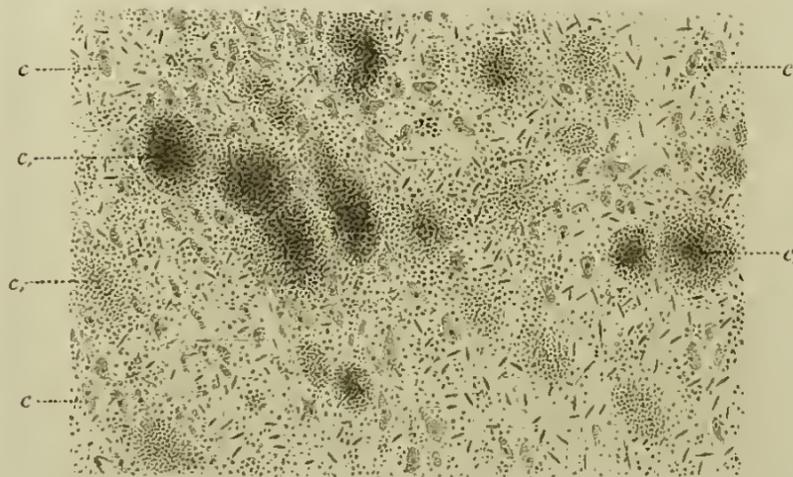


Fig. 8.



Fig. 11.



Fig. 12.

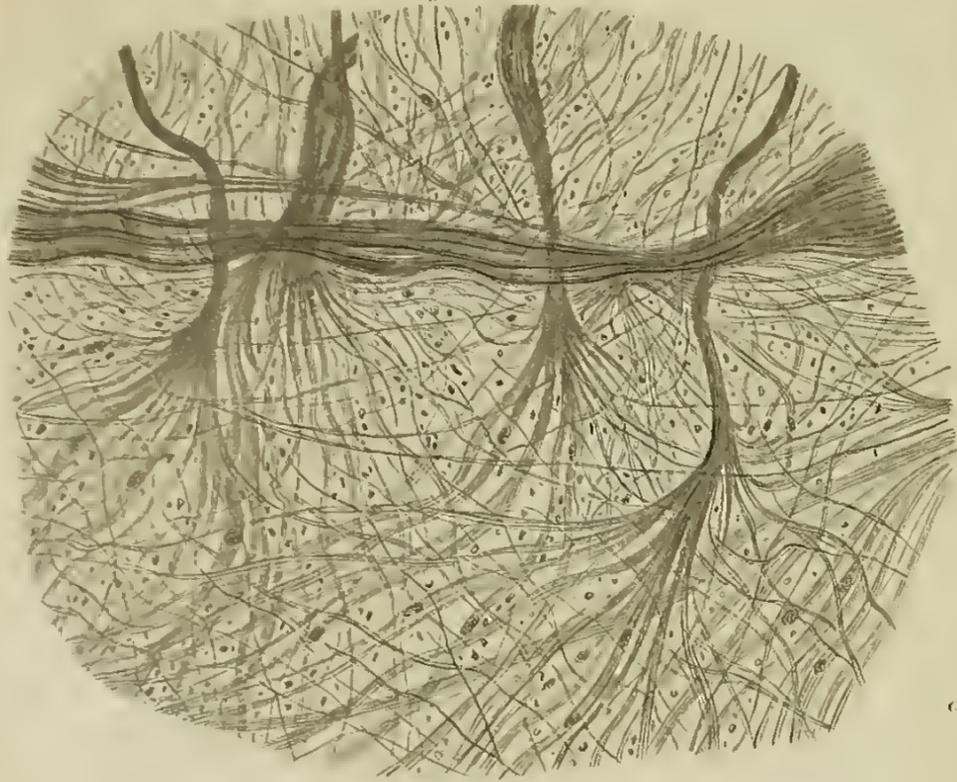


Fig. 15.

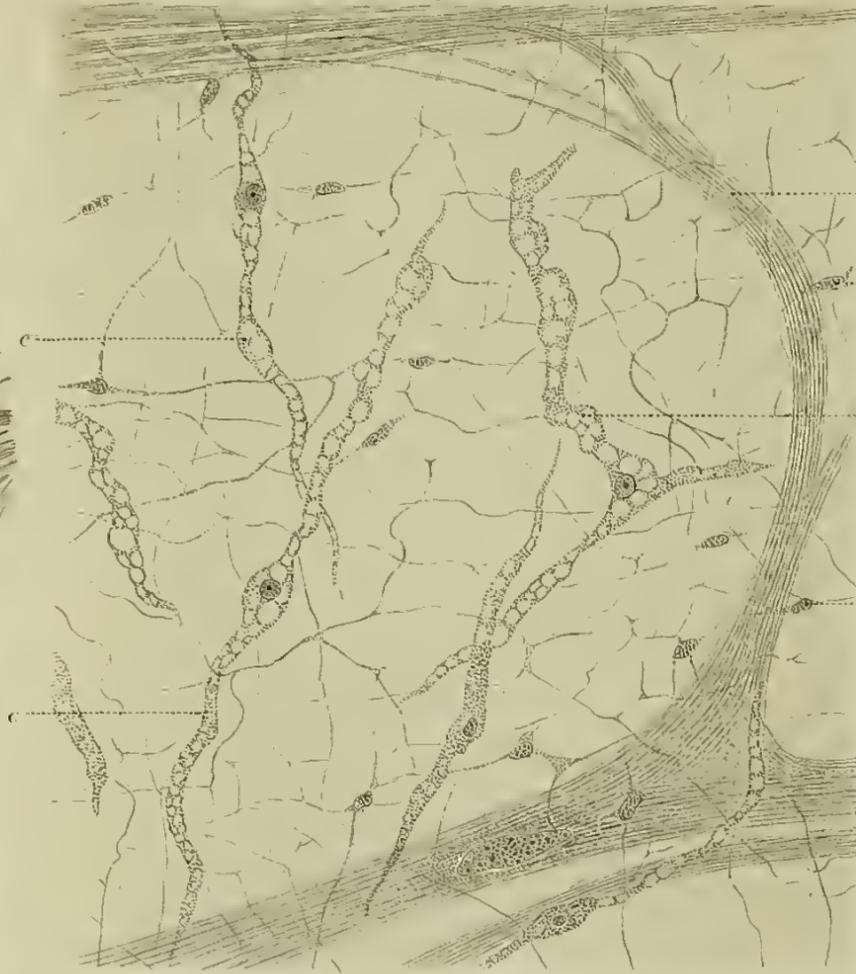


Fig. 14.

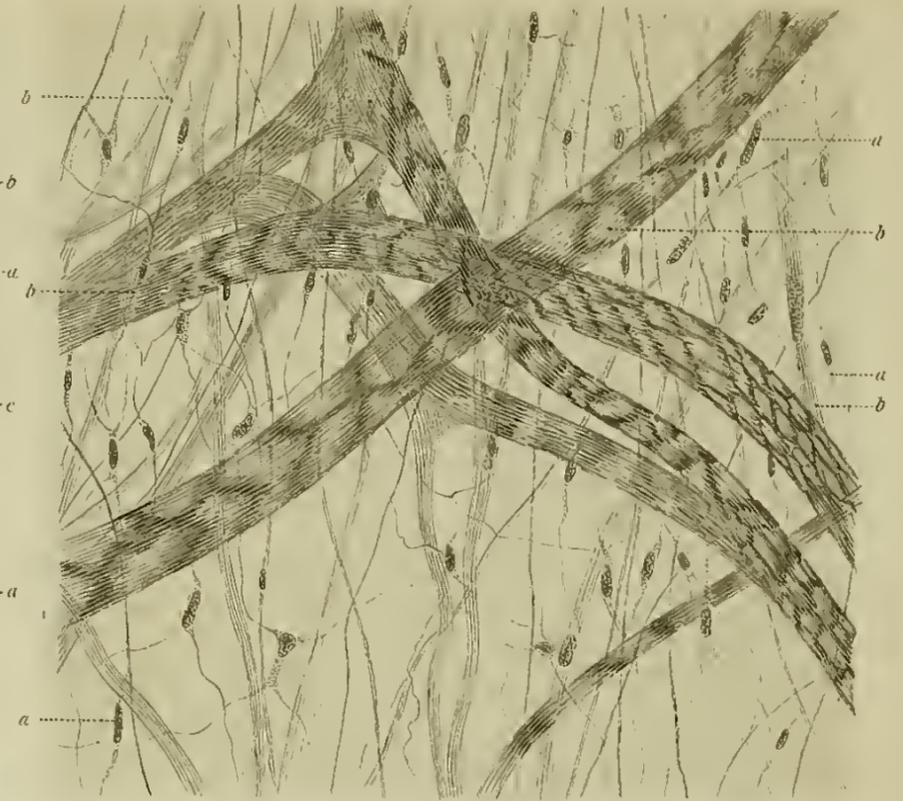


Fig. 17.

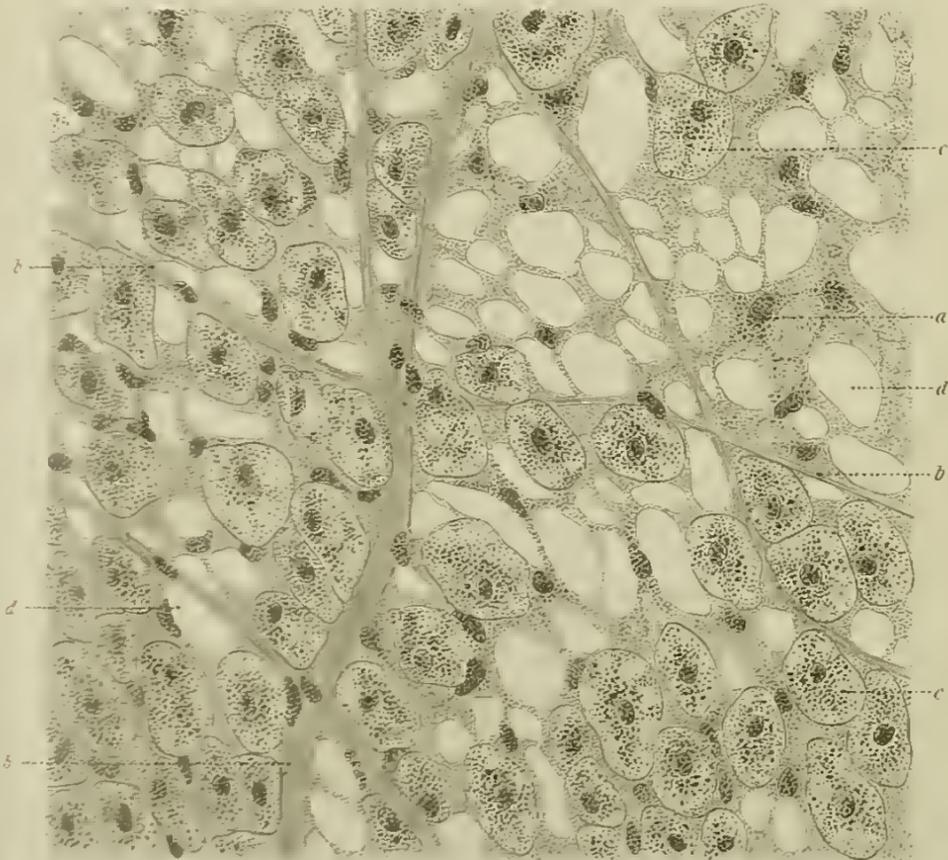


Fig. 16.

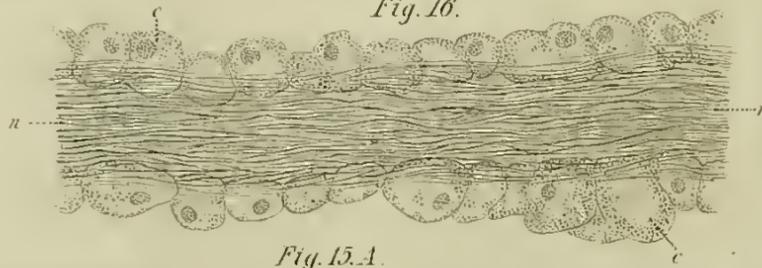


Fig. 18.

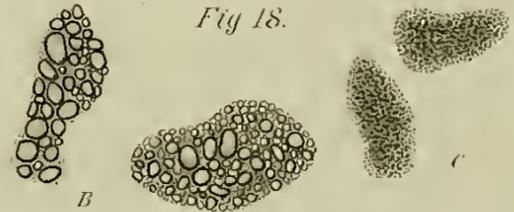


Fig. 15.A.



Fig. 18.

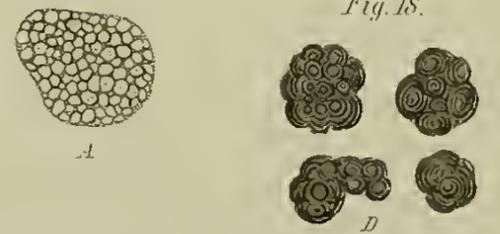
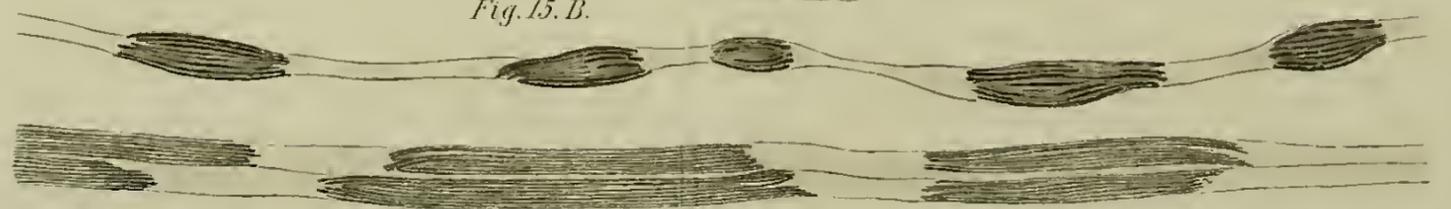


Fig. 15.B.



Verl. v. W. Engelmann, Leipzig.

Lith. Anst. v. Heimer & Winter, Frankfurt a. M.



Fig. 19.

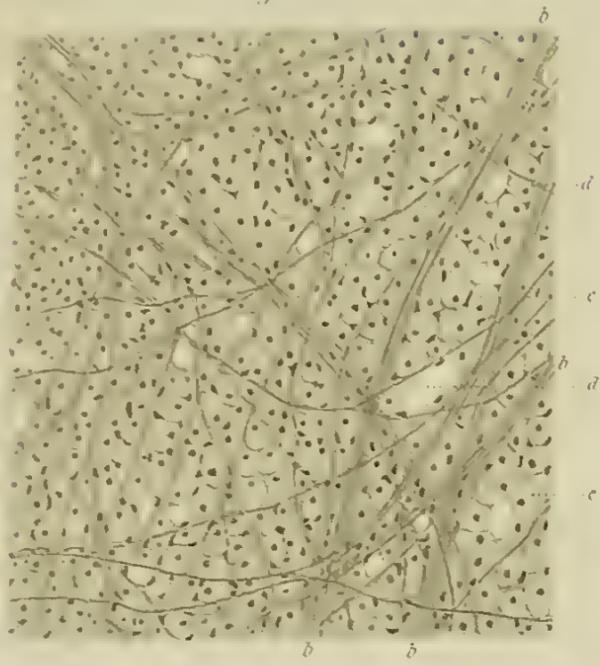


Fig. 20.

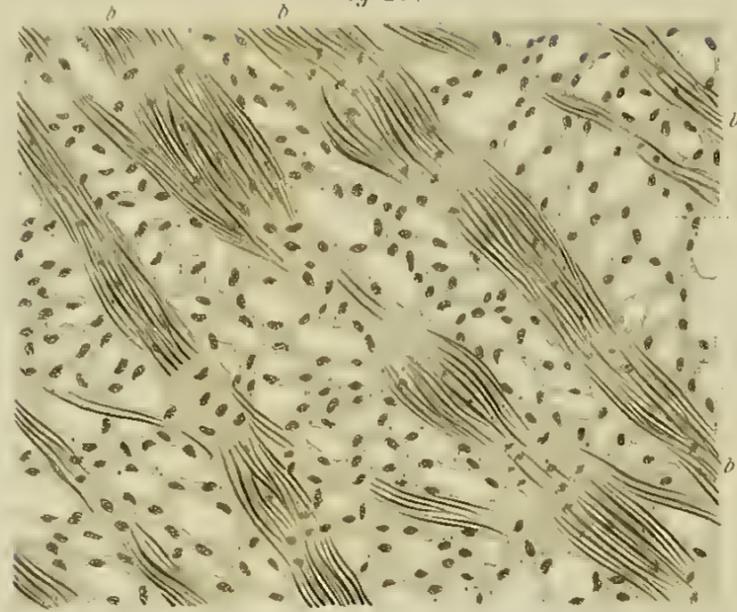


Fig. 25.

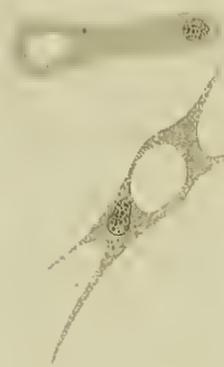


Fig. 21.

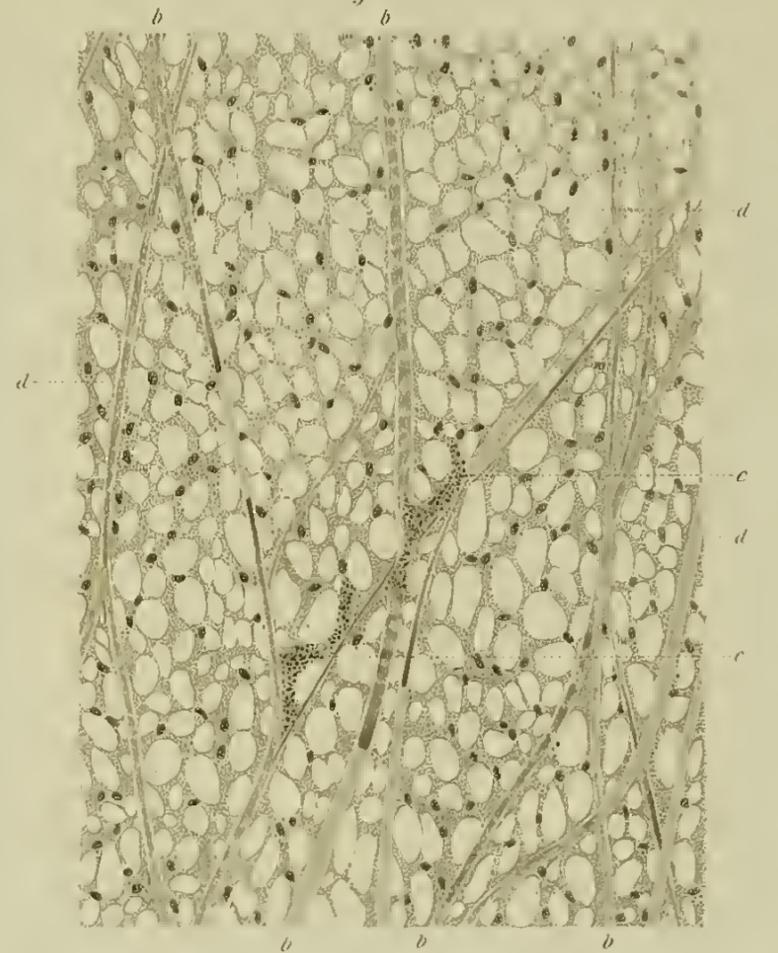


Fig. 22.

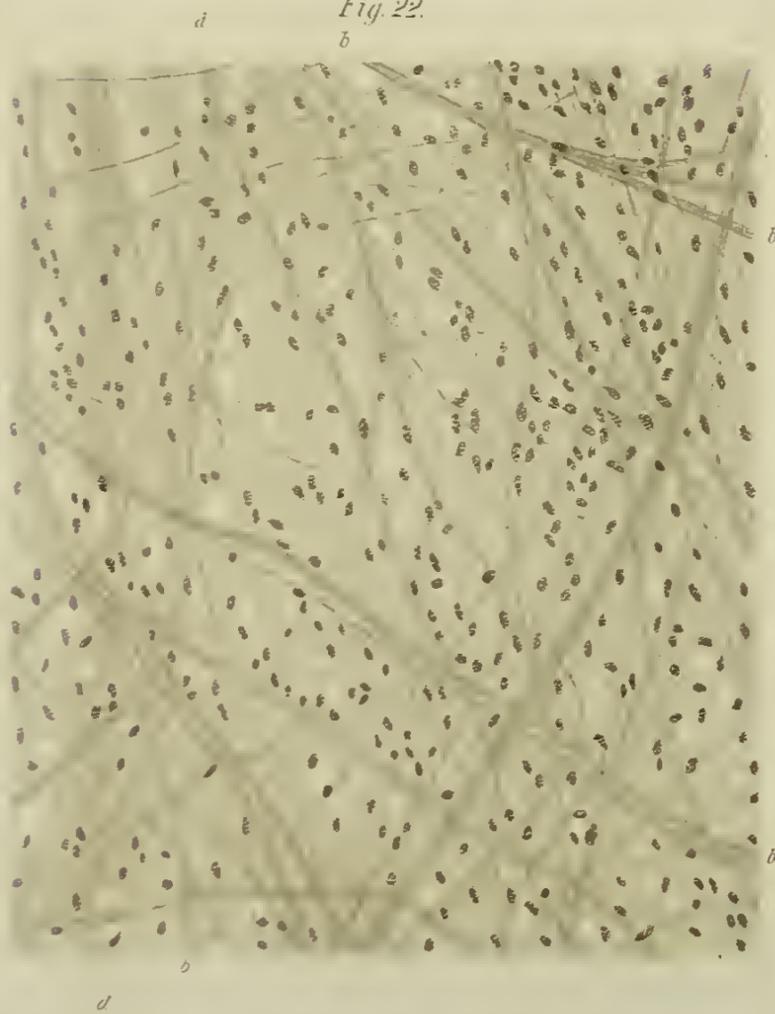
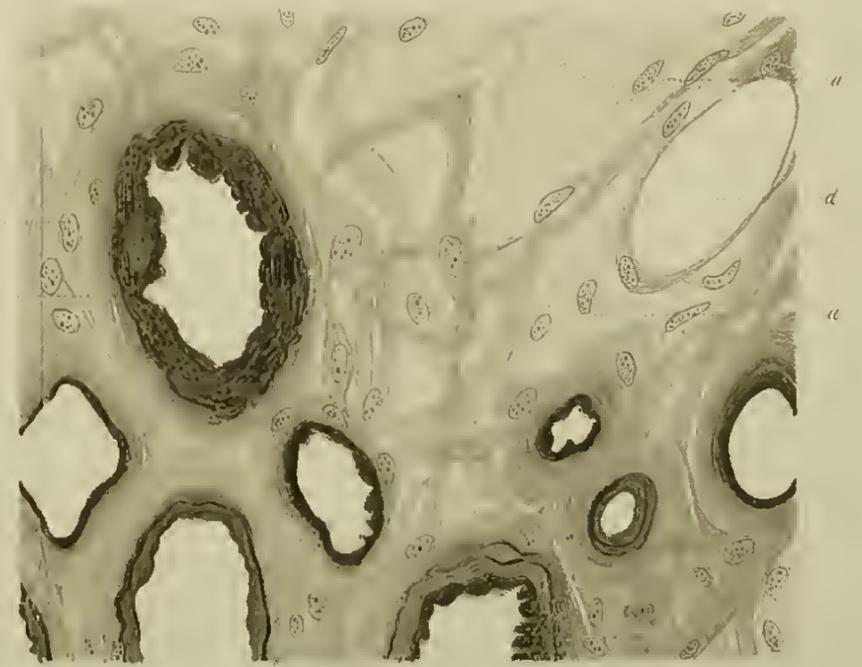


Fig. 25.



Fig. 24.



Vordr. v. Engelmann's Leipzig

L. v. An. v. Werners & Witten, Frankfurt a. M.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Brock Johannes Georg

Artikel/Article: [Untersuchungen über die interstitiellen Binde-substanzen der Mollusken. 1-63](#)