

Sitzungsberichte

der

mathematisch - physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.



Band VI. Jahrgang 1876.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1876.

~
In Commission bei G. Franz.

Sitzung vom 17. Juni 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Voit legt eine Abhandlung vor:

Structurlose Membranen bei Wirbelthieren und Wirbellosen von Prof. Kollmann.

Für die Entstehung structurloser Membranen fehlen bis jetzt die geeigneten Untersuchungsobjecte. Bei den marinen Formen der Acephalen glaube ich einzelne Stellen in den Kiemen gefunden zu haben, bei unseren Süßwasserformen sind es vor allem die Grenzsichten des Mantels, überdies die Oberfläche des Darms, welche sich für das Studium ganz sehr gut eignen.

Die Acephalen sind unter den Wirbellosen deshalb ganz besonders vorzuziehen, weil die Bindesubstanz aus Gallertgewebe also aus einer embryonalen Form besteht, in der abgesehen von Bindesubstanzzellen und wenigen Muskelfasern nur äusserst selten andere Fasern auftreten, welche überdies nach ihrem Glanz, der Art ihres Verlaufes, der Widerstandsfähigkeit gegen Säuren unter die elastischen Elemente zu rechnen sind. Trifft man unter solchen Umständen in dieser Klasse auf structurlose Membranen, welche allen Forderungen

entsprechen, welche die Histiologie an solche stellt, so ist wohl zweifellos der Schluss berechtigt, dass hier aus dem Gallertgewebe jene Membranen und Grenzsichten sich entwickelt haben. Ja noch mehr, es scheint mir dann mehr als wahrscheinlich, dass auch bei den Wirbelthieren diese embryonale Form der Binde substanz für die elastischen Häute ein bedingendes Moment sei.

Untersuchen wir zunächst die Acephalen und zwar das Vorkommen structurloser Gebilde in den Kiemen der marinen Formen.

Sie treten bei den Arcaceen, Mytilaceen und Ostraceen in zweierlei Formen auf: als structurlose blutführende Kiemengefässe (vollkommen geschlossene Röhren), und als solide solide Stäbchen. Sehr oft kommen beide nebeneinander vor, ja vielleicht ist das überhaupt die Regel. Die blutführenden Röhren, arterielle und venöse Kapillaren tragen den Character structurloser Schläuche in ganz unzweifelhafter Weise an sich. Obwohl das Gallertgewebe ja an und für sich stark lichtbrechend ist, treten z. B. bei *Pinna nobilis* und *mauricata*, *Pecten* etc. dennoch die dünnen Wände ganz besonders scharf hervor. Sie leuchten als helle Bänder, scharf contourirt, und parallel also von gleicher Dicke aus der Grundsubstanz hervor. Die Dicke der Röhrenwand beträgt ungefähr $1,5\ \mu$., die Weite des Rohres selbst $20\ \mu$. Das sind also verhältnissmässig feine Kanäle. Bei der eben erwähnten Species liegen 10–12 zu beiden Seiten der schmalen Falten, welche wie Coulissen frei von der Kiemenfläche absteigen. Sie lassen sich von den zu- und abführenden Kiemengefässen aus injiciren, womit also jeder Zweifel ihrer Röhrennatur gehoben ist.

Querschnitte nicht injicirter Kiemen lassen nur in sehr seltenen Fällen diese Röhrennatur erkennen, denn an Weingeistpräparaten klaffen die durchschnittenen Kanäle nicht, wie an Osmiumpräparaten, die Wände liegen vielmehr

aneinander und folglich wird man in all diesen Fällen etwas ganz anderes, nemlich solide Stäbchen vermuthen.

Bei *Pinna* und *Pecten*, besonders bei der letzteren Familie kommen in der Kieme auch stärkere Röhren vor. Namentlich ist eine in hohem Grade merkwürdig geformt. Sie birgt keinen cylinderischen, sondern einen mäandrisch verschlungenen Kanal; die Wände sind folglich nicht nur an verschiedenen Stellen verschieden dick, sondern ziehen sich überdies an den Rändern in feine Membranen aus, welche zwischen dem Gallertgewebe stecken. Die Dicke dieses Rohres beträgt 70 μ .

Diese dicken Röhren haben nun keine structurlosen Wände mehr im strengen Sinn. Die lichtbrechende Kraft, der Widerstand gegen Säuren und Alkalien sind zwar dieselben wie bei den feinen, aber der Längsaxe parallel findet man bei genauerem Zusehen feine Streifen, und rechtwinklich gehen Fasern ab, die ich als Gallertfibrillen bezeichnen will.

Die feinen Streifen erklären sich bei der Vergleichung anderer Massen verdichteten Gallertgewebes entstanden durch wiederholte Auflagerung neuer Schichten. Bei *Mytilus* besteht die Kieme bekanntlich aus Fäden; jeder Faden enthält einen Kanal, der, abgesehen von den Endothelien, aus zwei Hälften eines verdichteten Gallertstranges besteht. Isolirt stellt jede Hälfte eine kleine Rinne dar, deren Ränder verdickt sind.

Dieses Gallertgewebe ist nun nicht mehr vollkommen gleichartig, sondern zeigt nach jeder Behandlung äusserst feine Streifen. Von der Fläche gesehen erscheint der nach kurzer Marceration durch Abpinseln von seinem Epithel befreite Kanal auf der Fläche fein linirt, auf dem Querschnitt so als ob die Wände aus mehreren Schichten beständen. Die feinen der Längsaxe parallelen Linien, welche nur an den verdickten Stellen zu finden sind, entsprechen aber nicht

Fasern, sondern sind der Ausdruck der aufeinanderliegenden im Querschnitt deutlich erkennbaren Schichten. Das geht einmal aus dem Vergleich des Längsschnittes mit dem Querschnitt hervor, dann aber daraus, dass es bei keinem Versuche gelingt, Fibrillen abzuspalten. Man konnte noch ferner hervorheben, dass auch der Character der feinen Linien die Annahme von Fibrillen als des Grundelementes ausschliesse. Bei starken Vergrösserungen bestehen nämlich die Linien aus einzelnen hintereinander liegenden Punkten, was mehr auf eine leicht granulirte Zwischensubstanz als auf fibrillären Bau schliessen lässt.

Leider fehlen bis jetzt entwicklungsgeschichtliche Studien über den Aufbau der Kieme, aber nach alledem was die vergleichende Untersuchung lehrt, darf man sich die Entstehung der Gefässröhren sowie der soliden Stäbchen als eine Ausstülpung vorstellen. Am Insertionsrand der Kieme ist der Ausgangspunkt; das zuführende Gefäss vergrössert seine Bahn durch rechtwinklig abgehende Kanäle, die nach bogenförmigen Verlauf wieder in die Nähe des Ausgangspunktes zurückkehren, um das Blut in das abführende Kiemengefäss zu entleeren. In den Fadenkiemen bei *Mytilus* verhält sich die Anlage genau in dieser Weise. Nun besitzt das obengeschilderte verdichtete Gallertgewebe bei dem ganz jungen Thiere nicht dieselbe Dicke und Ausdehnung wie bei dem Erwachsenen, wie die Untersuchung kleiner und grosser Exemplare ergibt. Bei den kleinen sind die das Gefäss einschliessenden Hohlplatten dünner, als bei den grossen. Die Zunahme erfolgt durch allmähliche Verdichtung des am äusseren Umfang befindlichen Gallertgewebes und die Hohlplatten bei *Mytilus* entsprechen also structurlosen Häuten, welche aus mehreren Schichten bestehen, worauf die feinen Linien hinweisen. Instructiv für eine richtige Auffassung dieses verdichteten Gallertgewebes ist auch das Verhalten der Röhren am Insertionsrand der Kieme. Bei ent-

sprechenden Querschnitten wird auf das Bestimmteste erkannt, dass deutliche Züge des Gallertgewebes sich mehr und mehr an die Seitenwände des Gefäßes hinwenden und allmählig so die Hohlkehle und ihre Dicke herbeiführen. Die Züge, so erscheinen sie im Querschnitt, zeichnen sich von der Umgebung aus durch ihre lichtbrechende Kraft, durch dieselbe Eigenschaft, die alle structurlosen Membranen characterisirt. Verfolgt man endlich ihren Anfang im Sinus branchialis afferens, der sogn. Kiemenarterie, so schwindet jeder Zweifel an der Richtigkeit meiner Auffassung, denn die sogen. „Arcaden“ bestehen weder bei *Mytilus* noch bei unseren Süßwasserformen aus Arcaden des Stützgerüsts (wie jüngst Posner¹⁾ wieder hervorgehoben hat, sondern aus Wülsten gewöhnlichen Gallertgewebes, das die Mündungen wallartig einsäumt. Sie machen den Eindruck von Arcaden, aber sie bestehen nicht aus bogenförmigen Uebergängen zweier Kiemenstifte. Diese hören vielmehr im Innern dieser Wülste wie man z. B. auch bei den *Unio*-naceen nach einer Untersuchung der betreffenden Stelle sehen kann, auf.²⁾

Eine andere Gattung der Acephalen eignet sich gleichfalls für den Nachweis, dass die sogn. Stäbchen in den

1) Posner, Bau der Najadenkieme. Arch. f. mkr. Anat. Bd. XI

2) Auch das mit Kalk imprägnirte Gallertgewebe der Stäbchen bei *Anodonta* und *Unio* geht innerhalb dieser Wülste in gewöhnliches Gallertgewebe über. Wenn Posner angibt, man könne niemals ein Aufblättern sehen, so ist dagegen zu bemerken, dass der allmähliche Uebergang der structurlosen verdickten Schichten (marine Formen), und derjenige der verkalkten Stifte (der Süßwasserformen) in gewöhnliches Gallertgewebe im Innern dieser Wülste stattfindet. Es wurde schon erwähnt, dass die Kiemenstäbchen der Najaden als Streifen des verkalkten Gallertgewebes aufzufassen sind. Die organische Grundlage bleibt nach Behandlung mit Säuren zurück. Bei den Meeresformen habe ich nirgends verkalkte Stäbchen gefunden.

Kiemen aus Röhren bestehen, die aus dem Gallertgewebe hervorgegangen alle Eigenschaften von structurlosen Membranen haben, es ist die Gattung *Ostrea*.

Sie ist noch ganz besonders zur Untersuchung zu empfehlen, weil neben den röhrenförmigen Stäbchen auch solide vorkommen, die sich gegen das Licht und gegen Reagentien vollkommen gleich verhalten wie structurlose Membranen. Auf 10 feine structurlose Röhren folgt erst ein Paar schmaler, solider Stäbchen, dann ein Paar stärkerer aus structurloser Substanz gebildet.

Durchschnitte der Kieme zeigen, dass sich die Substanz der Stäbchen nicht unterscheidet von den structurlosen Membranen der Stäbchenkanäle. Dieselbe Erscheinung kehrt bei der hohlkehlenartig geformten Leiste wieder, welche in dem Fadenrohr von *Mytilus* steckt; sie ist nach vorn und hinten verdickt, in der Mitte misst aber ihr Durchmesser kaum $0,5\ \mu$. Verdickungen und Auswüchse gegen das Lumen des Gefässrohres erzeugen aus einem ursprünglich einfachen Kanal jenen mäandrischen Gang, den ich von *Pecten* oben erwähnt habe.

Alle diese verschiedenen Formen, welche man als Stützgerüste der Kiemen zusammenfasst, sind aus ein und derselben Grundsubstanz geformt, aus dem Gallertgewebe der *Acephalen* und stellen structurlose Platten, Röhren oder zusammengesetzte Stäbe dar, die in die Kieme eingefügt sind. Bei den Süßwasserformen sind sie überdies verkalkt.

Betrachten wir nunmehr die structurlosen Membranen deren Existenz beiden *Acephalen* durch die Angaben Flemming's³⁾

3) Flemming W. Ueber Bindebetanzen und Gefässwandung bei Mollusken mit 1 Tafel. Rostock 1871, S. 12.

in Frage gestellt wurde, nachdem frühere Beobachter solche angenommen.

Besteht die Binde substanz aus Gallertgewebe, dann muss sich, das lässt sich mit aller Bestimmtheit voraussagen, dieselbe Gewebsform auch auf den Grenzsichten der Organe wiederfinden. Und ist sie nur in geringem Grade resistenter als die übrige Masse des Organs, dann wird man schon mit einigem Recht von einer structurlosen Schichte sprechen können. Genügt sie überdies einem grossen Theil jener Anforderungen, die an solche Grenzsichten gestellt werden: Entstehung aus einem Gewebe das structurlos ist per se, Widerstand gegen Säuren und Mangel irgend einer faserigen Beschaffenheit, dann scheint mir die Bezeichnung „structurlos“ unanfechtbar. Solche Grenzsichten sind nun bei den Acephalen, wie schon erwähnt, an vielen Stellen ihres Körpers nachzuweisen, so an der Aussen- und Innenfläche des Mantels, an der innersten Lage der Darmwand und der Darmleiste (Najaden) an den Mundtentakeln und an der Oberfläche des Fusses. Von den Najaden sind sie theilweise bekannt, bei den marinen Formen habe ich sie am Mantel namentlich bei *Pinna* auf das schärfste ausgeprägt gefunden, ebenso am Kiementräger von *Pecten Jacob.* der sich durch besondere Dicke auszeichnet und zahlreiche lacunäre Blutbahnen enthält. Die Grenzsichten haben eine Dicke von 15—20 μ ., erscheinen bei schwachen Vergrösserungen (300 $\times$) ganz von dem Ansehen einer *Membrana elastica posterior* des Auges, auch bezüglich der scharfen Abgrenzung gegen die anstossenden Schichten. Bei Anwendung von Tauchlinsen schwindet jedoch die letztere, und im Mantel, das am meisten der Untersuchung zugängliche Object, sieht man die tiefen Lagen der Gallertstränge allmählig in jene Grenzschichte übergehen.

Ganz denselben Eindruck haben diese Verhältnisse auf

Flemming gemacht. Er sieht die Grundsubstanz in ein spärlich ausgebreitetes Gewebe von dichter Fügung unmittelbar übergehen. In dieser Grenzschicht finden sich bei der Betrachtung mit Tauchlinsen allerdings äusserst zarte Streifen, die aber mit fibrillärem Bindegewebe nichts gemein haben, auch nicht von Ausläufern spindelförmiger Zellen herrühren, welche aus der Tiefe aufsteigen und etwa die Streifung verstärken. Die Streifen sind hier ebenso wie bei den Kiemenstäbchen oder Röhren aus Körnerreihen zusammengesetzt, selbst bei ganz frischen Thieren. Dies steht aber nicht im Einklang mit unserer Vorstellung von Fasern, welche aus Ausläufern der tieferliegenden Zellen sich bis in die Grenzschicht erheben sollten, denn die Ausläufer erscheinen wie starre drehrunde Fasern und haben auch keine entfernte Aehnlichkeit mit den nur schwer erkennbaren Körnchenreihen, die noch dazu nur kurze Strecken sich verfolgen lassen. Ich kann auch hier die Streifen nur für Zeichen der schichtenweisen Zunahme jener starkglänzenden Grenzschichten ansehen, welche in der Jugend des Thieres äusserst dünn, mit dem Alter jedoch umfangreicher werden. Neue Schichten verbinden sich mit den schon vorhandenen, und zwischenliegende mikroskopisch feine Lagen einer weniger resistenten also das Licht anders brechenden Substanz werden schon genügen, um jene feine Streifung hervorzubringen.

Von ganz entscheidende Beweiskraft für das Vorkommen structurloser Membranen ist ein weites, seltsam geformtes Gefäss bei Pecten, das jedoch nur durch ein besonderes Verfahren der Untersuchung zugänglich gemacht werden kann. Es ist vor Allem die Injection von Wasser, Alkohol oder Argent. nitric. in den Sinus branch. aff. unerlässlich. Bei Gelegenheit meiner Injectionen mit gefärbten Massen wurde ich zuerst darauf aufmerksam. Hat man durch Pinseln das Epithel entfernt, so präsentirt sich eine zarte, das Licht

stark brechende Haut von 9 μ . Dicke, welcher das Epitheton „structurlos“ mit demselben Recht gebührt als irgend einer *Membrana elastica posterior*.

Ich verkenne nicht, dass durch meine Auffassung der Stäbe, Röhren und Membranen der Begriff „structurlos“ sehr weit gedehnt ist, aber es gibt wie mir scheint, keine andere Wahl. Für die Bezeichnung „Knorpel“ fehlt sowohl der chemische Nachweis einer leimgebenden Substanz als die übliche Beigabe von Zellen. Abgesehen von dem chemischen Verhalten könnte vielleicht dennoch der Ausdruck Knorpel in Betracht kommen, wenn Binde substanzzellen irgend welcher Form aufzufinden wären. Allein die völlige Abwesenheit darf als ein günstiges Zeichen mehr gelten für meine Annahme, dass hier verdichtetes Gallertgewebe vorliegt.

Die früheren Arbeiten über den Bau der Kiemen sind was die Natur dieses Stützgerüsts der Stäbchen und Stifte betrifft, zu einer wesentlich anderen Auffassung gelangt. Langer und v. Hessling urtheilen nur nach der Untersuchung der Süßwasserformen, Posner hat auch die Formen des Meeres geprüft.

Langer⁴⁾ nennt „Gegliederte Knorpel-(Chitin-)Stifte“ ohne jedoch auf eine genauere Erörterung einzugehen. von Hessling⁵⁾ gibt an, sie beständen bei *Unio* aus kohlensaurem Kalk, und nach der Behandlung mit Säuren trete ihr blätteres Gefüge erst recht deutlich hervor, Posner⁶⁾ endlich betrachtet sie, richtig als „lokale Verdickungen des Leisten gewebes“, huldigt der Annahme einer Metamorphosirung zelliger Elemente und behält den hergebrachten Namen

4) Langer: Das Gefäßsystem der Teichmuschel. Denkschriften der Wiener Akademie 1856, math. natw. Cl. XII Bd. II. Abhandl. S. 44,

5) v. Hessling: Die Perlmuscheln und ihre Perlen mit 8 Tafeln. Leipzig 1859, S. 228.

6) Posner C.: a. a. O. S. 26 u. ff.

„Chitinstäbchen“ bei, betont jedoch, dass die Kennzeichen hierfür z. Z. mehr negativer Natur sind.

Wenn Posner geneigt ist, „die Stäbchen als lokale Verdickungen des Leistengewebes“ aufzufassen, so ist dies ein Boden, auf dem sich unsere Anschauungen begegnen. In der That sie sind nichts anderes, als lokale Verdichtungen des Gallertgewebes. In dem einen Fall stellen sie einfach verdichtete, structurlose Stränge dar, in dem andern haben sie noch dazu Kalk und zwar vorzugsweise kohlensauren Kalk aufgenommen, den sie durch Behandlung mit Säuren unter Aufbrausen verlieren. Dabei verschwindet gleichzeitig auch ein Theil ihres charakteristischen Glanzes, sie werden zu blässeren Strängen, welche nur noch aus der organischen Grundlage bestehen. Die Ablagerung von Kalk in den Kiemenstäbchen der Najaden ist zweifellos. Um sich davon zu überzeugen, isolirt man am besten eine Anzahl derselben durch Maceration und setzt sie dann der Wirkung der Säure aus. Ich halte also gegen Posner die Angabe aufrecht, dass bei den Unioniden die Stäbchen aus regelmässig geformten Strängen eines verkalkten Gallertgewebes bestehen. Aus kohlensaurem Kalk bestehen sie allerdings nicht ausschliesslich und so hat er die Angaben v. Hessling's wohl zunächst aufgefasst, sie haben auch eine organische Grundlage, und diese ist es, welche mit dem Gallertgewebe sowohl am Insertionsrand als am freien Kiemenrand zusammenhängt. Man kann unter solchen Umständen also mit Fug und Recht von einem verkalkten Gallertgewebe in der Najadenkieme sprechen. Die vergleichende Untersuchung der soliden und röhrenförmigen Stäbchen ergibt ferner, dass im Laufe der phylogenetischen Entwicklung das solide Stäbchen nur aus einer verdickten Stelle des Stäbchenkanals hervorgegangen ist.

Der Stand unserer Kenntnisse gestattet noch nicht, die Histiogenesis dieser lokalen Verdichtungen darzulegen, nur

so viel scheint gewiss, dass Zellen sich nicht direkt an ihrem Aufbau betheiligen. Wie auch Posner hervorhebt, lässt sich nirgends eine Zellenspur in dem verdichteten Gewebe auffinden, und ferner wissen wir aus der Entwicklung der structurlosen Häute, dass Zellen dabei keine Rolle spielen. Man ist geneigt, das Stützgerüste der Acephalenkieme, wie auch viele structurlose Membranen der Wirbelthiere als Ausscheidungen aufzufassen. Aber nach den oben mitgetheilten Erfahrungen scheint sich wenigstens bei den niederen Thieren der ganze Vorgang anders zu gestalten. Man findet zwar an dem die Stäbchen jeder Art umgebenden Gallertgewebe Bindesubstanzzellen, welche ja für die Entstehung der Intercellularsubstanz von entscheidender Bedeutung sind, ob sie aber auch dafür verantwortlich gemacht werden können, dass an bestimmten Stellen hier verdichtete dort verkalkte Lager unter ihrer besonderen Leitung entstehen, scheint mir doch sehr fraglich. Unterscheiden sich doch die Zellen in nichts von denen anderer Gebiete des Gallertgewebes, das nicht verdichtet ist. Und bliebe nicht durch eine solche Annahme der ganze Prozess ebenso dunkel? Wäre es nicht möglich, dass die Grundsubstanz aus uns ebenso unbekannten Gründen sich verdichtet. Angesichts der vielen Fasern, die ich im Gallertgewebe der Mollusken abseits von Zellen, unabhängig, verlaufen sehe, halte ich die letztere Deutung für vollkommen berechtigt. Die Untersuchung des Kopfkorpels der Cephalopoden und des Gallertgewebes der marinen Formen der Acephalen gibt zahlreiche Belege, dass Fasern unabhängig von Zellen in der Grundsubstanz auftauchen. Der Kopfkörper der Sepien ist vielleicht ein Unicum, weil jeder Zweifel ausgeschlossen bleibt, als ob vielleicht die Fasern mit Zellen in Zusammenhang stehen könnten. Sie kreuzen nemlich im rechten Winkel die sog. Zellenausläufer. Nicht minder zweifellos ist die Sachlage im Kiemengewebe von Pinna. Die Fasern, welche histiologisch

als elastische Fasern feinsten Art aufgefasst werden müssen, sind unabhängig von Zellen entstanden, hängen nie mit solchen zusammen, sind Verdichtungen der Grundsubstanz Ausscheidungen derselben wenn man sie so nennen will. Drängt sich nun nicht, wenn man diese Entstehung vor Augen hat, die Ueberzeugung auf, dass von der Verdichtung der Grundsubstanz zu einer Faser, bis zur Entstehung von Stäbchen, Stiften, Platten und Membranen ein allmählicher Uebergang hinüberleite? Wenn Verdichtungen innerhalb der Grundsubstanz nachweisbar ohne die directe Hilfe der Zellen auftauchen und im Kopfknochen der Sepien und bei Pinna haben wir Beweise, dann stehen wir doch vor einer molecularen Umwandlung der Grundsubstanz, dann liegt hier ein physiologischer Act der Intercellularsubstanz vor uns, dann sind die Zellen wohl eine entfernte, aber nicht die nächste Bedingung für die Entstehung der Fasern. Ich beabsichtige damit nicht die alte Lehre von den „Zellenausscheidungen“ aufzuheben, aber das scheint mir allerdings dringend nothwendig, ihre allgemeine Giltigkeit zu beschränken und zu sagen: es gibt structurlose Membranen entstanden durch Verdichtung der structurlosen Grundsubstanz.⁷⁾

Zu den letzteren gehören zweifellos die structurlosen Schichten, welche von der Oberfläche verschiedener Organe bei den Najaden erwähnt wurden. Sie gehen aus einer dichteren Fügung des Gallertgewebes hervor. In der Tiefe umspannen die Gallertbalken Lacunen, an den Grenzflächen fliessen sie ineinander und bilden eine structurlose Schichte,

7) Ob bei den Wirbelthieren durch Zellenausscheidungen irgendwo structurlose Membranen entstehen, scheint mir fraglich. Zellenausscheidungen ohne den Charakter structurloser Membranen gibt es zwar bei den Wirbelthieren wenn auch wenige (Schmelzprismen); zahlreicher sind sie bei den Wirbellosen: der Panzer der Insekten und Crustaceen, die Schalen der Mollusken etc.

welche von einem Zellenlager bedeckt ist. Angesichts der hier nachweisbaren Umgestaltung des Gallertgewebes dürfte wohl Niemand geneigt sein, diese structurlose Haut als ein Product des Zellenbeleges aufzufassen. Dieselbe Erklärung erscheint auch als die einzig naturgemässe für die Entstehung der structurlosen Röhren und Stäbe, welche das Kiemengerüst ausmachen. Mit ihrer Annahme wird gleichzeitig verständlich, wie die structurlosen Membranen allerwärts einem Epithel oder nach Umständen einem Endothelbeleg als sichere Grundlage dienen können. Bei unseren hier beleuchteten niederen Thieren befinden sich beide Zellenformen auf dem natürlichen Boden, direct auf der Grundsubstanz des Gewebes. Betrachtet man z. B. das Stützgerüste von *Mytilus* als eine Chitinbildung, dann hat ein Endothelbeleg in der Röhre etwas fremdes, unerklärliches und bliebe für immer räthselhaft; aber bei meiner Auffassung der structurlosen Membranen und der structurlosen Röhren als verdichtetes Gallertgewebe ruhen die Zellen auf ihrem von Anfang an natürlichen Boden, der structurlosen Binde substanz.

Die Consequenzen dieser Auffassung für die Mehrzahl der structurlosen Häute bei den Wirbelthieren liegen nahe.

Um mit der schon erwähnten *Membrana elastica posterior* der Cornea zu beginnen, so halte ich sie für verdichtetes Gallertgewebe, für einen zurückgebliebenen und durch Wachsthum vergrösserten Theil der embryonalen homogenen Binde substanz.

Für eine solche Deutung sprechen alle Untersuchungen über die Beschaffenheit der Descemetiana. Bei Kalbsembryonen von 8 Ctm. Länge, bei menschlichen Embryonen aus dem 2. und 3. Monat findet sie sich nach Donders⁸⁾ schon mit demselben structurlosen Aussehen, wie beim aus-

8) Ich citire nach Rollett Al. Ueber die Hornhaut. Stricker's Handbuch S. 1130.

gewachsenen Thier, nur ist sie dünner. Auf dem Durchschnitt zeigt sie das bekannte stark lichtbrechende Vermögen wodurch sie sich scharf von dem eigentlichen Hornhautgewebe abhebt. Im frischen Zustande zeigt sie keine mikrosk. erkennbare Structur, nur manchmal nimmt man an Bruchflächen eine der Oberfläche parallele undeutliche und unterbrochene Streifung wahr. Am Rande, an dem von Waldeyer⁹⁾ „Iriswinkel“ genannten Raum zwischen Iris und Sklero-Cornea fasert sie sich auf, und hilft ein Balkenwerk bilden, dessen Fasern, namentlich die direct von ihrer Zerfaserung herrührenden, bekanntlich Säuren widerstehen und mit Bindegewebsbündeln nichts gemein haben. Ich habe diese Erscheinung namentlich an dem Auge der Katze beobachtet, die dafür ganz besonders geeignet ist.

In demselben Organe findet sich noch an einer anderen Stelle Gallertgewebe, aber in verschiedenen Graden von Dichtigkeit, ich meine die Suprachorioidea und das Stützgerüste der Retina. In dem ersteren Fall weich mit pigmentlosen und pigmentirten Rundzellen und Sternzellen, ferner mit faserartigen Verdichtungen durchsetzt, gleicht es in hohem Grade einer Form des Gallertgewebes, wie ich sie bei Gastropoden und speciell bei *Aplysia* gefunden habe. Die Suprachorioidea ist gleichzeitig ein eminentes Gebiet um zu zeigen, dass die Entstehung der Fasern von den Zellen völlig unabhängig ist, dass sie als Producte der Intercellularsubstanz aufgefasst werden müssen.¹⁰⁾ Gallertgewebe bildet auch die Grundlage der Chorioidea und

9) Ich führe als Gewährsmann Waldeyer an, Artikel Sklera in Graefe u. Saemisch Handbch. d. ges. Augenheilkunde Bd. I, S. 226.

10) Sieh darüber die betreffende Erklärung Henle's in seinem Handbuch der system. Anatomie des Menschen, Eingeweidelehre. Braunschweig 1866, S. 617, Anmerkung.

verdichtet sich nach innen zu der sogn. Balsamenbran, ebenso, wie sie sich auf der Oberfläche des Glaskörpers zur Hyaloidea verdichtet. Das Stützgewebe der Retina mit seinen Fenstern und breiten, dreieckigen Fasern ist eine andere Form des Gallertgewebes, das also im Auge des Menschen und der Thiere eine bedeutende Rolle spielt.

Aber nicht allein in dem Auge erfüllt es so grosse Aufgaben, im ganzen übrigen Körper ist es an dem Aufbau der Organe theilhaftig.

Im Gehirn sind die Bündel der Arachnoidea einzeln oder mehrere zusammen von hellen structurlosen Scheiden des Gallertgewebes umhüllt. Auf der durch das Wachsthum vermehrten und verdichteten Grundsubstanz sitzen die Reste der Embryonalzellen: Kern und Protoplasma (von letzterem manchmal nur Spuren). Oft löst sich das Gallertgewebe in Form von Häutchen oder Platten ab. Sitzen Zellen darauf so stellen sie die sog. Häutchenzellen der Autoren dar. Es bedingt ferner die bekannten Einschnürungen nach Anwendung von Säuren. Dasselbe umhüllende Gallertgewebe findet sich freilich in geringerer Menge auch zwischen den Bündeln der Arachnoidea, zwischen dem geformten Bindegewebe der Haut, den fibrösen und serösen Membranen, findet sich in den Bändern, es stellt ferner die Kittsubstanz zwischen den Fibrillen dar, deren Lösung durch Kalkwasser Rollett gelehrt hat, Es ist hier das eigentlich bindende Element des sog. Bindegewebes.

Das embryonale Gallertgewebe persistirt, verdichtet als Bindesubstanz in den Drüsen. Am häufigsten beobachtet tritt es dort unter der Form der structurlosen Drüsenmembranen auf. Ihre Hohlfläche, der eigentliche Drüsenkanal wird dann durch Zellen überkleidet, die während des ganzen Lebens auf embryonaler Grundlage ruhen.

Diese structurlosen Häute bergen ebensowenig, wie die

Descemetiana zellige Elemente, diese sitzen tiefer zwischen den Kanälchen. In der jüngsten Zeit ist die Betheiligung des Gallertgewebes an einem drüsigen Organ mit besonderer Schärfe abgebildet worden, nemlich im Hoden von v. Michalkovics¹¹⁾. Zwischen ächten Bindegewebsbündeln sitzen die Reste der embryonalen Zellen, die fixen Bindegewebszellen, die Bindegewebskörperchen. Sie werden von v. M. hier als Endothelzellen aufgefasst, und den sog. Häutchenzellen endotheloider Character beigelegt, wozu bei meiner Deutung und nach meinen Erfahrungen über die Lymphbahnen kein Grund vorliegt. Man hat es zwischen den Hodenkanälen zumeist mit Lymphlacunem zu thun, nicht mit Lymphgefässen, nur die letzteren besitzen aber Endothel, die Ersteren nie. Ich betone übrigens, dass v. Michalkovics diese sog. Endothelien „von etwas anderer Natur findet als in den Gefässen“¹²⁾

Das Gallertgewebe existirt ferner bei dem Erwachsenen fort zwischen dem fibrillaren Bindegewebe der Schleimhäute und zwar überall da, wo sich die sogenannte cytogene Bindesubstanz (Kölliker) hat nachweisen lassen; diese ist Gallertgewebe auf einer specifischen von dem gewöhnlichen Bindegewebe verschiedenen Entwicklungsstufe. Am klarsten tritt diese Form des Gallertgewebes auf in den Lymphdrüsen und in der Milz als Reticulum. Bei Lymphdrüsen jugendlicher Thiere sind die Bindegewebskörper auf den Fasern des Netzes sehr zahlreich, bei erwachsenen Thieren ist ein grosser Theil verschwunden. Die Fasern der cytogenen Substanz (Reticulum, zuerst von Billroth nachgewiesen), hat zwar nicht die grosse Widerstands-

11) v. Michalkovics. Beiträge zur Anat. und Hist. des Hodens. Arbeiten aus der physiol. Anstalt zu Leipzig mitgeth. v. C. Ludwig 1874 mit 3 Tafeln. Fig 8, Tafel III. und S. 1 (217).

12) v. Michalkovics a. a. O., S. 30.

fähigkeit gegen Säuren, wie die feinen Häutchen an der Arachnoides u. s. w. aber grösser ist sie als die der gewöhnlichen Fibrillen¹³⁾. Ihre Insertion an den Blutkapillaren gleicht jener der Gallertfibrillen, die ich bei den Lamellibranchiern unter denselben Umständen ebenfalls an Kapillaren gefunden habe.

Ob nicht auch die Neuroglia des Centralnervensystems unter diese Gewebsgruppe gehört, müssen weitere Untersuchungen lehren; schon jetzt aber scheinen viele Gründe dafür zu sprechen, sie als ein modificirtes Gallertgewebe aufzufassen. Das Gallertgewebe tritt ferner in reifen Körper auf, verdichtet und vermehrt als feinste elastische Fasern, als elastische Bänder: *Ligg. flava*, *Lig. nuchae*, gewisse Bänder des Kehlkopfes, ferner als elastische Netze und gefensterte Häute in den Arterien.

Für meine Auffassung des elastischen Gewebes und seiner Entstehung aus embryonalen Gallertgewebe mit spezifischer Weiterentwicklung in der Richtung der elastischen Substanzen spricht einmal die schon oben erwähnte und von vielen Seiten klar ausgesprochene Thatsache, dass die elastischen Fasern in dem embryonalen Gallertgewebe ohne Betheiligung der Zellen entstehen. So ist es bei den Wirbellosen, so bei den Wirbelthieren. Ferner spricht dafür der Umstand, dass von der Entstehung feiner elastischer Fasern bis zu derjenigen starker Fasern und Faserbündel eine Reihe von Uebergängen leitet. Wenn die Entwicklungsart der Einen zugegeben wird, hat auch die der Uebrigen nur etwas graduell nicht etwas prinzipiell verschiedenes an sich.

Man hat bisher nur allzusehr das fibrilläre Bindegewebe im Auge gehabt und seine Entstehung aus Zellen urgirt. Wenn nun auf der einen Seite die vergleichend histiologischen Untersuchungen, und ich werde dies nament-

13) Rollett a. a. O., S. 49.
[1876. 2. Math.-phys. Cl.]

lich durch die Mittheilung meiner Erfahrungen bei den Mollusken darthun, auf das entschiedenste gegen eine directe Betheiligung der Zellen an dem Aufbau der Fasern sprechen, und andererseits die Entdeckungen über die Beschaffenheit der Häutchenzellen auch bei den Wirbelthieren die jetzt herrschende Theorie von der Entstehung der Fibrillen durch das Zellprotoplasma geradezu unmöglich machen, so fällt ein Theil der das embryonale Gallertgewebe umbildenden Vorgänge in das Bereich der Intercellularsubstanz, dann ist sie die sich ändernde, chemisch und physikalisch durch den Wachstumsprozess sich umgestaltende Substanz, nicht die Zellen.

Diese bleiben mit nicht allzu grossen Unterschieden dieselben; nur dann bekommen sie ein etwas auffallendes Ansehen, wenn sie Pigment aufnehmen; sonst ist das „Bindegewebskörperchen“ sich aller Orten ziemlich gleich, besteht wie es M. Schultze beschrieb, aus Kern um den sich körniges Protoplasma in grösserer oder geringerer Menge findet. Die complicirte Platte, welche Ranvier als „cellule plate“ zum erstenmal ausführlich beschrieben hat, gehört nicht zum Bindegewebskörperchen als solchem, sondern ist ein Theil des Gallertgewebes, auf dem die Zellen in der Regel, nicht immer sitzen. Es gibt eine Menge Stellen in den Mittheilungen der Autoren und in dem ausgezeichneten Atlas von Axel Rey und Gustav Retzius,¹⁴⁾ an denen das Gallertgewebe als umhüllendes Häutchen oder als ausfüllende Schichte in den Maschen der Bindegewebsbalken sitzt, ohne Kern und Protoplasma; was soll aber das Häutchen ohne die elementaren Theile des Bindegewebskörperchens? Das ist nur einer jener Gründe, welche die Platte in ein anderes Gebiet verweisen als das einer Zelle.

Wollte man dem Häutchen diese hohe Stellung be-

14) Axel Rey und Gustav Retzius Studien über das Bindegewebe und das Nervensystem. Stockholm 1875, 38 Tafeln folio.

lassen, die ihm zumeist eingeräumt wird, so müsste man zwei verschiedene Bindegewebszellen constatiren, solche mit Platte und solche ohne Platte. Die vergleichende Histologie gibt uns aber hierfür keinen Anhaltspunkt. Bei den Mollusken kommen nur Rund- und Spindelzellen nebeneinander vor, und die Uebergänge sind leicht zu verfolgen; aber auch die Erfahrungen bei den Wirbelthieren berechtigen uns nicht zu einer anderen Unterscheidung. Rundzellen und Spindelzellen finden sich in gleicher Weise im Embryonalzustand, wie noch später bei dem erwachsenen bewirbelten Wesen, wenn man von dem aus dem Gallertgewebe hervorgegangenen Anhang abieht. Ferner ist es für die Dauer unmöglich, die Deutung dieser Platten als einer Art von Membran länger zurückzuhalten. Ursprünglich existiren diese Platten doch nicht, sie treten später auf und es fehlt nicht an Beispielen, dass Kern und Protoplasma von diesen Platten umschlossen sind, in ihnen liegen. Dann wären diese Platten senile Veränderungen, was wieder nicht stimmte mit der physiologischen Rolle der Bindegewebszellen. Ja noch mehr, sind diese Platten ein Bestandtheil des Zellkörpers, dann hat mit Recht L o e w e schon eine der äussersten Consequenzen dieser Lehre gezogen, wenn er verkündet, der Typus des Bindegewebes ist nicht durch die Faser, sondern durch die Membran gebildet, und alles Bindegewebe besteht aus Membranen, denn in der That, dann wird das „Häutchen“ vor Allem in die Wagschale fallen und zwar um so mehr, wenn den Zellen noch endotheloider Character zugeschrieben wird. Das Typische am fibrillären Bindegewebe wird aber stets die Fibrille bleiben, weil sie als die Zwischensubstanz dem Gewebe den Charakter aufdrückt und nicht die Zelle. So hat das Gallertgewebe seine Bezeichnung erhalten von der Form der Zwischensubstanz nicht aber von der Zelle, und so der Knochen und so der Knorpel.

Wenn ich oben bemerkte: die neuen Entdeckungen über die Platte an den Bindegewebszellen müssten unsere Anschauungen bezüglich der Entstehung der Fibrillen in eine von der herrschenden Lehre verschiedenen Richtung treiben, so leitete mich, abgesehen von den vergleichend histiologischen Gründen, besonders noch folgende Erwägung: Wenn das Protoplasma der embryonalen Zelle sich zu einem von den leimgebenden Fibrillen vollkommen verschiedenen, zu einem structurlosen, den Säuren widerstehenden Häutchen umwandelt, ist doch nicht gleichzeitig auch die Umwandlung in Bindegewebsfibrillen denkbar. Die Entstehung der leimgebenden Fibrillen aus dem Zellprotoplasma im Sinne der M. Schultze'schen Theorie wird durch die Entdeckung der Häutchen ausgeschlossen, und es tritt die Lehre von Henle, Virchow und Donders wieder in ihr altes Recht ein, welche die Entstehung der Bindegewebsfibrillen in die Zwischensubstanz verlegt. Für sie ist übrigens auch neuestens ein Name von gutem Klang eingetreten. Rollett¹⁵⁾ spricht geradezu aus, „eine Entwicklung in der Weise, dass die Fibrillen durch Auswachsen von Zellfortsätzen entstehen, muss in Abrede gestellt werden.“ (S. 66.) „Es kann also nur das mit Sicherheit festgestellt werden, dass die Fibrillen auf Kosten einer grösseren zusammenhängenden Masse durch eine Art von Prägung¹⁶⁾ entstehen.“ (S. 67.)

Was Rollett für die Bindegewebsfibrillen auf's Neue betont, hat gleiche Geltung für die elastischen Fasern. Sie

15) Rollett. Von den Binde-substanzen in Steickens Handbuch S. 63. u. ff.

16) Ich habe schon oben auf eine gewichtige Stimme hingewiesen, welche für die von Zellen unabhängige Entstehung der elastischen Fasern eingetreten ist, auf Henle, dessen Angaben noch weiter unterstützt werden von Reichert (Müllers Arch. 1852 pag. 94) und H. Müller, Würzburger, Verhandl. Bd. X, p. 132.

entstehen aus der homonegen Substanz, H. Müller, Henle, Reichert, Kölliker, Leydig, Frey u. A., aus dem Gallertgewebe, welche nicht nur im Netz (Rollett), nein allwärts der Bildung von leimgebenden Fibrillen und elastischen Fasern und Membranen vorausgeht. Diese homogene Substanz entsteht durch die Betheiligung der Zellen auf uns noch unbekannte Art, aber sie ist kein umgewandelter Zellenleib, und die Veränderungen, die sie erfährt, sind als physiologische Vorgänge in der Intercellularsubstanz aufzufassen, nicht als Metamorphosen des Zellenprotoplasmas.

Die im Wirbelthierkörper vorkommenden Bindegewebsformen gliedern sich von der frühesten Periode an in zwei grosse Gruppen. Die eine entwickelt aus der ursprünglich gleichen Anlage, aus dem mit Zellen durchsetzten Gallertgewebe elastische Substanzen, die andere Leimgebende. Aus demselben gleichartigen Lager entstehen:

I. Gewebselemente oder zusammenhängende Gewebe mit elastischer¹⁷⁾ Beschaffenheit.

a. mit deutlich ausgesprochenen Eigenschaften.

1. Feinste elastische Fasern.
2. Elastische Bänder und Netze.
3. Elastischer Knorpel.
4. Structurlose Membranen.
5. Kittsubstanz des fibrillären Bindegewebes.
6. Häutchen, Platten und die umspinnenden Membranen.

b. mit mehr negativen Eigenschaften, keinen Leim enthaltend.

1. Glaskörper.
2. Suprachorioides.
3. Neuroglia.
4. Reticulum, cytogenes Gewebe (Kölliker) adenoides (His).

17) Unter elastischen Eigenschaften soll hier nur der Gegensatz zum fibrillären leimgebenden Gewebe hervorgehoben werden.

II. Gewebselemente oder zusammenhängende Gewebe mit leimgebender Beschaffenheit.

1. Fibrilläres Bindegewebe, lockeres und geformtes: Haut, Fascien, Sehnen, Bänder etc.
2. Leimgebender Knorpel.
3. Knochen.
4. Cement und Zahnbein.

Diese kurze Uebersicht dürfte genügen, um zu zeigen, wie die aus der embryonalen Binde substanz entwickelten Formen als elastische Substanzen und als Leimgebende nach ihrer chemischen Beschaffenheit sich trennen. Diese auffallenden Unterschiede müssen in der histiologischen Stellung der Gewebe ihren Ausdruck finden. Ein Knorpel mit elastischer Grundlage gehört zu derselben Gruppe von Binde substanz, zu der die elastische Faser gestellt werden muss. Das Ueberraschende einer solchen Neuerung verliert sich, wenn man erwägt, dass elastische Knorpel i. e. solche, welche keinen Leim geben oder nur sehr wenig, auch ausser der Wirbelthierklasse sich finden. Der Kopfkorpel der Cephalopoden bleibt nach $\frac{3}{4}$ stündigem Kochen im Papin'schen Digestor bei vier Atmosphären ungelöst,¹⁸⁾ er wurde zerreiblich, aber unter dem Mikroskop zeigte er noch Knorpelkörperchen und structurlose Grundsubstanz. Er gehört also zu den elastischen Substanzen, ist elastischer kein leimgebender Knorpel.

Ich werde auf einige Einzelheiten weiter unten eingehen und stelle hier die Binde substanz der Wirbellosen und Wirbelthiere vergleichend nebeneinander. Es ergibt sich zunächst, dass das Gallertgewebe nicht allein ontogenetisch, sondern auch phylogenetisch der gemeinsame Boden ist, auf dem die verschiedenen Formen der Binde substanz sich aufbauen.

¹⁸⁾ Schlossberger J. E. Die Chemie der Gewebe Band. 1, 1856, S. 13.

Bei den Wirbellosen bleibt entweder das Gallertgewebe als solches erhalten, oder es verdichtet sich mit elastischer Beschaffenheit, so entstehen:

1. Gallertfibrillen.
2. Gallertbalken und Gallertnetze.
3. Structurlose Röhren, Stäbe etc.
4. Structurlose Membranen.
5. Gallertknorpel oder Elastischer Knorpel.
6. Gallertknochen i. e. Aufnahme von kohlensauren Kalk in das Gallertgewebe.

Bei den Wirbelthieren verändert sich das Gallertgewebe nach zwei chemisch und morphologisch verschiedenen Richtungen; es wandelt sich um in elastische Substanz wie bei den Wirbellosen und gleichzeitig in leimgebende Substanz, welche mit den bekannten Eigenschaften wohl nur den Wirbelthieren eigen ist.

Aus dem embryonalen Gallertgewebe entstehen:

bei den Wirbellosen:	beiden Wirbelthieren:
Gallertfibrillen.	Elastische Fasern.
Gallertbalken und -netze.	Elastische Bänder und Netze.
Structurlose Membranen.	Structurlose Membranen.
Gallertknorpel.	Elastischer Knorpel.
Gallertknochen (Kiemenstäbe der Unionaceen).	Gallertknochen (Otolithen).
Bindegewebsfibrillen.	Bindegewebsfibrillen.
(wohl nur bei den Cephalopoden.)	Bindegewebsmassen (Sehnen, Bänder etc.)
	Leimgebender Knorpel.
	Leimgebender Knochen.

Bei den Wirbelthieren ist das typische Element des Bindegewebes die leimgebende Fibrille, bei den Wirbellosen der Gallertstrang mit elastischer Beschaffenheit.

Kommt es bei den Wirbellosen zur Aufnahme von Kalksalzen in die Grundsubstanz, dann bestehen sie vorzugsweise aus Verbindungen von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia.¹⁹⁾ Bei den Wirbelthieren sind die kohlensauen Erden nur vorübergehende Bestandtheile, nur während einer kurzen Entwicklungsphase herrschen sie, um sehr bald den phosphorsauren Erden für immer den Platz zu räumen.

Aus der ursprünglich gleichen Anlage dem Gallertgewebe entstehen bei den Wirbellosen meist Gewebe aus einer nicht leimgebenden Substanz geformt, bei den Wirbelthieren entstehen Gewebe oder Gewebeelemente, welche verschiedene chemische Substanzen repräsentiren d. h. zu dem Gallertgewebe und seinen Modificationen kommt noch das leimgebende Gewebe hinzu mit seinen Abarten.

Bei den Wirbelthieren tritt das Gallertgewebe mit seinen Abarten zurück gegen die colossale Entwicklung der leimgebenden Substanzen. Dennoch spielt das erstere eine fundamentale Rolle (z. B. als elastisches Gewebe).

Die Reihe von bedeutenden Entdeckungen über die Häutchenzelle und über die Kittsubstanzen, und der Nachweis finer Membranen als Begleiter der Bindgewebsbündel lehren einen wichtigen bisher kaum berücksichtigten Faktor in der Zusammensetzung der Bindesubstanzen im reifen Organismus kennen, nemlich das Gallertgewebe und seine verschiedenen

19) Schlossberger a. a. O. „Die kohlensauen Erden, welche wir bei den wirbellosen Thieren oft in solch enormer Menge in bindegewebigen Theilen abgelagert finden, sind wohl immer Phosphate beigemengt. Aber die kohlensauen Verbindungen überwiegen namentlich als kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia und überdies begegnet man den Mangel einer knorpeligen, einer Glutin liefernden Grundlage. Dadurch unterscheiden sich diese Hartgebilde wesentlich von dem Knochen der Wirbelthiere. Niemals ist das Hartgebilde auch in denjenigen Fällen nicht, wo die kohlensauen Salze in das Bindegewebe eingelagert sind, leimgebend.“

Entwicklungsformen. Ich betone im reifen Organismus; dass das Gallertgewebe in der embryonalen Periode der Binde-substanzen eine hervorragende Rolle spielt, ist ja niemals verkannt worden. Nur in der jüngsten Zeit tritt als eine nothwendige Consequenz der M. Schultze'schen Bindegewebstheorie das Bestreben hervor, die Existenz einer structurlosen Grundsubstanz zu läugnen, oder sie als einen Theil des Zellprotoplasmas oder für eine seröse Flüssigkeit zu erklären. Nachdem, was weiter oben über die Bildung der elastischen Fasern bemerkt wurde, scheint mir ein kurzer Rückblick auf die betreffenden Angaben früherer Beobachter von doppeltem Interesse, weil die Cardinalfrage, ob bei der Entstehung elastischer oder leimgebender Fasern eine structurlose Grundsubstanz vorausgeht, noch immer nicht endgiltig beantwortet ist. Diese betreffenden Angaben folgen zunächst ohne irgend welchen Commentar.

„Die Grundsubstanz des fötalen Bindegewebes verdichtet sich bei weiterer histiologischer Entwicklung stellenweise zu Fasern, während ein anderer Theil der Grundsubstanz, desgleichen auch die Zellen selbst daran sich nicht betheiligen.“ (Reichert²⁰).

„Ein allgemeiner wichtiger Charakter des gewöhnlichen Bindegewebes, der recht gewürdigt zum Ausgleichen einiger Streitfragen dienen könnte, äussert sich darin, dass die Interzellularmasse eine eigenthümliche Härtung und Verdichtung erfährt, entweder blos an den Grenzschichten oder wohl auch in Streifen mitten durch das Ganze. Bezieht sich die Härtung blos auf die Grenzlagen, so entstehen dadurch die Membranae propriae. Verdichtet sich hingegen die Grundsubstanz in netzförmigen Zügen, so entstehen die elastischen Fasern und Platten. Aber auch von den sog. Spiralfasern lässt sich nachweisen, dass sie (obschon Kunst-

20) Reichert: Müllers Archiv Jahresbericht f. 1852 S. 95.

produkte) aus den elastisch verdickten Grenzsäumen der sog. Bindegewebsbündel hervorgehen. Mit dem elastischen Gewebe verwandt sind auch die Fasern der Zonula Zinii und des Lig. ciliare bei Fischen.“ (Leydig.²¹⁾)

Mit Bezug auf die Entwicklung der elastischen Fasern erklärt ein anderer bekannter Histologe: Durch die Arbeiten von H. Müller, Henle und Reichert, die zuletzt durch meine eigenen Untersuchungen einen vollständigen Abschluss erhielten, wurde gezeigt, dass die elastischen Fasern nicht aus Bindegewebskörperchen hervorgehen, sondern selbständig in der Zwischensubstanz sich bilden, ein Nachweis, der mit Bezug auf die allgemeine Frage der Verwandtschaft der verschiedenen Gewebe der Binde substanz nur erwünscht sein konnte, indem es nun möglich wurde, den Netzknochen und das elastische Gewebe einander ganz an die Seite zu stellen. (Kölliker²²). In den letzten Jahren hat ein anderer Beobachter (Rabl Rückhard²³) die Entstehung der Fasern im Netzknochen ebenfalls für ein Produkt der Inter-cellularsubstanz erklärt u. s. w. So liesse sich ein ganzes Buch mit Citaten füllen, welche für diese Auffassung sprechen, und den Gegnern würde es für die ihrige kaum an weniger Material fehlen. Für die Lösung dieser Fragen ist es also wohl nothwendig, abgesehen von den Zellen die Aufmerksamkeit auch auf die Inter-cellularsubstanz zu richten. Man muss constatiren ob sie überhaupt vorhanden, und wenn ja, in welcher Form, und eine weitere Frage ist dann ihr Verhalten zu den Fasern. Boll, der verschiedenste Verfechter der M. Schultze'schen Bindegewebs-

21) Leydig Fr.: Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a./M. 1857. S. 27.

22) Kölliker: Handb. d. Gewebelehre 5. Aufl. 1867. S. 57 u. 78.

23) Rabl Rückhard: Müllers Archiv 1863. S. 41.

theorie erklärt²⁴⁾ alles für Zellenleib, was zwischen den Embryonalzellen liegt, und wo diese Erklärung nicht ausreicht, da ist es stets ein mehr oder minder reichlicher Erguss einer serösen mucinhaltigen Flüssigkeit zwischen die Embryonalzellen, welche dieselben auseinanderdrängt, und den Anschein einer homogenen Intercellularsubstanz vor spiegeln kann. Rolett²⁵⁾ hat schon gegen eine solche Deutung protestirt und ausdrücklich betont, dass in dem Omentum majus vor dem Auftreten der Fibrillen eine hyaline Substanz zwischen den Protoplasmakörpern vorhanden sei und in ersterer werden die Fibrillen zuerst getroffen.

Ich bin bei meinen Untersuchungen niederer Thiere auf Gewebe gestossen, welche mir entscheidende Beweise zu geben scheinen für die Richtigkeit der alten Bindegewebstheorie von Henle, Virchow und Donders und als ich nach langen Zweifeln auf diesem Standpunkt angelangt war, überraschte mich jener oben angeführte Passus von Leydig, der schon vor 20 Jahren das Gallertgewebe empfohlen hat als ganz besonders geeignet für die Entscheidung der uns hier interessirenden Streitfragen. Ich war aber auch befriedigt, dieselben Anschauungen über die Entstehung der elastischen Fasern, der structurlosen Membranen etc. bei ihm auf Grund desselben Untersuchungsobjectes ausgesprochen zu sehen. Denn sie sind zweifellos eine werthvolle Stütze meiner Erfahrungen. Von zwei verschiedenen Gesichtspunkten sind wir beide zu derselben Auffassung geführt worden, Leydig, als er die elastischen Gewebe zu definiren suchte, ich, dem es zunächst darum zu thun

24) Boll Frz.: Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Gewebe. Arch. f. mikr. Anat. Bd. VIII. S. 61.

25) Rollet A.: Ueber die Entwicklung des fibrillären Bindegewebes. Untersuchungen aus dem Institut für Physiologie u. Histologie zu Graz. 3. Heft. S. 257—265.

war, die lacunären Bahnen bei den Mollusken zu studiren, und ihre Stellung zu den Gefässen und der Bindesubstanz zu erkennen.

Als ich oben die Entstehung der elastischen Fasern aus der Intercellularsubstanz hervorgehoben habe, unterliess ich es absichtlich, gegentheilige Beobachtungen anzuführen. Dieser Pflicht will ich jetzt bezüglich der neuesten Arbeit über diesen Gegenstand genüge thun. Den bestimmten Angaben von Reichert und Henle, Müller, Kölliker und Rabl Rückhard stehen die von O. Hertwig²⁶⁾ gegenüber, der den Netzknorpel vorgenommen hat im Anschluss an eine von Prof. M. Schultze ihm mitgetheilte Reihe von Beobachtungen. Die uns zunächst interessirende Frage nach dem Verhältniss der entstehenden Fasern zu den Zellen des embryonalen Knorpels beantwortet Hertwig dahin, dass seine Beobachtungen die bisher verbreitete Ansicht von einer Umwandlung der zuerst gebildeten homogenen Grundsubstanz keineswegs stützten.

Dieses Resultat wird jeden Leser dieser eingehenden Untersuchung überraschen, namentlich dann wenn er noch die vortrefflichen Abbildungen vergleicht, in denen nirgends Belege zu finden sind, dass das Zellprotoplasma in Fasern übergeht, wohl aber solche für die Umwandlung der Grundsubstanz. „Die Fasern liegen dem Protoplasma nur dicht an“, oder „die Zelle wird von ihnen wie von einem Korb umschlossen“, „die elastischen Fasern treiben ferner seitliche Aeste“ u. s. w. wie ausdrücklich der Autor hervorhebt, die Zellen bleiben also bei der Entstehung der Aeste gänzlich aus dem Spiel. Niemand zweifelt, dass „die formative Thätigkeit des Protoplasmas“ auf die Entstehung

26) Hertwig O.: Ueber die Entwicklung und den Bau des elastischen Gewebes im Netzknorpel. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. IX. 1873. S. 80. Taf. VII.

der Zwischensubstanz mit ihrem elastischen Netzwerk von Einfluss ist, aber eine direkte Betheiligung der Zellen an der Bildung der Fasern lässt sich an diesem Object nirgends erkennen. Ich will nicht von dem Ohrknorpel menschlicher Embryonen sprechen, bei dem die Lage der Dinge durch die Häufung der Elemente ausserordentlich erschwert ist, bei den Cephalopoden wird im Kopfkorpel selbst der eifrigste Anhänger der M. Schultze'schen Theorie nie etwas der Art sehen können, vorausgesetzt, dass es möglich ist, sich über den Unterschied von Zellenausläufern und Fasern der Intercellularsubstanz zu einigen. Der Kopfkorpel der Cephalopoden dünkt mich ein ganz vorzügliches Präparat für eine Besprechung solcher Vorfragen. Hensen²⁷⁾ hat ihn bereits histiologisch genauer untersucht, Boll²⁸⁾ hat vortreffliche Abbildungen der „Zellen“ gegeben, und ich kann um so mehr auf detaillirte Angaben hier verzichten, als ich solche in einer längeren Abhandlung mittheile die in Bälde in dem Archiv für mikroskopische Anatomie erscheinen wird. Boll sieht in der structurlosen Grundsubstanz reichverästelte Zellen (Fig. 6 Octopus). Im Aequatorialring der Sepien zeigte ebenfalls die Zellsubstanz reich verästelte Ausläufer, welche sich allmählig mit dem weiteren Eindringen in die Intercellularsubstanz bis zur äussersten Zartheit verschmälern. Ich deute diese Fortsätze und Ausläufer als Kanäle, in welche sich bisweilen Fortsätze der Protoplasmas hineinerstrecken. In diesen Knorpeln der Cephalopoden liegen die Zellen in Höhlen wie im hyalinen Knorpel der Wirbelthiere, nur sind die Höhlen dadurch complicirt, dass von ihnen Kanälchen — Knorpel-

27) Hensen V.: Ueber das Auge einiger Cephalopoden. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XV. S. 154 mit Taf. XII—XXI.

28) Boll Frz.: Beiträge zur vergleichenden Histiologie des Molluskentypus. Archiv f. mikr. Anat. Bd. V. Supplement. S. 14 u. 15.

kanälchen — ausgehen, und vielleicht ist etwas der Art auch bei den Wirbelthieren zu finden. Dann hätten Henocque und Petrone und Andere Recht, wenn sie die eigenthümlichen Zeichnungen im Hyalinknorpel als Kanälchen deuten. Jedenfalls haben die erwähnten Knorpel der Cephalopoden ähnlich verzweigte Ausläufer an den Knorpelhöhlen wie die Knochenhöhlen der Wirbelthiere. Will man nun von der Entstehung von Fasern in dieser Intercellularsubstanz sprechen, so können diese Ausläufer zunächst nicht in die Discussion hereingezogen werden. Ich finde aber abgesehen von diesen „Fortsätzen“ lange geschwungene Fasern, welche von den Zellen völlig unabhängig verlaufen, die ohne Unterbrechung lange Strecken durchlaufen, unabhängig von Zellen auftauchen und ebenso unabhängig sich verlieren. Und deshalb scheint mir der Kopfknorpel der Cephalopoden ein günstiges Object, weil sich klar erkennen lässt, dass die Ausläufer der Knorpelkörperchen und die Zellen nichts gemein haben mit fibrillenartiger Fasern, die offenbar der Inter-cellularsubstanz angehören. Als verdichtetes Gallertgewebe lässt er im erwachsenen Thier Vorgänge verstehen, die bei den Wirbelthieren durch die Häufung der Elemente nicht mit voller Klarheit zu durchschauen sind.
