Die Bindesubstanz der Acephalen.

Von

Prof. **Kollmann**
in München.

Mit Tafel XXXVI und XXXVII.

Meine Studien über den Kreislauf der Mollusken¹⁾ führten mit Nothwendigkeit zu Untersuchungen über die Bindesubstanz dieser Thiere. Der Kreislauf ist bekanntlich unterbrochen, aus den Aesten der Aorta ergiesst sich das Blut wenigstens bei den Acephalen und Cephalophoren in die Lücken der Bindesubstanz; Lacunen sind es, welche den Strom aufnehmen und weiter leiten, bis er wieder an wahren Gefässen, den Venen, ankommt. Die Beschaffenheit dieser Bindesubstanz, die Art ihrer Lücken musste nun vor allem die Aufmerksamkeit erregen. Hat doch die Circulation des Blutes bei diesen niederen Thieren gerade wegen der Unterbrechung des Röhrensystems eine entschiedene Aehnlichkeit mit der Circulation der Lymphe bei den höheren und man darf mit gutem Grund erwarten, dass sich die beiden Erscheinungen wohl auch gegenseitig etwas aufklären helfen. Aber auch ohne eine solche vergleichende Tendenz war die Bindesubstanz für sich allein schon von grösster Bedeutung. Giebt es wirkliche Spalten, oder ist die Bindesubstanz in der That, wie Flemming²⁾ meint, reducirt auf einen vielfach verästelten Schlauch, welcher die Wand der Blutbahn darstellt und aussen mit grossen rundlichen Zellen besetzt ist? Ist dem wirklich so, dann ist es entschieden falsch, von einem unterbrochenen Kreislauf zu sprechen, dann ändert sich nur der Charakter der Gefässe und es tritt zwischen

1) Der Kreislauf des Blutes bei den Lamellibranchiern, den Aplysien und den Cephalopoden. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXVI. Bd.

2) Flemming, W. Ueber Bindesubstanzen und Gefässwandung bei den Mollusken. Mit 1 Tafel. Rostock 1871.

Arterien und Venen eine besondere Art von Röhren, »ein dünner, vielfach verästelter Schlauch«; aber damit fehlt den Acephalen dasjenige, was man eine Lacune, eine interstitielle Lücke nennen könnte, vollständig; dann hat die früher für unterbrochen gehaltene Blutbahn doch »eine Wand«, noch dazu »aussen mit grossen rundlichen Zellen besetzt«. Lacune und Schlauch sind also in diesem Fall wie in jedem anderen zwei verschiedene Dinge. Es muss also zunächst klar gestellt werden, ob bei den Acephalen überhaupt interstitielle Lücken der Binde substanz vorkommen oder nicht. Die Entscheidung dieser Frage hat grössere Schwierigkeiten, als man auf den ersten Augenblick erwarten sollte. Der Grund liegt zum Theil darin, dass die Binde substanz dieser Thiere etwas fremdartiges hat und dass sie besonders in ihren Wandelungen bei keiner einzigen Species hinreichend gekannt ist. Wir wissen freilich längst, dass man es mit Gallertgewebe zu thun hat, aber die Zellen und Fasern, die in ihm auftreten, werden von verschiedenen Beobachtern sehr verschieden beurtheilt, wie später gezeigt werden soll. Eine natürliche Folge dieser wechselnden Auffassung ist das Fehlen scharf begrenzter Bezeichnungen. Für ein und dieselbe Sache werden verschiedene Ausdrücke gebraucht. So, um nur ein Beispiel hervorzuheben, tritt oft der Name Gefäss auf, wo man von Lacune sprechen sollte, oder Capillare und Lacune werden in demselben Sinne gebraucht, obwohl sie etwas sehr differentes bezeichnen. Es scheint deshalb unerlässlich, vor der eigentlichen Darlegung meiner Beobachtungen die Bedeutung einiger Ausdrücke zu fixiren, mit denen man es in Zukunft immer wieder zu thun hat, wie Gefäss, Lacune, Sinus, Schwellnetz, Gallertgewebe und Binde gewebe. Ein solcher Versuch ist für den vorliegenden Zweck nichts weniger als überflüssig. Man könnte zwar sagen, für die Wirbelthiere seien ja längst hinreichend klare Begriffe gewonnen, welche man ja nur benutzen dürfe. Allein das Gefühl der Sicherheit ist doch wesentlich erschüttert durch die Arbeiten der letzten Jahre über das Binde gewebe und das Lymphgefässsystem. Ueberdies sind diese Bezeichnungen nicht so unbedingt zu verwenden, wie schon die kurze Bemerkung über den Stand der Circulationsfrage bei den Mollusken gezeigt haben dürfte. Ich wage also für die vorliegende Mittheilung einen solchen Versuch. Es wäre schon ein kleiner Gewinn, brächte er keine Vermehrung der schon vorhandenen Schwierigkeiten.

Um die oben erwähnten Ausdrücke präcis fassen zu können,

muss vorerst die Frage bezüglich der Endothelien bei den Acephalen besprochen werden.

Endothelien bei den Acephalen.

Es unterliegt heute keinem Zweifel mehr, dass auch bei den Acephalen die Gefässe mit Endothelien ausgekleidet sind. Zunächst will ich daran erinnern, dass Eberth¹⁾ bei *Anodonta intermedia* und *Ostrea edulis* auf der Innenfläche des Pericards, dann auf der äusseren Fläche des Vorhofes und der Herzkammer einen vollständigen Ueberzug leicht isolirbarer mit einem Kern versehener Zellen von ca. 25 μ . Grösse beschrieben hat. Ich kann diesen Befund für *Anod. cygnea* bestätigen. In den grossen Gefässen findet sich ferner nach demselben Beobachter ein Mosaik von spindelförmigen, schräg und senkrecht zur Axe des Gefässes liegenden Feldern von ca. 90 μ . Länge und 20 μ . Breite; die rundlichen oder ovalen Kerne messen 6 μ . Zwischen diesen liegen noch polygonale, gleichfalls kernhaltige Zellen, was ich gleichfalls bezeugen kann. (Siehe Eberth a. a. O. Taf. VII. Fig. 1. Aorta von *Anod. intermed.*) Die Existenz der polygonalen Formen halte ich für besonders wichtig. Denn gegen ihre Deutung als Endothelien lässt sich nichts einwenden. Bei den Wirbelthieren kommen ja ganz dieselben Gestalten vor. In den Kiemen hat der Nachweis von Endothelien eine besondere Wichtigkeit, weil es sich heute darum handelt, ob auch der Kreislauf der Kiemen unterbrochen sei, wie derjenige des Eingeweidesackes oder nicht. Ich constatire also hier zunächst, dass, abgesehen von mir, noch zwei andere Beobachter Endothelien in den »kammförmig« verlaufenden Kiemengefässen bei *Anodonta* nachgewiesen haben (Eberth, Posner²⁾). Auf meiner Fig. 1k, Taf. XXXVI sind in der unteren aufgeschnittenen Hälfte des Kiemengefässes sowohl die strangartigen als die polygonalen Zellenformen zu sehen. Ganz von demselben Aussehen kehren sie bei *Unio margaritifer* wieder. Die Silberfärbung tritt übrigens, wie ich hervorheben will, bei den Süsswasserformen sehr schwer ein, viel leichter bei den marinen, doch

1) Eberth, C. J. Ueber den Bau und die Entwicklung der Blutcapillaren. II. Abhdlg. Ueber die Blutbahnen der wirbellosen Thiere; mit 2 Taf. Würzburger naturw. Zeitschr. VI. Bd. 1866.

2) Posner, C. Ueber den Bau der Najadenkieme. Arch. f. mikr. Anatomie. XI. Bd. mit 1 Taf.

ist es auch dort nothwendig, mit starken Lösungen 1% zu injiciren und vorher mit süßem Wasser etwas abzuwaschen. Eine höchst überraschende Erscheinung liegt in dem auffallenden Wechsel der Endothelgestalt. Bei *Pinna nobilis* haben die kammförmig verlaufenden Gefäße querliegende, langgezogene Endothelzellen, Taf. XXXVI, Fig. 2a. Die Kittlinien sind an manchen Stellen verdickt oder treten auseinander und umschliessen ovale Räume von Kerngröße. Ganz verschieden erscheinen die Zellen bei *Mytilus*, Fig. 2b; die Formen stehen der Kreisform näher, die Ränder sind nur kolbig ausgezogen; die grossen ovalen Kerne leicht nachzuweisen, jeder Zweifel über die Natur der Zellen selbst ausgeschlossen. Soweit der Nachweis von Endothelzellen bisher geführt ist, treten zwei Arten in den verschiedensten Combinationen auf. Wichtig ist dabei, dass die in Fig. 2 dargestellten Extreme bei ein und demselben Individuum existiren. Die aus der Aorta entspringenden Aeste, die feinen Capillaren mit inbegriffen, haben bei *Mytilus* das viereckig querliegende Endothel, ähnlich wie Fig. 2a, doch noch unregelmässiger, die Kiemencapillaren sind dagegen durch das rundliche, mit den ineinandergreifenden kolbigen Fortsätzen versehene ausgezeichnet.

Man sieht, ein und dieselbe Zelle von derselben physiologischen Bedeutung ist an der einen Stelle des Gefässrohres bandartig in die Länge gezogen und umgreift das halbe Lumen, an der anderen ist sie rundlich und ihre Fortsätze bleiben innerhalb sehr enger Grenzen stehen¹⁾.

Wir brauchen für diesen speciellen Fall die mitunter seltsamen Formen und Verlaufsarten der Endothelien nicht ausführlicher zu verfolgen. Der Nachweis ihrer Existenz und ihrer auffallenden Verschiedenheiten genügt. Ich werde also im Verlauf dieser Mittheilung den Ausdruck Gefäss nur dann anwenden, wenn sich dieser

1) Der Nachweis der Endothelien durch Silberinjection ist, wie auch von anderer Seite schon hervorgehoben wurde, etwas unsicher, namentlich desshalb, weil solche Einspritzungen ziemliche Uebung erfordern. Bei *Mytilus*, dessen Kiemen sehr schwer für eine Spritze zugänglich sind, gelingt der Nachweis des Endothels, wie ich später fand, auch durch einfaches Uebergiessen der frischen Kieme mit 1% Lösung. Nach 10 Minuten Entfernung aus dem Silberbad, Waschen in destillirtem Wasser, Härtung in Alkohol, dann Entfernung des Epithels durch Pinseln in Wasser und Glycerin. Man hat dann nur die Endothelzeichnung auf der Innenfläche des in dem Faden verlaufenden Gefässes vor sich.

charakteristische Theil desselben, das Endothel hat nachweisen lassen. Die in solchem Sinn genannten Gefässe können arteriell, venös oder capillar sein.

Das Wort capillar erinnert jedoch an neue, oder besser an alte Streitfragen. Es ist noch nicht endgültig festgestellt, ob es denn bei den Acephalen auch wirkliche Capillaren gäbe. Um in dieser Hinsicht jeden Zweifel zu beseitigen, verweise ich auf Fig. 3a und b. Capillaren aus den Mundtentakeln von *Anodonta cygnea*. Sie sind durch Injection von Berlinerblau in die Aorta gefüllt. a bei geringem Druck, b bei starkem Druck. In der unteren Hälfte der Figuren verläuft quer die Arterie des Organes, *Arteria tentacularis*, und im rechten Winkel zu ihr entspringen die Capillaren. Wie bei den Wirbelthieren Capillaren von verschiedenem Kaliber unterschieden werden, so soll diess auch bei den Acephalen geschehen, schon deshalb, um jenen Spielraum festzustellen, der innerhalb der Grenzen der Dehnbarkeit liegt. Diese ist, wie die Figuren zeigen, allerdings sehr beträchtlich, aber ich glaube nicht, dass bei b die Ausdehnung höher ist als sie auch während des Lebens bei der Wasseraufnahme vorkommt. Meine Voraussetzung scheint mir schon deshalb richtig, weil die *Arteria tentac.* sehr weit entfernt vom Injectionspunkt, Herz oder Aorta entfernt ist, die Masse auf viele Knickungen des Gefässrohres stösst, bis sie endlich in die Tentakeln gelangt und die Tentakeln überdies nur selten gefüllt werden. Dass der Injectionsdruck nicht die Grenzen des physiologisch Möglichen überschritten, scheint mir ferner darin begründet, dass sich in diesem Fall die Tentakeln nicht vollständig füllten, sondern nur ein Theil, und dass keine Extravasate zu bemerken waren, die ja bei Acephalen so leicht eintreten. Es spricht also vieles dafür, dass in der Fig. 3b noch eine natürliche Weite der Capillaren vor uns liege. Auf den Einwurf, der mir persönlich einmal gemacht wurde, die beiden dargestellten Capillargebiete hätten nichts mit einander gemein, sie seien im Aussehen zu verschieden, brauche ich wohl kaum im Ernst einzugehen. Es ist ja in beiden Fällen dieselbe Arterie, auf dieselbe Art entspringen die Aeste, sie verlaufen gleichmässig in den Leisten der Mundtentakeln, und was besonders hervorzuheben ist, die Anschwellungen sind partiell; zwischen den verdickten Stellen kommen stets Durchmesser zum Vorschein, welche denen der Capillaren in Fig. 3a völlig entsprechen.

Die Weite der Capillaren ist nun folgende:

Capillaren der I. Grösse, im gewöhnlichen Zustand, 42—53 μ ., nach starker Füllung, 56—120 μ .

Capillaren der II. Grösse, im gewöhnlichen Zustand, 15—30 μ .

Vergleicht man diese Zahlen mit denen der Capillaren des Menschen, so erscheinen sie allerdings sehr gross, denn diese schwanken nur zwischen 4—22 μ . Der Gegensatz zwischen Wirbelthieren und Wirbellosen schwindet aber, wenn die Capillaren der Amphibien herangezogen werden. Bei Triton haben die feinsten Capillaren eine Weite von 25 μ ., bei *Proteus anguineus* 36—40 μ . Die Capillaren der I. Grösse werden unter solchen Umständen wohl bis an 50—60 μ ., also ungefähr $\frac{1}{10}$ Mm. messen¹⁾. Also bezüglich der Weite ist der Ausdruck von Capillaren zweifellos gestattet. Dass sie aber mit vollem Recht diese Bezeichnung führen, ist dadurch erhärtet, dass sie alle mit einem sehr regelmässigen Endothel ausgekleidet sind. Die Silberinjection hat mir in allen in Fig. 3 abgebildeten Aesten die charakteristischen Kittlinien gezeichnet. Bei den Acephalen existiren also Capillaren, d. h. aus Endothelien zusammengesetzte Röhren, deren Durchmesser zwischen 15—50 μ . schwankt.

Sinus. Die anatomische Feststellung des Begriffes lautet: ist der erweiterte Abschnitt des Gefässrohres. Man hat keinen Grund, von dieser Auffassung des Wortes bei den Mollusken und im speciellen Fall bei den Acephalen abzuweichen. Der Sinus muss stets, wenn er dem eben erwähnten Begriff entsprechen soll, mit Endothel ausgekleidet sein. Der Sinus Bojani hat nun in der That einen Endothelbeleg; er führt also den ersten Theil seines Namens mit vollem Recht. Auch der vom Herzbeutel umschlossene Raum gehört in die Reihe der Sinus bei den Acephalen. Eberth und ich haben das Endothel gesehen und die Bedeutung des Herzbeutels als erweitertes Gefäss unterliegt nach den Untersuchungen von Hessling's²⁾, Langer's³⁾ und nach meinen eigenen Erfah-

1) Die Maasse sind an einem in Balsam eingeschlossenen Präparat gewonnen, der minimale Durchmesser wird also etwas grösser sein, ebenso wie der maximale. Bedeutend ist jedoch der Unterschied im Vergleich mit dem frischen Object keinesfalls, denn die Thiere wurden nach der Injection erst in Chromsalzen erhärtet, ausgewaschen und dann in Alkohol und Balsam eingeschlossen.

2) Hessling, Th. v. Die Perlenmuscheln und ihre Perlen. Mit 8 Tafeln. Leipzig 1859.

3) Langer, K. Das Gefässsystem der Teichmuscheln. 2 Abhldgn. Aus den Denkschriften der Wiener Akademie, 1855 u. 1856.

rungen über den Kreislauf nicht dem geringsten Zweifel. Der Herzbeutel ist ein ächter Sinus, ein Sammelrohr, aus welchem das Blut nach zwei Richtungen abfliessen kann, entweder nach aussen durch den Bojans'schen Sack, oder in den Vorhof des Herzens auf dem Umweg durch das rothbraune Organ. Die Entleerung des Blutes durch den Bojans'schen Sack liegt in der Willkür des Thieres.

Lacune. Verschieden von den obenerwähnten Bahnen des Blutes: den grösseren Gefässen, den Capillaren und dem Sinus ist die Lacune oder die interstitielle Lücke. Sie entbehrt eines Endothels. Niemals zeichnet in ihr das Silber endothelähnliche Figuren. Sie ist also entweder eine Spalte im Gallertgewebe, das die Organe verbindet oder trennt, oder im Gallertgewebe, das als solches Organe bildet, wie z. B. das rothbraune Organ und der grösste Theil des Mantels. Die interstitiellen Lücken sind bei den Acephalen mikroskopisch klein und schwanken zwischen 35—100 μ .

Ich erinnere mich nicht, grössere Lacunen gesehen zu haben. Bei den Cephalophoren finden sich allerdings sehr ausgedehnte Spalten zwischen den Organen, welche nicht durch Gallertgewebe ausgefüllt werden, für diese wird es sich empfehlen andere Bezeichnungen zu schaffen; die Lacune oder die interstitielle Lücke bei den Acephalen ist ein von Gallertgewebe, i.e. der Binde-substanz umschlossener mikroskopischer, endothelfreier Raum, der mit anderen von ähnlicher Beschaffenheit communicirt. Wie die interstitiellen Lücken bei den Wirbelthieren zusammenhängen, so in noch viel auffallenderem Grade die der Acephalen; auffallender, weil sich auf so leichte Art, durch die Injection mittelst Einstich der Zusammenhang nachweisen lässt. Man kann desshalb auch von lacunären Netzen sprechen, obwohl sie sich von selbst verstehen.

Es existirt also, wie die Untersuchung nachweist, ein scharfer Unterschied zwischen Gefäss und Lacune. Es mag noch in manchen Fällen schwer werden, die richtige Entscheidung zu treffen, wie sich später zeigen wird, aber das betrifft doch nur ein paar Organe im Körper der Acephalen. Gerade in dem Mantel und dem Fuss ist der Unterschied nicht zu verkennen. Für diese Abschnitte des Thieres ist der unterbrochene Kreislauf sicher nachgewiesen und für diese Thatsache beruht es nach den Untersuchungen von v. Siebold, Leydig, Milne Edwards, der ausgesprochenen Erfahrungen Gegenbaur's¹⁾ u. A. und meiner eigenen ausgedehnten Injections-

1) v. Siebold, Lehrbuch der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. —

versuche keine weiteren Beweise mehr. Die Ansicht Robins und Langers als der Hauptvertreter eines geschlossenen Gefässsystems ist also in dieser Hinsicht nicht zutreffend. Die beiden Beobachter übertrugen die Erfahrungen, die sie an dem Kreislauf der Kiemen gemacht, auch auf die Circulationswege des übrigen Körpers, und daher rührt wohl zum grossen Theil die irrige Auffassung vom Kreislauf überhaupt. Man muss den Kreislauf der Kiemen getrennt betrachten von dem des übrigen Körpers. Geschieht dies, so wird sich die Ueberzeugung bald überall Bahn brechen, dass der Kreislauf im Mantel und Eingeweidesack unterbrochen ist, dass die Aorta ihr Blut aus den letzten capillaren Verzweigungen in Lacunen ergiesst, dass diese es weiterleiten, bis es von den durchbrochenen Venen aufgenommen wird.

Diese lacunäre Bahn zwischen Arterien und Venen entspricht dem, was als Schwellnetz katexochen aufgefasst werden sollte, wenn überhaupt ein dringendes Bedürfniss existirt, diesen Namen beizubehalten. Am besten wäre es freilich, ihn völlig zu beseitigen. Geschieht dies nicht, dann scheint mir unbedingt ein epitheton significans nothwendig, denn ohne ein solches entstehen neue Schwierigkeiten, weil eben jeder Theil des Röhrengebiets bei den Acephalen sich enorm ausdehnen lässt, wie die Fig. 3 deutlich zeigt. Ich habe schon in meiner ersten Mittheilung die enorme Dehnbarkeit der Gefässe betont, und nach den vorliegenden Abbildungen (Fig. 3) wird man leicht denken können, dass die Ausdehnung des Thieres schon sehr bedeutend werden muss, wenn sich Arterien und Capillaren ad maximum erweitern. Kommt nun noch die Füllung der Lacunen, d. h. des lacunären Theiles der Blutbahn hinzu, dann entstehen jene monströsen Schwellungen des Fusses oder des Mantels, von denen jeder Beobachter mit neuer Verwunderung Notiz nimmt. Dass Lacunen an und für sich beinahe ad infinitum erweiterbar sind, ist von den ödematösen oder emphysematösen Schwellungen bei Thier und Mensch hinreichend bekannt; diese Fähigkeit ist also naturgemäss allen interstitiellen Lücken des Gallertgewebes und des Bindegewebes eigen und bietet nichts überraschendes. Sie ist dennoch ganz eigenartig bei den Acephalen, weil diese sonst hochorganisirten Thiere im Stande sind, willkürlich, durch Aufnahme von Wasser, dieselben im äussersten

Grade aufzutreiben und nach Belieben durch Entleerung zu verkleinern. Man kann also die bei den Acephalen wie bei den Wirbelthieren existirenden und untereinander zusammenhängenden Lacunen wohl als Schwellnetz bezeichnen, muss sich aber wohl erinnern, dass auch die Gefässe und Capillaren sehr dehnbar sind. Nachdem bis in die neueste Zeit gerade über diesen Theil des Kreislaufapparates verschiedene Auffassungen geltend geblieben sind, schlage ich vor, für die lacunäre Bahn des Blutes im Nothfall die Bezeichnung oder das Synonymum: lacunäres Schwellnetz zu gestatten. Das Epitheton »lacunär« würde nach meiner Ansicht vor jeder Verwechslung mit »capillaren« Schwellnetzen schützen; denn die letzteren hätten ein Endothel, die ersteren wären endothellos.

Ich will den Gegensatz zwischen Capillare und Lacune an dieser Stelle noch gegen Legros¹⁾ besonders betonen, der sich zu der Behauptung hinreissen lässt, Lacunen gäbe es bei den Mollusken überhaupt nicht²⁾. Weil es ihm gelungen, bei Ostrea und Pecten in den Arterien und Capillaren eine continuirliche Endothelschichte nachzuweisen, hält er die »Hypothese« (!) von Lacunen, in welchen das Blut direct die Gewebe durchtränken soll, für gegenstandslos. Legros urtheilt über den Kreislauf der Mollusken nur auf den Nachweis von Endothelzellen hin in einem beschränkten Gebiet des Kreislaufes, ohne die Circulationsbahnen im Fuss oder im Mantel dieser Thiere, also ohne die obenerwähnten Lacunen zu kennen. Dieser Unterschied von Gefäss und Lacune ist zweifellos und bei den Acephalen und Cephalophoren, wie schon erwähnt, zumeist leicht nachzuweisen durch die Silberinjection. An manchen Stellen der Tentakeln z. B. lässt sich der Gegensatz auch direct mit dem Mikroskop verfolgen. Gelang es nach wiederholten Versuchen, über die Capillaren hinaus Farbstoff oder Silberlösung in die lacunäre Bahn hinüberzudrängen, so zeigt in dem einen Fall die Vertheilungsart der Injectionsmasse, in dem anderen das Aufhören der Endothelzeichnung, wo das Gebiet der Gefässe endigt und dasjenige der Lacunen beginnt.

1) Legros, Ch., Note sur l'épithelium des vaisseaux sanguins; mit 3 Tafeln. Journal de l'anat. 1868.

2) Der Uebergang der Capillaren in die Lacunen ist sehr eigenthümlich insofern, als sich die Capillaren unmittelbar vor dem Uebergang auffallend verengern, so dass selbst die flüssige Injectionsmasse gerade an dieser Stelle Halt macht.

Ich unterlasse es, über die Form der Lacunen mich des Weiteren zu verbreiten. In dem Mantel und Eingeweidessack konnte ich keine charakteristische Anordnung finden, nur in den Tentakeln sind sie streng geordnet nach den Leisten und in den Muskeln kommen Formen vor, welche wahren Gefässen täuschend ähnlich sehen. Die Bündel zwingen nämlich dem Blut einen mehr geraden Verlauf auf, und die lacunären Bahnen zwischen parallelen Bündeln, wie in den adductoren erhalten dadurch eine auffallende Regelmässigkeit, welche noch dadurch gesteigert wird, dass quere Anastomosen ziemlich regelmässige Maschen veranlassen. Was nun die Bindesubstanz betrifft, welche diese lacunäre Bahnen trägt, so werde ich aus später anzuführenden Gründen nur die Bezeichnung Gallertgewebe hier anwenden. Es wird freilich nothwendig werden, verschiedene Formen dieses Gallertgewebes zu unterscheiden, aber es giebt keine Veranlassung von Bindegewebe zu sprechen. Unter Bindegewebe ist, und ich glaube mich damit in Uebereinstimmung mit allen Histologen zu befinden, stets leimgebendes fibrilläres Bindegewebe zu verstehen und speziell das fibrilläre Bindegewebe der Wirbelthiere. Bis zur Stunde fehlt aber der Beweis, dass die fibrilläre Bindesubstanz der Acephalen aus leimgebendem Gewebe bestehe. Bis derselbe erbracht ist, scheint es mir gerathen, von der äusseren Aehnlichkeit abzu- sehen und streng an dem thatsächlichen festhaltend, nur von verschiedenen Formen eines und desselben Gallertgewebes zu sprechen.

Die Bindesubstanz.

Die Bindesubstanz tritt bei den Acephalen in der Form des Gallertgewebes auf, dessen physikalisches Verhalten, wie Härte, Lichtbrechung in hohem Grade verschieden ist, denn es wechselt zwischen der bekannten leicht zerfliessenden Gallerte und der Härte des Knochens. Die erste Hälfte des obigen Satzes wird kaum bestritten werden, überall wird ja, wenn man ein neueres Handbuch der vergleichenden Anatomie öffnet, die Bindesubstanz in dieser Weise als Gallertgewebe aufgefasst. Dem zweiten Theil des Satzes fehlt noch diese allgemeine Giltigkeit, es widerstrebt der geläufigen Vorstellung mit dem Begriff von Gallerte auch den von Festigkeit zu verbinden und doch glaube ich den Beweis führen zu können, dass es knorpelhartes Gallertgewebe giebt, und ferner Gallertgewebe mit

Kalksalzen imprägnirt oder kurz ausgedrückt: Gallertknochen. Doch davon später! Das gewöhnliche Gallertgewebe, dessen gleichartige structurlose Beschaffenheit hinreichend bekannt ist, zeigt bei den Acephalen einen hohen Grad von Elasticität. Es kann ausgedehnt werden und kehrt später wieder in seine frühere Lage zurück. Essigsäure hat keinen Einfluss auf dasselbe. Man darf daraus schliessen, dass es sich bezüglich seiner chemischen Constitution ähnlich verhält wie die Bindesubstanz der Tunicaten, von der M. Schultze bekanntlich festgestellt hat, dass sie weder Leim enthält noch Schleim.

Das Gallertgewebe der Acephalen enthält bisweilen Pigment, das nicht an Zellen gebunden, sondern frei als kleine Körnchen der Substanz eingelagert auftritt. Es kann aus den feinsten Moleculen bestehen, und eigenthümlich grau aussehen, wie im Eingeweidesack bei *Anodonta* ¹⁾ Fig. 8, Taf. XXXVII, oder blauschwarz in Streifen sich über gewisse Strecken ausbreiten, wie an den Kiemenfäden von *Arca Noae*. Alkohol scheint auf dieses Pigment keinen oder nur wenig Einfluss zu besitzen. Auch die Ablagerungen von Pigment, welche *Unio margaritifer* unseres bayerischen Waldes an der Innenfläche der Kiemenblätter aufweist, werden von concentrirtem Weingeist nicht alterirt. Sie bestehen aus verschieden grossen bis schwarzbraunen Massen. Die Mengen des Pigments sind übrigens bei den Süsswasserformen sehr wechselnd, und hängen vielleicht mit dem Standort, dem Alter, der Jahreszeit etc. zusammen. An einzelnen Weingeistexemplaren habe ich z. B. vergeblich gesucht nach dem Pigment in dem Eingeweidesack der Anodonten.

Dieses Gallertgewebe, farblos oder gefärbt, enthält Zellen zweifacher Art: spindel- oder sternförmige, welche bisweilen mit ihren Fortsätzen zusammenhängen, und rundliche, welche keinerlei Zusammenhang untereinander erkennen lassen. Die schärfsten Gegensätze dieser beiden Zellenformen treten bei *Anodonta* in dem Gallertgewebe der Darmleiste Fig. 4 und in dem des rothbraunen Organes Fig. 5 Taf. XXXVI auf. Dieselben Verschiedenheiten kommen zwar auch in anderen Organen und bei anderen Acephalen vor, aber mit so entschiedenem Vorwiegen der charakteristischen Gestalt sind sie wohl kaum bei einer anderen Spezies wieder zu finden. Meine Erfahrungen erstreckten sich auf Arcaceen (*Arca Noae* und *Arca*

1) Aehnlich ist die Art des Farbstoffes und die Art seiner Vertheilung in dem Mantel der *Unio margaritifer* unserer bayerischen Perlenbäche.

pilosa), auf Mytilaceen (*Mytilus* ed. und galloprov., *Pinna* nob. und mauric.) auf Ostreaceen (*Pecten* Jac. und glabr. *Spondyl. gaedrop. Ostr. edul.*).

Eine genauere Untersuchung der Zellen ergibt folgendes. An beiden Formen erscheint namentlich bei der Untersuchung im frischen Zustande eine scharfe Umgrenzung, welche jedoch nicht als eine Membran aufzufassen ist, so sehr sie auch auf den ersten Blick alle Eigenschaften einer solchen zu besitzen scheint. Die scharfe Linie ist in beiden Fällen auf eine Interferenzerscheinung zurückzuführen, bedingt durch die Ablenkung des Lichtes an der Aussenfläche jenes Raumes, in welchem der eigentliche Zellenleib sich befindet. Am leichtesten gelingt der Beweis für den eben ausgesprochenen Satz bei den Rundzellen im rothbraunen Organ von *Anodonta*. Bei der Beschreibung jenes Organes werde ich darüber ausführlich berichten; hier sei nur bemerkt, dass diese Rundzellen aus ihren Räumen herausfallen können wie die Knorpelzellen aus ihren Kapseln, und dann völlig membranlos sind. Der Raum selbst zeigt aber noch immer seine scharfe Begrenzung Fig. 5 h. Sehr schwer ist dagegen der Nachweis zu führen, dass auch die spindel- und sternförmigen Zellen in Hohlräumen des Gallertgewebes liegen, und dass die scharf begrenzten Ausläufer in Wirklichkeit keine Zellenfortsätze sind, sondern mit Protoplasma erfüllte Spalten. Die frische Untersuchung zeigt selbst mit sehr starken Objectiven nur soviel, dass tief in die angeblich soliden Fasern hinein sich das granulirte Protoplasma fortsetzt, dass am grössten Umfang des Zellkörpers die angebliche Membran am schwächsten hervortritt, mit der Abnahme derselben an den bekannten Fasern jedoch immer deutlicher wird, während doch umgekehrt die Zellmembran, wenn sie vorhanden wäre, offenbar am Körper der Zelle deutlicher hervortreten müsste, als an den feinen Verzweigungen; denn man darf mit gutem Grund voraussetzen, dass eine Zellmembran mit der Abnahme des Zellkörpers, also hier mit der ausserordentlichen Verschmälerung der Fortsätze entsprechend feiner werde. Dann aber müsste eine Stelle kommen, wo die lichtbrechende Kraft entweder von dem Zellfortsatz und seiner Hülle einerseits oder von dem umgebenden Gallertgewebe andererseits einander gleich sind, und man könnte nur noch den Zellfortsatz, nicht aber dessen sogenannte Membran (die Faser) sehen. Aber gerade das Umgekehrte ist der Fall, die angebliche Hülle wird statt feiner immer derber, bekommt immer mehr den Charakter einer Faser. Es liegt hier am frischen

Object aus dem Gallertgewebe der Anodonta ein ähnlicher Fall vor, wie seiner Zeit an der getrockneten Cornea. Die Frage war auch dort: Faser oder Spalte? Die Antwort lautet nach den letzten Mittheilungen bezüglich der Cornea der Wirbelthiere: anastomosirende Spalten »in die Substanz eingegrabene Kanäle«, welche von den Hornhautkörperchen theilweise (!) erfüllt werden. Man darf nicht entgegenhalten, die Cornea sei eine ganz besondere Bindesubstanz des Wirbelthierkörpers, denn dieselben Spalten und dieselben Zellen mit derselben Anordnung kommen auch in der Sclera vor. Haben sich so die Zweifel über die Beschaffenheit der Zellenausläufer in der Hornhaut als berechtigt erwiesen, so scheinen mir nach dem oben erwähnten nicht minder Zweifel berechtigt über die Aechtheit der Zellenfortsätze im Gallertgewebe der Anodonten. Hier wie dort liegen Bindesubstanzzellen vor uns. Die Zweifel über die Aechtheit der feinen Zellenausläufer, die gemeinhin Fasern genannt werden, steigern sich bei der Untersuchung von Präparaten, die mit Osmiumsäure behandelt und dann tingirt wurden, oder an Carmintinktionen nach Erhärtung in Alkohol, oder nach Silberinjectionen schwacher Lösungen, bei denen sich das Gewebe ja mitfärbt. Das Bild ist mit geringen Unterschieden stets dasselbe; die scheinbar starren Zellenausläufer sind verschwunden und es bleibt nur ein schmaler Fortsatz von Protoplasma, eine Verlängerung des Zellkörpers. Es waren jedoch weder diese Bilder noch die optischen Bedenken allein, welche meine Ansicht von der Hüllenlosigkeit der Spindelzellen zum Durchbruch kommen liessen, sondern die Untersuchung der Bindesubstanzzellen bei den Gastropoden und Cephalopoden. Bei keiner dieser Zellen ist der Nachweis einer Membran stricte zu führen, wohl aber der vom Gegentheil. — Das sind, wie ich glaube, einige Gründe, um die Thesis aufstellen zu können, dass die Zellen im Gallertgewebe der Acephalen, und zwar sowohl die Rund- als die Spindelzellen membranlos sind.

Beide Zellformen enthalten Pigment und zwar herrscht in dieser Hinsicht grosser Wechsel.

Bei Anodonta, die am genauesten im frischen Zustand studirt werden konnte, tritt das Pigment in den Spindel- und Sternzellen in Form gelblicher, fettglänzender Kügelchen von $0,5 \mu$. auf. Es liegt im Protoplasma bald auf einen bisweilen kleinen Raum beschränkt (Darm, Mantel), bald erfüllt es den ganzen Zellkörper (Gallertgewebe der Muskeln); es ist durch Alkohol sehr leicht auszu-

ziehen, ebenso dasjenige in den Epithelzellen angehäuften; es erscheint dadurch verschieden von dem in das Gallertgewebe eingeschlossenen, das sich in Alkohol nicht oder nur sehr wenig verändert. Das Pigment in den Spindel- und Sternzellen der Najaden, ferner das der Rundzellen bei *Mytilus* und *Arca pilos.* färbt sich unter dem Einfluss der Osmiumsäure schwarz. Eine andere Form der Ablagerung von Pigment in den Bindesubstanzzellen besteht in der Häufung grösserer gefärbter Concretionen. Sie sind im Verhältniss zur Zellen-grösse oft ganze Ballen, deren wahre Natur noch zu eruiren ist, die aber wahrscheinlich doch als Pigmentmassen aufzufassen sind. Sie scheinen mit Vorliebe in den Rundzellen zu sitzen und begegnen namentlich bei der Untersuchung der Najaden-Kiemten. Es kann bisweilen schwer werden, den Kern nachzuweisen, weil er von dem Pigment bedeckt ist; bei Tinctionen mit Anilin zeigt sich jedoch, dass diese Pigmentmassen in der That an das Zellprotoplasma gebunden sind, und der Kern frei geblieben ist.

Eine sehr eigenthümliche Pigmentablagerung haben die Rundzellen des rothbraunen Organes von *Anodonta*. Bei diesen ist der Kern diffus schwachgelb gefärbt, Fig. 5 r, Taf. XXXVI, das umgebende Protoplasma ist farblos und schwachkörnig. Die starke Häufung dieser Rundzellen, Fig. 5, Taf. XXXVI, mit chromgelbem Kern bedingt die charakteristische Färbung des rothbraunen Organes.

Die mitgetheilten natürlichen Zellenfärbungen beziehen sich wesentlich auf die Najaden, und sie bezeichnen wohl die Hauptarten der Pigmentablagerungen im Protoplasma oder im Kern. Aber es lässt sich voraussagen, dass innerhalb dieses Rahmens zahlreiche Verschiedenheiten existiren werden bei den verschiedenen Familien. Ich will nur ein paar Beispiele anführen. Bei *Mytilus galloprovincialis* aus Triest, kleine Exemplare, fanden sich in den Rundzellen nur einzelne kleine gelbe Körnchen innerhalb des hellen Protoplasmas. Bei *Arca pilosa* sind in denselben Zellen die hellgelben Pigmentkörnchen so zahlreich, dass nur der Kern freibleibt und als heller Fleck auffällt.

In dem Gallertgewebe finden sich auch andere Elemente; es ist stets vermischt mit anderen Substanzen. Ich erinnere an Blutkörperchen, welche in den Lacunen liegen, an Muskelzellen, welche entweder isolirt oder bündelweise, nach einer und derselben Richtung oder in verschiedenen Richtungen, selbst radiär von bestimmten Punkten aus (*Arca pilosa*) verlaufen Fig. 4, 5, 6 und 7 m.

Endlich ist darauf hinzuweisen, dass Gefässe und Nerven bisweilen durch die sonst gleichmässige Substanz ziehen. Wichtiger als die erwähnten Gebilde sind für unsere Betrachtung die elastischen Fasern, welche bei den Acephalen vorkommen. Sie sind im Ganzen sehr selten, gleichen übrigens vollkommen den feinen elastischen Fasern der Wirbelthiere was die Art des Verlaufes und die Lichtbrechung betrifft Fig. 4 e. Auch sind sie resistent gegen die Essigsäure. Wenn in früheren Arbeiten über viele elastische Fasern berichtet wurde, so glaube ich, dass sehr oft eine Verwechslung mit feinen Muskelfasern zu Grunde lag, wie aus späteren Mittheilungen hervorgehen dürfte.

Nach der Erörterung dieser allgemeinen Eigenschaften der Grundsubstanz und der Zellen gehen wir über zur Beschreibung der besonderen Formen des Gallertgewebes.

Besondere Formen des Gallertgewebes.

a. Das Gallertgewebe der Darmleiste von Anodonta. (Taf. XXXVI, Fig. 4.) In der Darmleiste liegt das Gallertgewebe der Anodonta mit eingestreuten Spindel- und Sternzellen am deutlichsten vor dem Beschauer. In durchsichtiger gleichartiger Grundlage liegen die Zellen mit ihrer hellgelben Färbung. In der Regel lässt sich ein Kern nachweisen, doch gibt es auch Fälle, wo dies nicht gelingt. Flemming¹⁾ hebt hervor, dass die Fortsätze der gestreckten oder eckigen Zellkörper in mehrere Ausläufer von ausserordentlicher Länge zerfahren. Die Fortsätze sind an einer Zelle (Fig. 4 oben) vorzugsweise nach einer Seite hin gerichtet, aber nicht besonders zahlreich. Es scheint auf den ersten Augenblick so, weil Fortsätze der darüber liegenden Zelle in derselben Richtung verlaufen. Ich habe auch bei anderen Arten keinen grösseren Reichthum von Ausläufern gesehen. Derselbe Beobachter fügt hinzu, es sei schwer zu sagen, ob sich alle Fasern auf Zellausläufer zurückführen lassen, da sie sich in allen Richtungen durchkreuzen und an Schnitten also vielfach von den zugehörigen Zellen abgetrennt sein mögen. Nach meinen Erfahrungen lässt sich nach Abzug der Muskelfasern, Fig. 4 m, eine kleine Zahl isolirter Fasern nachweisen, welche dem ganzen Verlauf und ihrer gleichmässig cylindrischen Gestalt nach den Charakter von selbstständigen Fasern zeigen, die

1) Flemming, a. a. O. S. 20.

nichts mit Zellenausläufern gemein haben. Sie gleichen vollkommen feinen elastischen Fasern Fig. 4 e, wie sie auch im Mantel von Pinna Fig. 10 und dort unzweifelhaft vorkommen.

Verdünnte Essigsäure hat weder auf die Zelle noch auf die Fasern einen nachweisbaren Einfluss.

Jedem Beobachter machen bei der frischen Untersuchung feiner gefrorener Schnitte die Zellen den Eindruck der nächsten Verwandtschaft mit denen der embryonalen Binde substanz der Wirbelthiere. Die Aehnlichkeit wäre eine vollkommene, wenn nicht der Zellenleib im Ganzen kleiner wäre und nicht die schon erwähnten Pigmentkörnchen besässe. Das Gallertgewebe der Darmleiste besitzt einen relativ hohen Grad von Derbheit. Es setzt dem Zerdrücken und Zerreißen einen entschiedenen Widerstand entgegen und widersteht auch etwas länger der Fäulniss. Von ähnlicher, aber etwas stärkerer Consistenz ist der Kiementräger von *Pecten Jacobaea*.

Die Wand des Darmschlauches ist in ihrem Bau etwas verschieden. Sie hat zwar, wie die Darmleiste, unter den Epithelien eine Schichte derben Gallertgewebes, aber sie ist nur von geringer Dicke, ca. 40 μ ., und darauf folgt eine dichte Lage von Muskelfasern.

Bei *Unio margaritifer* haben Darmwand wie Darmleiste genau dieselbe Beschaffenheit und Flemming weist mit Recht frühere Angaben zurück, welche von »einem sog. formlosen von Kernfasern und Bindegewebskörperchen durchsetzten Bindegewebe« oder von »Schichten fibrillären und elastischen Gewebes« sprechen. Es ist zweifellos, dass in diesem Fall die feinen Muskelfasern von höchstens 2 μ . Dicke irreführt haben.

b. Das Gallertgewebe des rothbraunen Organs von *Anodonta* (Taf. XXXVI, Fig. 5) zeigt Stränge eines dehnbaren und ziemlich resistenten Gallertgewebes. Die verschieden 40—60 μ . dicken Stränge gb (Gallertbalken) hängen durch feine oder breite Brücken von 7—30 μ . untereinander zusammen. Das auf diese Weise entstandene Maschenwerk enthält grössere und kleinere anastomosirende Räume Fig. 5 l, durch welche das in den Herzbeutel ergossene Blut zu dem Insertionsrand der äusseren Kiemenlamelle strömt, um von dort aus in den Vorhof des Herzens zu gelangen.

In diesen Gallertsträngen finden sich, abgesehen von isolirten Muskelfasern und kleinen Muskelbündeln, die schon erwähnten zelligen Elemente, nämlich Spindel- und Sternzellen mit Ausläufern und Rundzellen. Die letzteren treten in sehr grosser Menge innerhalb

der Gallertstränge auf. Zerreißen bei der Anfertigung von Zupfpräparaten die Stränge, oder führt der Schnitt an den mit Osmiumsäure behandelten Objecten durch solche Lager von Rundzellen, dann ist das Sehfeld erfüllt mit anscheinend freien gelben Kernen. Bei Osmium-Glycerinpräparaten wird man jedoch bald gewahr, dass jeder Kern von einem glasartigen Protoplasmamantel umgeben ist. Fig. 5 r, Taf. XXXVI. Im frischen Zustand ist das Protoplasma dieser Rundzellen, so wie es in der Fig. 5 r dargestellt wurde, nicht so scharf zu sehen, was zum Theil wohl daher rührt, dass die granulirte Beschaffenheit gering ist; nach Behandlung mit Osmiumsäure lässt jedoch die Schärfe des Bildes nichts zu wünschen. Diese Rundzellen, welche übrigens auch in anderen Partien des Gallertgewebes vorkommen, nur nicht in so dichten Haufen, besitzen keine Membran. So lange sie in den Gallertsträngen liegen, wird bei der scharfen Contour diese Angabe nicht so bestimmt lauten, denn jede Zelle erscheint auf das bestimmteste abgegrenzt und man wird dabei zunächst an eine Membran denken. Allein an Schnitträndern, Fig. 5 h, wird klar, dass die angebliche Membran nur der scharfe Rand jenes Raumes ist, der die Zelle einschloss und der nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure eine so bestimmte Linie zeigt. Den durch Präparation frei gewordenen Zellen fehlt ebenfalls eine Membran, wie schon wiederholt betont wurde, und so liegt denn hier dasselbe Verhältniss von Zelle und Intercellularsubstanz vor, wie es seit lange aus dem Knorpel der Wirbelthiere bekannt ist. Die hüllenlosen Zellen liegen in den Räumen der Grundsubstanz.

Sollte die Frage aufgeworfen werden, ob in der That die Rundzellen mit den Spindelzellen irgend etwas gemein haben, und ob sie nicht vielleicht erhärtete, in die Gallertstränge eingeschlossene Blutkörperchen sind, so müsste man daran erinnern, dass die frische Untersuchung dasselbe Resultat gibt, dass sich ferner leicht die Uebergangsformen von den Spindel- zu den Rundzellen gerade bei *Anodonta* nachweisen lassen, und dass endlich bei anderen Arten ebenfalls beide Zellenformen vorkommen und zwar so charakteristisch, dass jeder Zweifel über die Möglichkeit einer Verwechslung schweigen muss.

Der Nachweis der Gallertbalken im rothbraunen Organ, der communicirenden Maschenräume und ferner der Beweis, dass in diesen Räumen oder Lacunen das Blut strömt, ist im frischen Zustand sehr schwer zu führen, es sei denn, dass man an gefrorenen Thieren Durchschnitte macht, die entweder frisch oder mit irgend

einer färbenden Substanz injicirt sind. Doch nebenbei bedarf es weiterer Controle durch Injection von Silber, Härtung in Ueberosmiumsäure, darauffolgender Färbung u. s. w. Nach Anwendung dieser verschiedenen Methoden werden bald hier, bald dort die Gallertstränge scharf hervortreten und zwischen ihnen die lacunären Blutbahnen sichtbar werden. Die Lacunen, denn so nur lassen sich die zwischen den Gallertbalken liegenden hellen Räume auffassen, sind im rothbraunen Organ 50—60 μ . gross, bald rundlich bald oval, und sind schon oft als Schleimzellen gedeutet worden. Einer solchen Gefahr entgeht wohl nur derjenige, der eine genaue Kenntniss von dem Kreislauf der Anodonten besitzt. Die geringste Unklarheit in diesem Punkt muss zu einer falschen Beurtheilung des vorliegenden Organes führen. So wichtig und unerlässlich Injectionen in den Mantel sind, ohne Zusammenhang mit solchen des ganzen Thieres werden sie nur ein verwirrendes Bild erzeugen. Dann erscheinen umgekehrt »die Balken des spongiösen Netzwerkes sammt und sonders als Gefässe« und die Lacunen werden zu »blassen Kugeln«¹⁾. Vergleichen wir hierüber die Angaben der Beobachter. Man hat Leydig²⁾, wie ich glaube, entschieden Unrecht gethan, als man ihm die Entdeckung jener angeblichen Kugeln, die in Wirklichkeit Gewebslücken sind, zugeschrieben hat. In seiner Histologie ist nicht von »Kugeln« die Rede, sondern von einem grossmaschigen Gallertgewebe und in der begleitenden Figur 55 wird die mittlere Schichte des Mantels einfach als »Bindesubstanzschicht« bezeichnet. Was Langer betrifft, so hat er einige schlagende Gründe angeführt, welche ihm die Deutung dieser hellen Kugeln als Zellen unmöglich machten. Er war allerdings von dem seltsamen Anblick des frischen Gewebes überrascht und im Zweifel, ob die hellen gerundeten Blasen von verschiedener Grösse nicht dennoch Zellen seien, aber — »sie haben keine Zellkerne, und da sie stellenweise miteinander verschmelzen, so können sie kaum für Zellen gehalten werden und manchmal zeigen sie eine Anordnung, dass man sie für Kanäle halten könnte, die gewunden und verflochten sind«. Diese Vermuthung Langer's ist nun buchstäblich richtig und durch die Injectionen beweisbar. Man kann bei Injectionen in den Herzbeutel

1) Flemming a. a. O. S. 9.

2) Leydig, Fr., Lehrbuch der Histologie, Frankfurt a. M. 1857, S. 109 und Fig. 55.

mit freiem Auge den Gang der gefärbten Flüssigkeit durch die Maschen des rothbraunen Organes bis zum Vorhof verfolgen. Wenn trotz unserer verbesserten Methoden dennoch Zweifel darüber auftauchen können, was Gallertstrang, was lacunäre Blutbahn und was Zelle sei, so beweist dies nur die Schwierigkeit des vorliegenden Objectes. Flemming will z. B. »das zwischen den Lacunen befindliche Netzwerk, also die von mir als Gallertbalken beschriebenen und in Fig. 5 abgebildeten Stränge mit Injectionsmasse gefüllt haben. Ihm erscheinen sie doppelt contourirt, ihm sind die Gallertstränge ganz im Gegensatz zu meinem Befund »Gefässe« und was ich als Lacunen bezeichnet, deutet er als blasse Kugeln, als Schleimzellen.

Diese Auffassung ist irrig, gerade das Umgekehrte trifft zu: die Gallertstränge sind solide Balken (*sit venia verbo*), bilden ein Maschenwerk, und die von Flemming als Schleimzellen bezeichneten Gebilde sind Querschnitte der Lacunen. Es ist eine Menge von sehr verwickelten Umständen zusammengetroffen, welche den anerkannt guten Beobachter täuschen mussten. Vor allem lag ein Fehler darin, dass er die Thiere bald vom Herzen aus, bald durch Einstich in das rothbraune Organ füllte. Denn im ersten Falle liegen ihm wirkliche Gefässe vor mit Endothel, in dem anderen nur Lacunen. So wurde er veranlasst, im rothbraunen Organ nach Blutbahnen zu suchen, ähnlich denjenigen, die sich bei der Füllung vom Herzen aus zeigen, sich also nach Gefässwandungen umzusehen, die im rothbraunen Organ gänzlich fehlen. Die Aufmerksamkeit war durch dieses Verfahren in falsche Bahnen gelenkt, und es rächte sich der Missbrauch mit dem Wort »Gefäss«, wo in der That nur von Lacunen i. e. von interstitiellen Lücken die Rede sein kann. Es ist ferner, wie mich mehrfache Versuche lehrten, bedenklich, für das Studium des Kreislaufes bei den Najaden, »pralle Injectionen« mit Berliner Blau und Glycerinleim herzustellen. Jede pralle Füllung wird für das Studium des Gallertgewebes ominös wegen der Zerrung und Verschiebung des eigenthümlich angeordneten Gallertgewebes; dann erscheint fast das ganze Gewebe blau, nur kleine, ziemlich auseinandergerückte runde Lücken erscheinen in der Farbmasse, dann drängt sich von selbst eine Deutung auf, die in den Lacunen grosse blasse Zellen sieht, und in den Gallertbalken die Blutbahn vermuthet. Es ist nur eine natürliche Consequenz, wenn Flemming auch die Kerne in den angeblichen Schleimzellen findet, obwohl Langer ausdrücklich hervor-

hebt, sie hätten keine. Zellen sind ja in nächster Nähe: die Zellen des Gallertgewebes Fig. 5 s; endlich können noch Blutzellen in den Lacunen liegen, kurz, man kann ohne Zwang für eine solche vermeintliche Zelle auch einen Kern finden. Nur die Erkenntniss, dass man es hier nicht mit Blasen, sondern mit interstitiellen Lücken zu thun hat, hilft die richtige Lage der zelligen Elemente erkennen, deren Grösse bei Anodonta allerdings nicht sehr viele Unterschiede zeigt. Ganz anders jedoch bei anderen marinen Formen, die Flemming ebenfalls in das Bereich seiner Untersuchung gezogen hat, namentlich bei *Mytilus*; auch bei *Arca pilosa*, *Mactra* u. s. w. Bei diesen sind die Rundzellen in der That etwas gross, 30—36 μ ., nähern sich also den kleineren Lacunen des rothbraunen Organs bei Anodonta und werden vielleicht allen an Grösse gleichkommen, wenn eine pralle Injection mit Berlinerblau und darauffolgende Härtung in absolutem Alkohol voraufging. Gerade wegen der Grösse der Zellen ist *Mytilus* kein günstiges Object, um die Zweifel in dieser verwickelten Frage zu lösen. Im Mantel ist vor allem störend, dass er gleichzeitig als Eierstock fungirt, und deshalb die verschiedensten Zellenformen kunterbunt durcheinanderliegen und zwar oft hinauf bis an den Mantelrand¹⁾. Die Mundtaster von *Mytilus* sind ebensowenig wie die der übrigen Arten für eine solche Untersuchung zu empfehlen. Von derbem Gefüge, schwer injicirbar und von geringem Umfang, bieten sie für das Verständniss ihres Baues die grössten Schwierigkeiten. Die Lacunen sind klein, dicht gedrängt und sehr zahlreich, die trennenden Gallertbalken sehr schmal und folglich die Zellen auf ein sehr geringes Maass reducirt, und was noch schlimmer bei den grossen alten Exemplaren, nach denen man zuerst greift (Venedig Frühjahr 1875) sind die Spindelzellen des Gallertgewebes kleiner als bei jungen (aus Triest, Winter 1876). Aber auch bei diesen sind schwache Vergrösserungen von $300/1$ nicht ausreichend, um den Unterschied zwischen Lacune und Zelle festzustellen, wie er in Wirklichkeit ist. In Fig. 6. Taf. XXXVII, ist eine kleine Partie aus dem Mundtentakel von *Mytilus galloprovincialis* abgebildet, bei einer Vergrösserung von 690 (Tauchlinse Seibert VII, 1). Bei $300/1$

1) Die grossen Zellen, welche Flemming: Untersuchungen über Sinnesepithelien der Mollusken, Archiv f. mikr. Anat. Bd. VI. Taf. XXV Fig. 18 aus dem Mantel von *Mytilus edulis* abbildet, sind Eier aus den Strängen des Eierstockes, nicht Zellen des Gallertgewebes.

gleichen die Lacunen und Gallertbalken mit ihren Zellen genau den von Flemming¹⁾ dargestellten, und die Annahme eines blasigen Gefüges drängt sich von selbst auf. Erst Tauchlinsen, Injectionen und der ganze neue Hilfsapparat von Tinction und Härtung lässt die Ueberzeugung gewinnen, dass Kerne und Protoplasma in den Gallertbalken liegen, und dass alle hellen Räume, welche als grosse blasse Zellen aufgefasst werden könnten, in Wirklichkeit interstitielle Lücken sind.

Ich verlasse nunmehr das rothbraune Organ und bemerke nur, dass nach der Lage der Dinge kein Grund vorliegt, jeden Unterschied zwischen Gallertgewebe und Gefässgewebe zu läugnen und zu sagen, bei den Acephalen bestehe »das Bindegewebe lediglich aus Gefässen, in deren Wand Muskelzellen und Nerven verlaufen« (Flemming). Im Gegentheil: die Gefässe sind scharf gekennzeichnet durch Endothelien, wie bei den Wirbelthieren; die Bidesubstanz ist nur ein Mittel, um mit Endothel ausgekleidete Röhren herzustellen, wie dies ja auch bei den Wirbelthieren der Fall ist. Bei dem unterbrochenen Kreislauf der Acephalen strömt das Blut durch Lacunen, welche völlig homolog, völlig identisch sind mit den interstitiellen Lücken im Bindegewebe der Wirbelthiere, wie ich später noch des Weiteren ausführen werde.

Das Gallertgewebe des centralen Manteltheiles und des freien Mantelrandes (Fig. 7 Taf. XXXVII) ist verschieden von dem des rothbraunen Organes. Es fehlen vor allem die Haufen von Rundzellen, die Spindelzellen sind der vorherrschende Typus. Die Gallertstränge sind schmaler, sie haben auch eine viel geringere Festigkeit. Bald nach dem Tode des Thieres zerfliessen sie schon, sie sind sehr durchsichtig und viel schwerer, namentlich im frischen Zustand, zu erkennen, als die Stränge des rothbraunen Organes. Für die Untersuchung des letzteren genügt eine Vergrösserung von $300\times$, das feinmaschige Gewebe des centralen Manteltheiles fordert aber die Anwendung der Tauchlinse. Bei einer Vergrösserung von nahezu $700\times$ ist also die Fig. 7 dargestellt und man kann wohl verstehen, dass die feinen Gallertfäden (g), welche die Lacunen (l) trennen, nur sehr schwer im frischen Zustand zu erkennen sind. Es gibt in der That, wie ich glaube, nur eine Methode, um

1) Flemming, Sinnesepithelien a. a. O. Fig. 19 und Bidesubstanz a. a. O. Fig. 2.

einen guten Ueberblick zu erhalten. Sie besteht darin, dass man festgefrorene Stücke eines durch Wasseraufnahme sehr ödematösen Thieres in Ueberosmiumsäure wirft, die ebenfalls auf den Nullpunkt abgekühlt ist. Dann erstarren die feinen Trabekeln des Gallertgewebes in der durch den Frost erhaltenen Lage, und Durchschnitte durch die Dicke des Organs zeigen am besten die lacunären Räume und ihre Begrenzung. Doch trotz dieses Verfahrens kann man wohl in Zweifel gerathen, ob man Lacunen oder Zellen vor sich habe. Was eigentlich zur Klärung der Frage rasch beitragen sollte, die perspectivische Seitenansicht der Lacunenwände, in denen die Spindelzellen des Gallertgewebes sitzen, oder an denen Blutkörperchen hängen, Fig. 7 b, bringt im Gegentheil leicht auf die Vermuthung, dass an dieser Stelle das Protoplasma der grossen Schleimzelle liege und dass der übrige Raum mit Flüssigkeit ausgefüllt sei. Das ist ganz besonders der Fall bei Tinctionen mit Karmin und Anilin. Die gefärbte Seitenwand liegt scheinbar halbmondförmig in einem weiten glashellen Raum und stellt einen Halbring dar, der alle Merkmale einer jungen Zelle an sich trägt. Vergleiche namentlich auch Fig. 5 l*. Bei der starken Vergrösserung der Fig. 7 und den angewendeten Schnitten scheint freilich kaum eine Täuschung möglich, und dennoch kann ich versichern, dass es langer vergleichender Studien bedarf, um das Urtheil zu schärfen. Ueberdies ist, das wird man schon nach dem Vergleich der Figuren 5 und 7 zugestehen müssen, der Unterschied zwischen dem Gallertgewebe der beiden Stellen des Mantels doch sehr bedeutend. Rundzellen sind hier selten, die Grundsubstanz ist zu sehr feinen Fäden oder besser Scheidewänden ausgezogen, die sich theilen und übereinanderschieben und rundliche oder ovale Räume von einer oft ausserordentlichen Kleinheit umgrenzen. Ich will für spätere Beobachter hinzufügen, dass die Schmalheit der Scheidewände, welche auf der Schnittfläche als trennende Gallertfäden erscheinen, oft eine Feinheit von 3μ . erreicht, und Lacunen von nur 25μ . Weite gerade nicht zu den Seltenheiten gehören. Solch kleine Lacunen sind nahezu Regel im Gallertgewebe des Eingeweidesackes. Ehe diese geschildert werden sollen, möchte ich noch daran erinnern, dass in den Lacunen nicht selten Coagula durch die Osmiumsäure entstehen (Fig. 7 c), die namentlich nach der Tinction zu Täuschungen Veranlassung geben können. Flemming hat an einem anderen Ort ebenfalls auf diese Erscheinung hingewiesen.

Gallertgewebe zwischen den Organen des Eingeweidesackes (Fig. 8, Taf. XXXVII). Es ist durch ein dunkles fettglänzendes Pigment ausgezeichnet, das in den Strängen des Gallertgewebes, nicht in den Zellen, angehäuft ist. Die Fig. 8 zeigt das eigenartige Aussehen mit der Tauchlinse untersucht. Die rundlichen und kleinen Lacunen (1) sind von den Gallertbalken begrenzt, in denen dunkle Punkte liegen. Bei schwachen Vergrößerungen, bis zu $\frac{300}{1}$, erscheinen diese dunklen Massen nur als eine diffuse Färbung, die über weite Strecken verbreitet ist; danach lässt sich wohl am besten die Kleinheit der färbenden Punkte bemessen. Das frische Gewebe, die auf dem Objectträger aufgethauten Schnitte durch das gefrorene Thier, lassen am schnellsten den wahren Grund der Färbung erkennen. Reagentien erschweren mehr oder minder das Verständniss. Die ganze Erscheinung dieser graugefärbten Massen zwischen den Schläuchen der Geschlechtsdrüse und der Leber, und in der Umgebung des Darmcanals hat selbst für den Kenner der lacunären Bahnen des rothbraunen Organs oder Mantels etwas sehr fremdartiges. Je nach dem Standpunkt des Beobachters zu der Frage von der Circulation des Blutes wird die Deutung eine sehr verschiedene sein. Flemming¹⁾ registrirt die Erscheinung mit den Worten: »Die Eierstöcke sind constant von einer deutlichen, geschlossenen Zellendecke überzogen.« In der That, die Kleinheit der Maschen und gewisse durch Anilinfärbungen bedingte Bilder können eine solche Auffassung begünstigen; aber hier führt das Studium des Kreislaufes ebenfalls auf die rechte Bahn. Die Darmwand und die Drüsen des Eingeweidesackes liegen in einem Netzwerk von pigmentirtem Gallertgewebe, dessen Maschen lacunäre Bahnen für den Durchfluss des Blutes darstellen. Zwischen Darmwand und den nächstliegenden Organen zieht es sich in besonders breiten Lagen hin. Seine zahlreichen Räume eignen sich für eine enorme Aufnahme von Flüssigkeit. Die im entleerten Zustande nur 35—40 μ . kleinen, platten Lücken füllen sich prall, erweitern sich noch um das Dreifache, und bedingen so die bekannte ödematöse Schwellung des Fusses. Zwischen den Lagern dieses Gallertgewebes befinden sich ansehnliche Muskelbündel, deren Zusammenziehung die Beseitigung der Schwellung herbeiführen kann.

Ich habe noch mit ein paar Worten der Zellen dieses Gallert-

1) a. a. O. Bindesubstanz S. 14.

gewebes zu gedenken. Sie sind in die pigmentirten Gallertstränge eingeschlossen und theils Spindel-, theils Rundzellen. Einige sind so klein und liegen so hart am Rand der Lakune, dass man sie bei schwacher Vergrößerung für Kerne zu halten versucht wird.

Das Gallertgewebe der Kiemen (Fig. 1, Taf. XXXVI) ist abgesehen von den hellgelb pigmentirten Spindelzellen und den oft sehr stark und grob pigmentirten Rundzellen ausgezeichnet durch die stark lichtbrechenden, bisweilen äusserst schwach concentrisch geschichteten Ablagerungen von kohlensaurem Kalk. Sie stellen rundliche, längliche birn- oder nierenförmige Plättchen dar, die in dichten Massen aufeinanderliegen. Sie sind leicht blassgelb gefärbt und bedingen die feine mit freiem Auge sichtbare Streifung zwischen den kammförmig verlaufenden Gefässen. Diese Ablagerungen von kohlensaurem Kalk in den Kiemen sind allen Beobachtern unserer Süswasserformen bekannt. Posner¹⁾ findet, dass die Menge durchaus nicht constant sei. »Abgesehen von individuellen Schwankungen war die grosse (Bonner) *Anodonta cygnea* stärker damit imprägnirt als die kleine (Leipziger) *A. piscinalis*, und *Unio pictorum* zeigte grössere und mehr als jene Species.«

Nach v. Hessling²⁾ sollen sie den Unionen überhaupt fehlen, was ich für die *U. margaritifer* aus dem Regen (bayr. Wald, Winterthiere) bestreiten muss. Sie sind bei dieser Form allerdings auf die Innenseite beschränkt und meist stark pigmentirt, auch im Ganzen wenig zahlreich, aber zweifellos vorhanden. Man entfernt den Kalk durch vorsichtiges Auslaugen der Schnitte in Salzsäure von 1—2 %. Die physiologische Bedeutung jener Ablagerung liegt wohl darin, dem Gallertgewebe eine grössere Resistenz zu geben, um die für die Circulation bestimmten Bahnen des Blutes und des Wassers beständig im ausgedehnten Zustand zu erhalten. Ich werde weiter unten noch Einiges zur Begründung dieser Ansicht beibringen, will aber zuvor darauf hinweisen, dass bei vorsichtiger Anwendung der Salzsäure ein schattenhafter Umriss der Concremente noch deutlich zu erkennen ist. Sein Aussehen erinnert im Zusammenhalt mit der lösenden Substanz der Säure an die kohlensauen Erden in dem verkalkten Knorpel oder dem verkalkten Bindegewebe der Wirbelthiere. Man hat bei der ganzen

1) Posner a. a. O. S. 13.

2) v. Hessling a. a. O. S. 230.

Art der Ablagerung das Recht, das mit Kalkkörnern durchsetzte Gewebe bei den Acephalen als theilweise verkalktes Gallertgewebe zu bezeichnen.

Die Kiemenleisten der Najaden gehören ebenfalls in die Reihe des verkalkten Gallertgewebes. Auch sie verlieren durch die Behandlung mit Säuren unter Aufbrausen ihren spezifischen Glanz und werden zu blassen Strängen, welche noch die organische Grundlage erkennen lassen. Ich spreche hier nur von der Familie: Unionidae und behaupte nicht, dass die Kiemenleisten auch anderwärts verkalkt seien. Im Gegentheil, bei den von mir untersuchten marinen Formen sind sie es entschieden nicht; aber für die Unioniden ist die Aufnahme von Kalk zweifellos. Will man sich davon überzeugen, so isolirt man am besten eine Anzahl derselben durch Maceration und setzt sie dann der Wirkung der Säure aus. Es fehlen so die übrigen Ablagerungen im Gallertgewebe, und eine Täuschung bleibt ausgeschlossen. Uebrigens muss gerade bei *Unio margaritifera* schon die Untersuchung frischer Schnitte die Vermuthung auf eine verkalkte Beschaffenheit dieser Stäbe nahelegen; der Glanz und die auffallende Brüchigkeit sind kaum zu verkennen. Ich halte also gegen Posner die Angabe aufrecht, dass bei den Unioniden die Stäbchen aus regelmässig geformten Strängen eines verkalkten Gallertgewebes bestehen. An den Ursprungsstellen derselben und an den freien Rändern der Kiemen ist dies freilich noch nicht der Fall. Auf Querschnitten sieht man deutlich, wie aus den einzelnen Zügen des unverkalkten Gallertgewebes durch Einrollen sich erst der Stab zusammenfügt. Auch der entwicklungsgeschichtliche Vorgang wird sich höchst wahrscheinlich in derselben Weise gestalten, was einmal daraus hervorgeht, dass im Innern sehr oft eine Schicht von geringerer Dichtigkeit zu finden ist, dass sich sehr oft bei Anodonta an einem der Ränder eine leichte Narbe findet, die Spur der früheren Verwachsungsstelle, und dass bei den marinen Formen viele der Stäbchen hohl bleiben und Röhren bilden für den zu- oder abtretenden Blutstrom. Ich bin also darin anderer Ansicht als Posner, der sowohl die Verkalkung der Stäbchen leugnet, als ihre Entstehung aus »Fasern«. Aus kohlensaurem Kalk bestehen sie allerdings nicht ausschliesslich, sie haben noch eine organische Grundlage, aber diese Grundlage hängt mit dem Gallertgewebe gerade an dem Insertionsrand deutlich zusammen, und es ist eine theilweise Aufblätterung nachzuweisen, für die freilich der

Ausdruck »Fasern« nicht ganz passt, der aber wenigstens den Zusammenhang mit der Grundlage der Kieme, mit dem Gallertgewebe andeutet ¹⁾).

Ich glaube, man darf unter solchen Umständen mit gutem Grunde von einer verkalkten Form des Gallertgewebes in der Najadenkieme sprechen. Die Verkalkung kann auftreten als Einlagerung mikroskopisch kleiner Körner, oder als gleichmässige kalkige Umwandlung bestimmter Streifen, der sog. Stäbchen.

In dem Gallertgewebe der Kiemen findet sich nirgends fibrilläres Bindegewebe, das dem der Wirbelthiere gleicht, und mit Ausnahme der Kalkablagerungen und der Zellausläufer unterscheidet sich das Gallertgewebe in nichts von der typischen Form. v. Hessling gegenüber hat schon Flemming betont, dass spaltbare Bindegewebsfasern nicht vorkommen, dass, wo immer der Anschein solcher sich finde, Muskelfasern nachzuweisen seien. Wenn Posner wiederholt den Ausdruck »interfibrilläre« Blutbahnen gebraucht, oder von hellen glänzenden Faserzügen spricht, welche wohl in die Kategorie der elastischen Gewebe gehören, so ist zur Richtigstellung des Sachverhaltes folgendes zu bemerken:

Unter Fibrillen sind von Posner offenbar nur die schmalen Gallertbalken oder Gallertfäden gemeint, welche durch bestimmte Blutbahnen der Kieme ziehen (Fig. 1 q) und hat er in diesem Fall wohl kaum an Bindegewebsfibrillen im Sinne der Histologie gedacht. Was die »hellen glänzenden Faserzüge« betrifft, so will ich bemerken, dass im Gallertgewebe der Kiemen allerdings elastische Fasern vorkommen, d. h. isolirte, gestreckt oder gewunden verlaufende, oft gablig getheilte Fasern, von stark lichtbrechender Kraft, welche zweifellos den elastischen Fasern der Wirbelthiere homolog sind. In Fig. 10, Gallertgewebe aus der Kieme von Pinna, ist der von den Binde substanzzellen unabhängige Verlauf dieser Fasern dargestellt.

Gallertgewebe von ähnlicher Beschaffenheit, wie es eben aus den Kiemenlamellen beschrieben wurde, bildet auch die Kiemensepta der Unioniden. Diese Septa hat Posner genauer untersucht und daran einige Bemerkungen über den Kreislauf der Kiemen und über die Bindegewebsfrage geknüpft.

1) Bei Pinna entspringen von einem der Stäbchencanäle auf seinem ganzen Verlauf feine Fasern, welche in das umgebende Gallertgewebe auslaufen.

Betrachten wir zunächst den Kiemenkreislauf, um zu constataren, dass die Frage, ob derselbe unterbrochen ist, wie im Fuss, oder geschlossen, ähnlich wie bei den Wirbelthieren, bezüglich der Unioniden als eine offene bezeichnet werden muss. Das Blut sammelt sich in einem Gefäss, dem Sinus Bojani, aus dem Fuss der Thiere und wird von dort in die Kiemen geleitet. Von dem Längssinus an dem Insertionsrande strömt es wieder in unzweifelhafte Gefässe, in die senkrecht aus ihnen entspringenden, kammförmig verlaufenden Aeste, um sich von dort aus auf der inneren und äusseren Fläche jeder Kiemenlamelle durch quer- und längsverlaufende Bahnen zu vertheilen. Die kammförmigen Gefässe, sowohl diejenigen, welche das Blut zu- als jene welche es abführen, besitzen Endothelien, das ist mehrfach festgestellt (Eberth, Legros, Posner, ich); und sie kommen nicht weiter in Betracht, wohl aber die quer- und längsverlaufenden Bahnen und die Stäbchenkanäle; ihre Gefässnatur ist in Frage gestellt und zwar durch die folgenden Beobachtungen. Schneidet man parallel zur Fläche einer in Osmiumsäure gehärteten Kieme, so wird man ungefähr ein Bild erhalten ähnlich dem der Fig. 1, Taf. XXXVI. Das kammförmig verlaufende Gefäss *k* giebt Aeste ab und diese führen in buchtige Räume *q*, *q**, welche ähnlich den Alveolen der Lunge durch Septa von verschiedener Höhe in einzelne kleinere Abtheilungen zerfallen können. An anderen Stellen ziehen feine Gallertbalken (*g*), in welche Zellen oder Kalkkörner eingeschlossen sind, freischwebend durch den Raum, um mit verbreiteter Basis in den Wänden sich zu verlieren, die reich mit Kalkablagerungen durchsetzt sind. Das ist der Charakter der Queranastomosen zwischen den kammförmig verlaufenden Gefässen. Posner läugnet die Gefässnatur dieser queren Bahnen und will sie als interstitielle Lücken aufgefasst haben, doch wie mir scheint, nicht mit zureichenden Gründen. Er stützt sich dabei auf die Resultate, die ihm die Untersuchung der Kiemensepta ergaben. Abgesehen von dem Flimmerepithel sieht er von den Rändern der Septa (auf einem Querschnitt) Bindegewebsbälkchen, die sich dichotomisch verästeln. Zwischen sich lassen sie Bluträume frei. Bindegewebskörperchen sieht man in grosser Zahl in den Balken liegen, mit Pigmentkügelchen imprägnirt. Eine weitere Complication erfährt das Bild dadurch, dass man an sehr gut conservirten und sehr feinen Schnitten ziemlich häufig, wenn auch nicht immer gleich deutlich, zwischen den Fasern, also im Blutraume

selbst, häutchenartige Ausbreitungen anscheinend echt protoplasmatischer Substanz erblickt, meist mit schönen Kernen und zahlreichen Pigmentkugeln; der protoplasmatische Charakter dieser Substanz wird durch Carminfärbungen, in denen die Häutchen schwach, die Kerne rubinroth tingirt werden, noch wahrscheinlicher gemacht werden«.

Ich kenne von Präparaten, die auf dieselbe Weise angefertigt sind und mit denselben optischen Hilfsmitteln untersucht wurden, all das, was Posner hier beschrieben hat, aber meine Deutung der vorliegenden Elemente ist eine wesentlich andere. Nur nebenbei sei bemerkt, dass, wo Posner die sich theilenden Bindegewebsbälkchen sieht, ich von Gallertbalken und Gallertfäden spreche. Wichtiger ist, dass ich keine Bluträume zwischen den Gallertbalken constatiren kann, sondern nur und zwar an ganz bestimmten Stellen Gefässe. Ich finde nämlich die Septa beider Kiemen aus einem gleichartigen Gallertgewebe gebildet, das eine relativ beträchtliche Derbheit besitzt. In ihm sind leicht pigmentirte Spindelzellen, und rundliche, die oft stärker gefärbt sind. Daneben finden sich noch, namentlich an den Septis der äusseren Kieme die kleinen glänzenden Kalkconcretionen bei Anodonta. An Osmium-Anilin-Präparaten treten oft derbere Züge des Gallertgewebes dunkler hervor, dazwischen liegt dann nur helleres Gallertgewebe, wie dies ja auch Posner zugiebt, wenn er von »häutchenartigen Ausbreitungen anscheinend echt protoplasmatischer Substanz« spricht. Die protoplasmatische Natur dieser hellen Stellen ist in der That nur scheinbar; sie bestehen eben aus weniger derbem Gallertgewebe mit Zellen; sie haben auch nichts gemein mit häutchenartigen Ausbreitungen, wie sie in der neuesten Zeit im Bindegewebe der Wirbelthiere und des Menschen nachgewiesen wurden. Denn die Voraussetzung Posner's von Bluträumen zwischen den Gallertbalken beruht auf einer Verwechselung mit kleinen, sei es durch den Zug des Messers, sei es durch die Härtung hervorgebrachten Lücken. Für meine Deutung der von Posner als Bluträume bezeichneten Lücken spricht ferner die Thatsache, dass man die Gefässe der Septa haarscharf injicirt demonstrieren kann. Ich bin veranlasst, dieselben in meiner Arbeit über den Kreislauf der Mollusken um so genauer darzustellen, als sie die Wege sind, auf denen das Blut von einer Lamelle zur anderen hinübergeleitet wird. Langer ¹⁾

1) Langer a. a. O. II. Abth. Fig. 11.

hat übrigens auch diese Zweige des Kiemenkreislaufes auf das Genaueste injicirt und abgebildet und als arterielle Uebergangszweige bezeichnet. Jedem mit der Injectionstechnik Vertrauten wird derselbe Nachweis gelingen. Das wäre unmöglich, wenn das Septum »erhebliche« Lumina i. e. Lücken in dem Gallertgewebe besässe, in denen das Blut durch die ganze Ausdehnung der Septa von einer Seite zur anderen gelangte. Wenn das ganze Septum an und für sich Bluträume enthielte, dann könnte man doch kaum daneben noch scharf begrenzte Gefässe durch Injection finden! Gefässe im strengen Sinne finden sich jedoch nicht nur bei Anodonta, sondern auch bei anderen Arten. Bei *Pinna nobilis* u. *mauricata* fehlen die Septa wie sie unseren Süsswasserformen eigen sind, und es giebt nur Verbindungsgefässe, in denen das Silbernitrat zweifellose Endothelien hervorbringt. Soviel wird man also nach dem eben Erwähnten jedenfalls zugestehen müssen, dass die Kiemensepta sich nicht dafür eignen, den noch dunkeln Charakter des Kiemengerüstes und seiner Blutbahnen aufzuklären, und wir müssen versuchen, mit anderen Mitteln diese Frage zu lösen. Posner hat den Weg der Injection versucht und fand seine Ansicht von der Strömung des Blutes zwischen Gallertbalken i. e. durch die Räume des Kiemen- gewebes bestätigt, so wie ich dieselben in Fig. 1 Taf. XXXVI skizzirt habe, eine Thatsache, die zweifellos richtig ist; aber unentschieden bleibt noch immer, ob nicht selbst diese erweiterten Blutbahnen dennoch den Charakter der Gefässe an sich tragen, ob sie nicht dennoch ein Endothel besitzen? Der Apell an das Silbernitrat versagte Posner und mir bei den Süsswasserformen; aber selbst dieser schwerwiegende Umstand ist noch nicht entscheidend. Die Darstellung der Endothelien stösst bei den Kiemen der Süsswasserformen auf Schwierigkeiten, deren Ueberwindung durch andere Methoden versucht werden muss. Es ist nicht anzugeben, worin diese Schwierigkeiten liegen, an anderen Stellen desselben Organismus, z. B. im arteriellen System existiren sie nicht; die Capillaren der Mundtaster lassen die Endothelzeichnung leicht hervortreten; schon in den kammförmig verlaufenden Kiemengefässen wird sie aber nur schwach und selten gelingen, und in den Quer- und Längsanastomosen habe ich nur ein paar Mal Andeutungen erhalten, wie z. B. an jener Stelle Fig. 1 Taf. XXXVI bei q* (unten).

Aber alle diese Erfolge sind unbestimmt und schwankend. Ganz anders sind die Resultate der Silberfärbung bei den Meer-

wasserformen. Die Blutbahn in der Kieme bei *Mytilus* zeigt in ihrer ganzen Ausdehnung ein im höchsten Grade regelmässiges Endothel, Fig. 2b Taf. XXXVI und damit gewinnen wir wenigstens einen Anhaltspunkt für die Beurtheilung der Kiemenblutbahn bei den Najaden. Nicht so als ob durch den Gefässcharakter hier bei der *Mytilus*kieme auch der aller anderen Kiemen erwiesen wäre, aber man wird wenigstens zur Zeit die entgegengesetzte Auffassung noch zurückweisen müssen, besonders Angesichts der weiteren täuschenden Aehnlichkeit mit echten Capillaren, welche die injicirten Kiemengefässe der Süsswasserformen zeigen. Diese täuschende Aehnlichkeit hat selbst Posner zugegeben, namentlich auch bezüglich des Stäbchencanals, »dessen constante Lage und bedeutende Rolle bei anderen Lamellibranchiern eine höhere Differenzirung erkennen lässt«. Ich fasse unter solchen Umständen das Resultat der Studien über das Gallertgewebe der Kiemen dahin zusammen, dass es bei unseren Süsswasserformen ausgezeichnet ist durch partielle Verkalkung, und dass es ferner Gefässe trägt, die bei den Najaden theilweise sinös (Fig. 1 Taf. XXXVI) geformt sind. Nachdem bei *Mytilus* in der ganzen Ausdehnung der Kieme ein geschlossenes Gefässsystem existirt, haben wir z. Z. noch keinen Grund, in den Kiemen der Najaden eine Unterbrechung des Blutstromes anzunehmen. Trotz des eigenartigen buchtigen oder alveolaren Baues der Queranastomosen scheint mir ihre Gefässnatur schon um desswillen noch aufrecht zu erhalten, weil, wie erwähnt, die Injectionen eine täuschende Aehnlichkeit mit Gefässen (Robin, Langer u. A.) erkennen lassen. Bei einer solchen Auffassung des Kiemengewebes fehlt die Veranlassung, die Bindegewebsfrage hier zu besprechen, dafür wird sich in einem späteren Abschnitt Gelegenheit geben. Auf den Gewebscharakter der Stäbchen bei den marinen Formen der Acephalen werde ich in dem folgenden Abschnitt zurückkommen.

Structurlose Membranen.

Die Existenz von structurlosen Membranen bei den Acephalen ist zur Zeit noch nicht bewiesen. Zweifel über die Echtheit bestimmter Schichten, welche bisher für structurlos galten, treten heute um so mehr in den Vordergrund, als bezüglich der structurlosen Häute selbst bei den Wirbelthieren, von denen einige bis vor Kurzem noch als typisch galten, z. B. die *Membrana elastica posterior*, die Meinungen getheilt sind. Für die Acephalen dünkt

mich gleichwohl eine endgültige Lösung der Zweifel nicht allzu schwierig. Besteht ihre Binde substanz in der That aus Gallertgewebe, dann wird dieselbe Gewebsform auch auf den Grenzschichten der Organe wiederzufinden sein. Und ist sie nur in geringem Maasse resistenter, als die übrige jenseits der Grenzschicht gelegene Masse, dann wird man schon mit einigem Recht von einer structurlosen Schicht sprechen können. Denn sie genügt einem grossen Theil jener Forderungen, die an solche Membranen gestellt werden, durch die Entstehung aus einem Gewebe, das structurlos ist per se, sie genügt durch den Widerstand gegen Essigsäure und durch den Mangel irgend einer faserigen Beschaffenheit. Solche Grenzschichten sind nun bei den Acephalen nicht selten. An der Aussen- und Innenfläche des Mantels, an der innersten Lage der Darmwand und der Darmleiste, an den Mundtentakeln und an der Oberfläche des Fusses bei den Najaden sind sie in dieser Form bekannt. Sie haben 15—20 μ . Dicke, erscheinen bei schwachen Vergrösserungen ³⁰⁰/₁ ganz von dem Aussehen einer structurlosen Haut und gleichen in ihrem optischen Verhalten vollkommen einer Membrana elastica posterior des menschlichen Auges, namentlich auch bezüglich der scharfen Abgrenzung gegen die tieferen Lagen. Bei Anwendung der Tauchlinsen schwindet jedoch die letztere, und im Mantel gehen die tiefen Lagen der Gallertstränge allmählich in jene Grenzschicht über. Ganz denselben Eindruck haben diese Grenzschichten auf Flemming gemacht. Er sieht seine »Gefässwand« i. e. das Gallertgewebe in ein »spärlich ausgebreitetes Gewebe von dichter Fügung unmittelbar übergehen«. In dieser Grenzschicht findet sich eine leise Andeutung von Streifen, die mit fibrillärem Bindegewebe jedoch nichts gemein haben, auch nicht von Ausläufern spindelförmiger Zellen herrühren, welche aus der Tiefe aufsteigen und etwa die Streifung verstärken. Tauchlinsen zeigen die Streifen zusammengesetzt aus Körnerreihen selbst bei ganz frischen Thieren; das steht nicht im Einklang mit unserer Vorstellung von Fasern. Betrachten wir die Streifen zur Zeit noch als Zeichen der allmählichen Dickenzunahme jener starkglänzenden Grenzschichten, so wird, wie mir scheint, der Sachlage weniger Zwang angethan. Es ist doch mit einiger Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass diese Grenzschichten mit dem Alter der Thiere wachsen. In der Jugend ausserordentlich dünn, nehmen sie mit dem Wachsthum an Dicke zu. Neue Schichten

verbinden sich mit dem schon vorhandenen und es ist sehr wohl denkbar, dass an manchen Stellen kleine Lagen einer weniger resistenten, also das Licht anders brechenden Substanz dazwischen übrig bleiben.

Doch ich will diese Deutung der so vielfach nachgewiesenen Streifen nicht weiter verfolgen; dagegen möchte ich betonen, dass bei den Acephalen bestimmte Grenzschichten von grösserer Härte existiren, die man mit gutem Grunde unter die Reihe der structurlosen Membranen rechnet, und die durch Verdichtung des Gallertgewebes entstehen, das als Binde substanz an dem Aufbau der Organe theilhaftig ist. Diese structurlosen Membranen sind also erhärtete (*sit venia verbo*) Lagen des Gallertgewebes, welche an der freien Fläche mit einem Zellenbelag versehen sind. Diese structurlosen Membranen der Wirbellosen sind homologe Bildungen jener der Wirbelthiere. Sollten die Letzteren nicht mit denselben Mitteln construiert werden?

Ich habe weiter oben structurlose Grenzschichten nur bei den Najaden an verschiedenen Organen erwähnt, es kehrt selbstverständlich dieselbe Erscheinung wieder bei allen von mir untersuchten marinen Formen. Einen ganz besonders prägnanten Charakter bekommen die Verdichtungen des Gallertgewebes in den Kiemen.

Im Respirationsorgane findet sich verdichtetes Gallertgewebe vorzüglich in zweierlei Gestalt: als solides Stäbchen, einfach oder zusammengesetzt, das sog. Stützgerüst der Kiemen; und ferner als Rohr für die Circulation des Blutes. In der letzteren Eigenschaft tritt der Charakter einer structurlosen Membran schlagend hervor. Die feinsten Röhren in den Kiemen von *Pinna* und *Pecten* haben bei einer Weite von 20 μ . eine Wand von nur 1,5 μ . Dicke; sie sind biegsam, elastisch, brechen das Licht stärker als das umgebende Gallertgewebe und gleichen vollkommen den structurlosen Membranen der Wirbelthiere. Ganz besonders interessant ist in dieser Hinsicht eine weite blutführende Röhre in der Kieme von *Pecten Jac.*, welche jedoch nur durch ein besonderes Verfahren der Betrachtung zugänglich gemacht werden kann. Es ist nämlich zuerst die Injection von Wasser, Alkohol oder *Argentum nitricum* in den Sinus branch. aff. unerlässlich. Das sackartige Gefäss bläht sich auf und kann abgetragen werden. Ohne diese Vorsicht ist das Auffinden und Isoliren unmöglich. Hat man nun durch Pinseln das Epithel entfernt, so präsentirt sich eine zarte, das Licht stark brechende

Haut von 9μ . Dicke, wie an den Falten leicht zu constatiren, und sie ist structurlos zu nennen mit demselben Recht, als irgend eine andere aus einem Wirbelthierkörper.

Es scheint mir kaum nothwendig, ausdrücklich hervorzuheben, dass über die Röhrennatur der Gebilde nicht der geringste Zweifel walten kann, denn sie sind von mir mit allen möglichen Lösungen injicirt worden.

Von diesen blutführenden Röhren bis zu den Stäbchen giebt es nun zahlreiche Uebergänge, wie ganz natürlich; die Stäbchen selbst sind in ihrer Form sehr mannigfaltig, und die verschiedensten Gestaltungen werden unter dem einen Namen zusammengefasst. Ihre Verwendungsart in der Kieme stellt dann das Stützgerüst dar. Ich spreche hier nur von dem Bau der Stäbchen, nicht von dem Stützgerüst der Kieme selbst.

Bei *Ostrea ed.* sind einzelne Stäbchen etwas platte solide Cylinder, umschliessen keinen blutführenden Hohlraum und erscheinen auf den ersten Augenblick völlig structurlos; bei genauerem Zusehen ist jedoch eine leichte Streifung zu constatiren. Aber diese Streifung macht nicht den Eindruck, als ob sie von Fibrillen herrührte, sondern so, als ob zwischen den zur Oberfläche parallelen Lagen eine das Licht schwächer brechende Substanz sich fände.

Das Stützgerüst bei *Mytilus* (Fig. 11a, Taf. XXXVII) wird von nebeneinander stehenden schmalen, ungleich dicken Platten gebildet, von denen je zwei im entgegengesetzten Sinne gekrümmt einen Kanal umschliessen. Wer Querschnitte frisch, in Alkohol oder Osmiumsäure untersucht, wird an diesen erhärteten Schichten, deren ganzes Aussehen, deren ganzer Charakter mit demjenigen structurloser Membranen der Wirbelthiere übereinstimmt, eine leichte Streifung finden, namentlich in der Nähe des Insertionsrandes. Diese Streifung ist auch auf der Flächenansicht ausgeprägt und zwar gerade in jener Region, wo die stützende Platte verdickt ist. Nach dem schon oben angedeuteten Befund, nach welchem die Stäbchen irgend welcher Art ihren Ursprung aus dem Gallertgewebe durch Verbindung oder Vereinigung festerer Züge der Grundsubstanz erkennen lassen, wird sich diese leichte Streifung kaum anders, denn als Ausdruck übereinanderliegender structurloser Schichten auffassen lassen.

Wie ausserordentlich mannigfaltig die Stäbchen sind und wie dehnbar also dieser Begriff, möge noch ein Beispiel zeigen. *Pecten*

Jac. hat ein sehr complicirtes Stützgerüst, in welchem namentlich ein Theil sehr eigenthümliche Gestalt besitzt. Er besteht aus einer Röhre, aber das Lumen gleicht einem mäandrischen Gang, dessen Wand verschiedene Dicke besitzt. Ich habe versucht, in der Fig. 11 b diesen Theil des Stützgerüsts zu skizziren, um dadurch besonders die Thatsache in den Vordergrund zu setzen, dass in den Kiemen der marinen Acephalen verdichtete Lagen der Grundsubstanz i. e. des Gallertgewebes vorkommen, mit den Charakteren structurloser Massen. Ich verkenne nicht, dass damit der Begriff structurlos sehr weit gefasst ist, allein es bleibt in diesem Fall nur die Wahl zwischen der obigen Auffassung oder der Bezeichnung »Knorpel«. Aber für die letztere Bezeichnung fehlt die übliche Beigabe von Zellen. Gäbe es in jenen structurlosen Röhren, Stäbchen und Platten, Binde substanzzellen irgend welcher Form, dann wäre der Ausdruck »Knorpel« vorzuziehen, aber die völlige Abwesenheit darf wohl als ein günstiges Zeichen mehr gelten für die Annahme, dass hier ein verdichtetes Gallertgewebe, also structurlose Röhren und structurlose Membranen vorliegen.

An Posner trat auch, wie schon an Langer und von Hessling, die Frage nach der histologischen und chemischen Beschaffenheit der »Stäbchen« heran. Die beiden letzteren Beobachter urtheilten nach der Untersuchung der Süßwasserformen, Posner hat auch die Meeresfauna in dieser Hinsicht, freilich nur an mangelhaft conservirten Exemplaren geprüft, während mir theils vortrefflich conservirtes, theils frisches Material vorlag. Ich habe schon weiter oben ausgeführt, welche Auffassung die Stäbchen der Süßwasserformen am meisten begünstigen, dass sie den Eindruck verkalkten Gallertgewebes machen; was die Stäbchen der im Meer lebenden Acephalen betrifft, so möchte ich für sie, sei es nun für die isolirt verlaufenden Röhren, sei es für die umfangreicheren Stützgerüste die Bezeichnung »verdichtetes Gallertgewebe« als histologisch am meisten zutreffend vorschlagen. Diese Bezeichnung stimmte auch mit der chemischen Beschaffenheit des Gallertgewebes der Acephalen, soweit dieselbe bis jetzt gekannt ist und mit dem ganzen Aufbau der »Stäbchen« aus der Grundsubstanz der Kieme, soweit sich derselbe am erwachsenen Thier verfolgen lässt. Hier ist ein Boden, auf dem sich die Ansichten Posner's¹⁾ und meine

1) Ich habe nur die erste Hälfte des betreffenden Passus, S. 27, citirt,

Erfahrungen begegnen; er ist ebenfalls geneigt, »die Stäbchen als locale Verdickungen des Leistengewebes aufzufassen«. Der Stand unserer Kenntnisse gestattet noch nicht, mit Bestimmtheit die histogenetische Entwicklung dieser localen Verdickungen darzulegen. Nur so viel lässt sich, wie mir scheint, hierüber sagen, dass nicht direct Zellen an dem Aufbau der Verdichtungen betheiligt sind. Einmal lässt sich, was auch Posner hervorhebt, nirgends eine Zellenspur in dem verdichteten Gewebe auffinden, und zweitens wissen wir aus der Entwicklung der structurlosen Häute, dass sich die Zellen nicht direct daran betheiligen. Man hat sie bisher als Ausscheidungsproducte aufgefasst; ob sich aber alle Erscheinungen dieser Art in diesen Rahmen bringen lassen, scheint mir nach meinen Erfahrungen an niederen Thieren mehr als zweifelhaft. Man findet zwar in dem die »Stäbchen« jeder Art umgebenden Gallertgewebe Bindesubstanzzellen, welche für die Entstehung der Intercellularsubstanz von entscheidender Bedeutung sind; ob sie aber auch dafür verantwortlich gemacht werden können, dass gerade hier verdichtete oder verkalkte Lager unter ihrer besonderen Leitung entstehen? 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 Process ebenso dunkel? Lassen

will jedoch hinzufügen, dass ich vollkommen auch mit der zweiten Hälfte übereinstimme, nach welcher die localen Verdickungen hervorgerufen werden sollen »durch Anpassung an die Skeletfunction«. In der That, die Kiemen bedürfen eines Stützgerüsts. Der Fuss bietet durch seinen Umfang, seine Muskulatur und seine Befestigung an der Schale genügenden Widerstand; dasselbe gilt vom Mantel; die Kiemenblätter, breit und lang, nur am Insertionsrand mit einem geringen Halt versehen, brauchen dagegen »Stäbchen«; verkalkte oder einfach verdichtete Streifen der Grundsubstanz, welche Knickungen und Faltungen durch das ein- und ausströmende Wasser verhindern und den Muskelbündeln geeignete Punkte zum Ansatz bieten. Es wurde schon oben erwähnt, wie stark bei manchen Formen (Pinna) die Contractionen dieser Kiemenmuskeln sein können. Der auffallende Gegensatz der »Stäbchen« zwischen den Süsswasser- und den Meeresformen, hier elastische, verdichtete Röhren und Streifen, dort verkalkte Stifte, hängt wohl von dem Medium ab und erklärt sich ungezwungen durch Anpassung. Die grössere Schwere des Salzwassers trägt schon bei geringer Unterstützung die blattartigen Respirationsorgane mit ihrem verdichteten Gallertgewebe, während das süsse Wasser eine grössere Widerstandsfähigkeit durch verkalkte Stäbchen und Einlagerung von Kalkkörnern in das Grundgewebe erfordert.

wir einstweilen das Räthsel bestehen. Drängt sich doch, wenn man die Entstehung structurloser Massen in so verschiedener Gestalt und Ausdehnung innerhalb des Gallertgewebes bei den niederen Thieren verfolgt, die Ansicht auf, dass von der Verdichtung der Grundsubstanz zu einer elastischen Faser, siehe Fig. 10 Taf. XXXVII bei Pinna, bis zur Entstehung verdichteter Stifte, Platten und Röhren ein allmählicher Uebergang hinüberleite. Wenn dem so ist, wenn Verdichtungen innerhalb der Grundsubstanz nachweisbar ohne die directe Hülfe der Zellen auftauchen, und in dem vorliegenden Falle, in den elastischen Fasern bei Pinna haben wir einen Beweis hierfür, dann stehen wir vor einer molekulären Umwandlung der Grundsubstanz, dann liegt hier ein physiologischer Akt der Intercellularsubstanz und nicht der Zellen vor uns, dann erfolgt die Bildung von Verdichtungen, von Fasern, unabhängig von Binde substanzzellen, dann sind diese wohl eine entfernte, aber nicht die nächste Bedingung für die Entstehung structurloser Membranen und structurloser Röhren. Selbstverständlich beabsichtige ich nicht die alte Lehre von Zellenausscheidungen aufzuheben und den Satz aufzustellen, dass die structurlosen Membranen nur in Verdichtungen der Grundsubstanz beruhen, aber das ist allerdings wie mir scheint dringend nothwendig, die allgemeine Giltigkeit der alten Lehre etwas zu beschränken und zu sagen: 1. Es giebt structurlose Membranen, hervorgegangen durch Zellenausscheidung; 2. es giebt structurlose Membranen, entstanden durch Verdichtung der structurlosen Grundsubstanz.

Wenn ich oben von Uebergängen zwischen elastischen Fasern oder structurlosen Membranen, Röhren und Stiften sprach, so ist es vielleicht jetzt Zeit an diese Uebergänge nochmals zu erinnern. Nirgends liegen sie nach meiner Erfahrung deutlicher zu Tage, als in den structurlosen Schichten auf der Oberfläche des Magens, des Fusses, des Mantels etc. bei den Najaden, wo auch Flemming das ausgebreitete Gewebe eine dichtere Fügung annehmen sieht. In der Tiefe umspannen Gallertbalken die Lacunen, an den Grenzflächen vereinigen sie sich zu einer derben, gleichmässigen structurlosen Schichte. Sie ist von einem Zellenlager bedeckt, aber angesichts der nachweisbaren Umgestaltung des Gallertgewebes, dürfte wohl Niemand geneigt sein, sie für eine Zellenausscheidung, i. e. für eine Ausscheidung des bedeckenden Epithels zu halten. Diese Grenzschichte hat ferner eine andere lichtbrechende Kraft, als der übrige Theil

des Gallertgewebes, sie stimmt mit derjenigen elastischer Fasern im Körper der Acephalen und im Organismus der Wirbelthiere. Die Grundlage, aus der beide entstehen, die Zwischensubstanz des Gallertgewebes, ist bei den Acephalen und streng genommen auch bei den Wirbelthieren dieselbe. Grund genug, wie mir scheint, zwischen den elastischen Fasern und den structurlosen Röhren und Membranen, zunächst wenigstens bei den Acephalen, nur eine Formverschiedenheit, nicht eine histogenetische Differenz zu erblicken.

Ueberblicken wir jetzt das Hauptergebniss der oben mitgetheilten Untersuchungen, so steht obenan der Satz:

In dem Leib der Acephalen kommt nur eine Art von Binde-substanz vor, nämlich das Gallertgewebe.

Seine Verwendung als Stützgewebe bedingt einzelne Modificationen, zoologisch ausgedrückt, einzelne Abarten, die sich je nach der Festigkeit, dem Charakter der Zellen, oder der Veränderung innerhalb der Intercellularsubstanz in bestimmtester Weise von einander unterscheiden.

Die verschiedenen Formen des Gallertgewebes werden am leichtesten nach der Beschaffenheit der Zwischensubstanz auseinander gehalten, wobei die Beschaffenheit der Zellen als unterstützendes Moment hinzukommen kann.

Es giebt:

Gallertgewebe mit gleichmässiger derber Zwischensubstanz und Spindelzellen (Darm und Darmleiste), Fig. 4, Taf. XXXVI.

Gallertgewebe dessen Zwischensubstanz zu Gallertbalken und Gallertfäden umgewandelt ist, das jedoch wie das vorige, kein oder nur wenig Pigment enthält. (Mantel, rothbraunes Organ). Die Gallertfäden umgrenzen Räume für die Circulation des Blutes, und können mit Rund- oder mit Spindelzellen oder mit beiden zugleich durchsetzt sein. Fig. 5, 6 und 7.

Gallertgewebe, dessen Zwischensubstanz, Gallertbalken und Gallertfäden auffallend pigmentirt ist, Fig. 8 (Eingeweidesack).

Gallertgewebe in äusserst geringer Menge, als Kittsubstanz auftretend, im Innern der Muskeln und Nerven. Fig. 9.

Gallertgewebe in Form von structurlosen Mem-

branen, Stäben und Röhren (Oberfläche der Organe und Kiemen der Meeresformen).

Gallertgewebe mit Kalk imprägnirt:

- a) Einlagerung von Körnern, Fig. 1, Taf. XXXVI;
- b) Verkalkung der Stäbchen, (Kiemen der Najaden).

Man sieht, in der Aufzählung der verschiedenen Erscheinungsformen des Gallertgewebes bei den Najaden oder allgemeiner ausgedrückt der Acephalen, spreche ich nicht von Fibrillen, nicht von fibrillärer Beschaffenheit, weil eben abgesehen von elastischen Fasern das Gewebe überall die Eigenschaften des Gallertgewebes an sich trägt. Gleichwohl ist eine Verständigung über gewisse Bezeichnungen nothwendig, denn es ist mehr als wahrscheinlich, dass von mancher Seite das, was ich als Gallertfaden bezeichnet habe, für eine Fibrille aufgefasst werden wird, und doch sind beide Dinge total verschieden. Fibrille ist eine leimgebende, durch Verdichtung der Intercellularsubstanz hervorgegangene Faser, typisch für die Wirbelthiere, einmal entstanden aus dem Gallertgewebe ist sie also namentlich ein chemisch ganz verschiedenes Product der formativen Thätigkeit, während der Gallertfaden oder der Gallertstrang unverändertes Gallertgewebe ist, nur eine isolirte Verbindungsbrücke zwischen andern Lagern derselben Substanz, ein unveränderter Theil dieser embryonalen Binde substanzform, bei dem keine Verdichtung, keine chemische Veränderung stattgefunden hat.

Die elastischen Fasern, welche in dem Gallertgewebe der Acephalen auftreten, nennt man aber weder hier noch bei Wirbelthieren Fibrillen, sie werden stets durch ein epitheton significans vor jeder Verwechslung geschützt.

Ich betone dies, um die Gallertfäden auch vor der Verwechslung mit elastischen Fasern zu schützen. Der Gegensatz dieser beiden Attribute des Gallertgewebes dürfte übrigens hinreichend deutlich in den Figuren 5, 6 und 7 g und e ausgedrückt sein.

Das Gallertgewebe der niederen Thiere hat, so lange es eine Bindegewebsfrage giebt, das Material geliefert, um die Anschauungen über die Stellung der Zellen zu der Intercellularsubstanz zu prüfen. Das Gallertgewebe der Acephalen ist davon nicht ausgenommen. Es wurde schon oben erwähnt, dass Flemming und Posner gerade auf Grund der Untersuchung dieser Wirbellosen ihr Votum auch bezüglich der schwebenden Hauptfragen bei den Wirbelthieren abge-

geben haben. Die Entscheidung dieser Fragen ist aber heute schwieriger als je. Eine Reihe von Entdeckungen auf dem Gebiet der menschlichen Histologie, lehrten, um mich kurz auszudrücken, einen neuen Bestandtheil des Bindegewebes kennen, die sogenannte Häutchenzelle. Durch den Scharfsinn der Beobachter ist dieses Element des Bindegewebes nahezu in allen Organen des Wirbelthierkörpers nachgewiesen worden. Seine Form ist genügend bekannt, und eine Beschreibung desselben kann hier unterbleiben, um so mehr als es in der Hauptsache von den meisten Beobachtern übereinstimmend geschildert wird. Wohl in der vollendetsten Weise sind diese Gebilde von Axel Key und G. Retzius¹⁾ in ihrem jüngst erschienenen grossen Atlas abgebildet worden. Zwei Thatsachen treten mit besonderer Schärfe hervor:

1. Dass die Häutchenzelle in der Regel aus drei Theilen besteht, nämlich: Kern, Protoplasma und einer structurlosen Substanz: dem eigentlichen Häutchen.

2. Dass sie völlig unabhängig ist von den Fibrillen des Bindegewebes.

Gerade die letztere Thatsache hat sich jedem Beobachter so unwiderstehlich aufgedrängt, dass die histologische Deutung dieser Gebilde zum grössten Theile sich für die endotheloide Natur derselben entscheidet. Die Häutchenzellen sind nach dieser Auffassung endothelähnliche Zellen, welche die Spalten des Bindegewebes, durch welche das allgegenwärtige Lymphsystem zieht, auskleiden.

Es ist durch die Arbeiten der letzten Jahre ferner nachgewiesen worden, dass in dem Bindegewebe aller Orten Spalträume für den Lymphstrom sich finden, und es ist ferner wie mir scheint zweifellos, dass in und an diesen Spalten die Häutchenzellen liegen, und doch kann man ein Gegner der eben mitgetheilten Deutung sein, welche bei Löwe am schärfsten hervortritt; wenn er sagt: »Alles Bindegewebe besteht aus Membranen seröser Natur, und alle Spalten im Bindegewebe des Körpers sind seröse Höhlen«; und »der Typus des Bindegewebes ist nicht durch die Faser, sondern durch die Membran repräsentirt«. Diese Auffassung wäre richtig, wenn erwiesen wäre, dass die Häutchenzellen endothelähnliche Gebilde sind. Dieser Beweis ist aber noch keineswegs erbracht, die endothelähn-

1) Axel Key u. G. Retzius, Studien in der Anatomie des Nervensystems u. des Bindegewebes. I. Hälfte mit 39 Tafeln.

lichen Zeichnungen um die Häutchenzellen an den Spalträumen sind von mehreren Seiten geradezu bestritten. Ich selbst finde, dass z.B. jene Silberlinien, welche Löwe¹⁾ Taf. IX Fig. 7 u. 8 dargestellt hat, mit den Häutchenzellen nichts zu thun haben, diese liegen unter dem Endothel.

Das Verhalten dieser seltsamen Zellen zu dem Lymphstrom gleicht genau derjenigen Anordnung der Binde substanzzellen, die ich aus dem Mantel der Acephalen Fig. 7 Taf. XXXVII dargestellt habe. Hier wie dort liegen sie theils mit einer Fläche in dem Spaltraum, theils sind sie, und das scheint viel häufiger zu sein, in die Gallertbalken vollkommen eingeschlossen, sind hier wie dort innerhalb jene structurlose Substanz eingesenkt, welche mit dem körnigen Protoplasma zusammenhängt, liegen also in jenen Häutchen, die ihnen den apparten Namen »Häutchenzellen« eingebracht haben. Diese an dem Kern und dem Protoplasma hängenden Häutchen sind aber namentlich an der Arachnoidea von grosser Ausdehnung, sind wirklich membranös, haben jedoch mit Endothelzellen nicht das Mindeste gemein, verdienen auch nicht, wie ich glaube, den Namen endotheloid. Diese Anhänge oder diese häutchenartigen Grundlagen der hier in Frage kommenden Zellen sind ein Bestandtheil des Bindegewebes, sowohl bei den Wirbellosen als bei den Wirbelthieren, der völlig unabhängig ist von der Circulation der Lymphe. Das zeigt namentlich das Vorkommen solcher Zellen, wo man vergebens nach interstitiellen Lücken suchen wird, siehe Fig. 4 (Darmleiste von Anodonta), oder beim Menschen im Innern der Arachnoideal- und Duralbalken, wie sie sich Jedem vorurtheilsfreien Beobachter in grosser Zahl bieten werden, und wie sie auch Axel Key und G. Retzius in dem erwähnten Werke S. 127 ausdrücklich erwähnen. »Zuweilen sieht man auch einzelne Kerne mit dem ihnen zugehörigen Protoplasma rest im Innern der Balken, sogar mitten im Fibrillenbündel«. Ich sehe sie ferner in Mitten der subcutanen Bindegewebsbündel vom Kaninchen, wofür die Darstellungen Flemmings²⁾ und seine Figg. 2 u. 3 als Belege gelten können — dort, wo eben von keinen interstitiellen Lücken, von keinen Lacunen die Rede sein kann, mit

1) Flemming, W., Beiträge zur Anatomie u. Physiologie des Bindegewebes. Archiv f. mikr. Anat. XII. Bd. 1876. S. 392.

2) Zur Histologie des Bindegewebes. Löwe, L., Sep.-Abdr. a. d. Med. Jahrb. III. Heft 1874.

einem Wort, die fixen Zellen des Bindegewebes oder diese Häutchenzellen liegen auch an Stellen, wo nachweisbar der endotheloide Charakter vollkommen fehlt. Andererseits sind diese Häutchen bisweilen unabhängig von Zellen nachzuweisen, wie in jenen eigenthümlichen Höhlen der Dura, die nicht mit dem Lymphgefäßssystem zusammenhängen, sich niemals durch Einstich injiciren lassen, und in denen selbst den schwedischen Forschern der Nachweis eines Endothels misslang (Taf. XXIII und S. 166 u. f.). Das und die Homologie bei den Acephalen, bei denen die Binde substanz und die interstitiellen Lücken ohne jede Spur von Endothelien oder endotheloiden Zellen vorliegen, ebenso wie bei den Vertebraten, sind für mich Hauptgründe, an dem endotheloiden Charakter der fixen Zellen zu zweifeln.

Es giebt aber auch noch andere Thatsachen, welche entschieden gegen eine Zusammenstellung dieser fixen Bindegewebszellen mit endothelartigen Gebilden sprechen, nämlich der Charakter der Zellen selbst.

Schon oben wurde erwähnt, dass die sogenannten Häutchenzellen in der Regel, nicht immer, aus drei Abschnitten bestehen: Kern, Protoplasma und einer wechselnden Menge einer mit dem Protoplasma verbundenen structurlosen Substanz, dem eigentlichen Häutchen. Am auffallendsten tritt das Letztere hervor an den Häutchenzellen der Sehne (Grünhagen) oder an manchen Balken der Arachnoides. Siehe den Atlas von A. Key u. G. Retzius Taf. X. Fig. 4. Taf. XI. Fig. 1. Darf man aber angesichts der embryonalen Zellen Nabelstrang, Omentum etc. beim Menschen, ferner der ihnen in histologischer und physiologischer Bedeutung zunächst verwandten, aber im reifen Gewebe nachweisbaren Spindelzellen bei den Acephalen, darf man angesichts der überall vorkommenden Rundzellen, wie im Gallertgewebe der Wirbelthiere und Wirbellosen, angesichts der Knorpelzelle, sei's bei Menschen oder Cephalopoden, diese Häutchen so schlechthin als einen Theil der Zelle betrachten? Ich für meinen Theil antworte entschieden mit Nein. Man müsste sonst consequent dies in allen Fällen thun; wo bliebe dann aber bei dem embryonalen Gewebe der Wirbelthiere oder dem Gallertgewebe der Wirbellosen die Zwischensubstanz?

Die Bindegewebstheorie Max Schultze's lässt uns, wie mir scheinen will, in diesem Falle theilweise im Stich. Bei ihrem Aufbau waren diese eigenthümlichen Häutchenzellen noch nicht entdeckt, sonst wäre zwar nicht dem Kern und dem Protoplasma, aber

vielleicht dem Häutchen eine andere Deutung gegeben worden; denn offenbar liegt hier der Fall vor, wo ein Theil des Protoplasma sich nicht in Fibrillen verwandelt hat, wo die Grundsubstanz etwas anderes darstellt, als das in Fibrillen umgewandelte Protoplasma wandungsloser und bis zur Verschmelzung genäherter Embryonalzellen. Max Schultze hatte über die fixen Zellen des Bindegewebes andere Erfahrungen gemacht. »Wie bei der Entwicklung der Muskelfasern Reste unveränderten Protoplasmas zwischen den Fibrillen übrig bleiben und sich namentlich um die Kerne ansammeln, so bleibt auch bei den Zellen, deren Protoplasma sich in fibrilläres Bindegewebe umwandelt, ausser dem Kern noch ein wenig unverändertes Protoplasma übrig, welches ersteren in freilich oft sehr geringer Menge umhüllt«. Dies sind die, gleich den Muskelkörperchen, wandungslosen Bindegewebs- oder Sehnenkörperchen. M. Schultze hatte sich überzert, dass die embryonale Zelle als Kern mit spärlichem Protoplasma im reifen Thier fortexistire, der übrige Theil sich in Fibrillen umwandle. Wie nun, nachdem es sich herausgestellt hat, dass überdies ein Häutchen, sagen wir ein structurloses Häutchen, sich neben den Fibrillen erhält, bald grösser, bald kleiner, bald mehr in der Form einer structurlosen Platte, auf der Kern und Protoplasma festsitzen, bald als eine mit structurlosen sich theilenden Fortsätzen versehene membranartige Ausbreitung?

Posner wirft die Vermuthung auf, ob denn nicht für die Bidesubstanz der Acephalen der Satz zu vertheidigen wäre, dass entsprechend dem phylogenetisch niederen Stadium ein gleichsam in Permanenz erklärter embryonaler Zustand vorliege? Nach meiner Auffassung dieser Bidesubstanz halte ich diese Ansicht für unanfechtbar. Das Gallertgewebe, die embryonale Form der Bidesubstanz bei den Vertebraten, bleibt in der That bei den Acephalen in Permanenz und selbst die weitgehendsten Veränderungen sind nicht im Stande, diesen Typus zu verwischen. Bei den Wirbelthieren verliert das Gallertgewebe seine embryonale Beschaffenheit und geht in fibrilläres leimgebendes Bindegewebe über, aber ein kleiner Theil des Gallertgewebes der strukturlosen embryonalen Grundsubstanz bleibt zurück und bleibt während des ganzen Lebens nachweisbar, theils als »häutchenartiger« Anhang an die wandungslose fixe Bindegewebszelle, theils als Kittsubstanz um die leimgeben-

den Fibrillen und Fibrillenbündel in grösserer oder geringerer Menge¹⁾.

Wenn ich Flemming recht verstehe, so ist er eigentlich auf dem Weg, zu derselben Anschauung über die Natur der Häutchenzellen zu gelangen. In dem schon oben citirten Artikel »Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Bindegewebes, enthüllt er offen die vielfachen Bedenken«, die der endotheloiden Auffassung der Zellen und derjenigen eines »lamellosen Bindegewebes« sich entgegenstellen. Er kann zwar oft Zellplatten mit scharfgeschnittenen Rändern, aber keine zusammenhängende Membranen nachweisen, S. 401, er sieht Lymphbahnen, in welche hier und da eine abgelöste Häutchenzelle hineinragt, aber das Endothel oder eine endotheloide Zeichnung fehlt diesen Räumen, S. 404. »Jede Abgrenzung der Zellen oder der kernhaltigen Residuen (!) in den Bindegewebsräumen wäre willkürlich, denn es sind keine Grenzen der Zellen zu erkennen, und nach der Art, wie die Präparate gefertigt wurden, liegt auch die Annahme am nächsten, dass es hier keine scharfen Grenzen giebt« (S. 407) etc., mit einem Wort, er deckt mit höchster Objectivität die Widersprüche auf, welche in der Deutung dieser Häutchenzellen gegenüber dem mikroskopischen Bilde hervortreten.

1) Ich habe damit eine schon sehr wesentliche Verbreitung des Gallertgewebes bei den Wirbelthieren hervorgehoben. Es ist hier nicht der Ort, des Weiteren auf diese Seite der Frage einzugehen, nur auf eine interessante Erscheinungsform möchte ich noch hinweisen, weil sie homologe Bildungen des Gallertgewebes in ihrer weiten Verbreitung erkennen lässt. A. Key und G. Retzius haben in Lacunen der Dura Gewebsbälkchen nachgewiesen, Gallertfäden, wie ich sie genannt und oben in den Figuren 1, 5 und 6 abgebildet habe. Sie bestehen in den eben genannten Organen aus Protoplasma, Kern + Gallertgewebe, ebenso wie bei den Acephalen, die Substanz ist derber, aber sonst nach Wesen und Beschaffenheit identisch. Bei Key und Retzius sind die betreffenden Abbildungen auf Taf. XXIII, Fig. 8 und Fig. 9 b unten und links zu finden. Die erwähnten Lacunen stammen aus der Umgebung des Sinus transversus und sind von eigenthümlichen, steifen verzweigten Fasern durchspannen, welche mit trompetenförmig erweiterten Füßen an der Wand sich inseriren. Die Fasern sind den elastischen sehr ähnlich. Zuweilen sind diese Balken relativ grob, zuweilen aber so fein, dass man sie bei stärkster Vergrößerung kaum wahrnehmen kann. Ich füge aus der sorgfältigen Schilderung aller Details (S. 167) nur noch die weitere Mittheilung hier an, dass das zwischen den Lacunen befindliche Bindegewebe wie sonst »fibrillär« gebaut ist, und zwischen seinen Bündeln die gewöhnlichen Zellenformen und elastischen Fasern enthält.

Die vergleichend-histologische Untersuchung der Binde substanz führt auch in diesem Falle, wie ich glaube, eine Verständigung auf dem Boden der Thatsachen herbei und wenn nicht alle Zeichen trügen, liegt sie in der eben angedeuteten Auffassung, nach welcher das sogenannte Bindegewebe der Wirbelthiere aus Fibrillen, Gallertgewebe und Zellen besteht, die letzteren im Sinne M. Schultze's aufgefasst.

Unter solchen Umständen wird jedoch die jetzt herrschende Theorie über die Entstehung der Fibrillen eine Abänderung erfahren müssen. Wenn das embryonale Gallertgewebe bei den Wirbelthieren gerade in der Umgebung der Zellen als Platte oder Häutchen persistirt, wenn die Zellen von den Fibrillen durch eine dünne in Säure widerstandsfähige Schichte getrennt sind, so wird die neuere Lehre M. Schultze's der älteren von Henle, Virchow und Donders weichen müssen. Denn es ist doch wohl unwahrscheinlich, dass ein und dieselbe Zelle strukturlose Substanz bildet und noch dazu zahllose Fibrillen. Es kann nur eines von beiden richtig sein, und ich stelle mich unbedingt auf Seite Rolletts¹⁾, der in der jüngsten Zeit die Fibrillen unabhängig von Zellen entstehen lässt.

Ich wollte übrigens an dieser Stelle die Consequenzen, zu denen meine Auffassungen der Natur der Häutchenzellen führt, nur andeuten, nicht weiter ausführen. Jedoch darf ich bemerken, dass auch diese Blätter manche Thatsachen enthalten, welche für eine Umgestaltung der herrschenden Lehre über die Entstehung der Fibrillen von Belang sind.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXXVI und XXXVII.

Taf. XXXVI.

Fig. 1. Flächenschnitt zur Kieme von *Anodonta cygnea*, theils nach einem frischen Präparat (nach dem Frieren), theils nach einem Osmium-Präparat gezeichnet; die Endothelien bei k in dem geöffneten Theil des kammförmig verlaufenden Gefässes sind einer Silberfärbung nachgebildet. Seibert VII (Immersion). Ocul. 2. Das Gefäss k ist um

1) Rollett, A., Artikel: Von den Binde substanz in Strickers Handbuch S. 65.

Raum zu gewinnen etwas enger dargestellt, als es bei dieser Vergrösserung erscheint. Die hellen rundlichen Massen in dem Gallertgewebe der Kieme sind kohlensaurer Kalk mit organischer Grundlage.
g Gallertfäden.

gb Gallertstränge oder Gallertbalken.

k Kammförmig verlaufendes Kiemengefäss.

q Sinöse Erweiterungen der Queranastomosen.

q* Endothelähnliche Zeichnung auf der Innenfläche einer sinösen Erweiterung.

s Spindelzellen in dem Gallertgewebe.

w Oeffnungen für den Durchtritt des Wassers, schematisch an ein paar Stellen angedeutet.

Fig. 2. Endothelzeichnung an Kiemengefässen. Seibert V. 2.

a) *Pinna mauricata* (aus Triest).

b) *Mytilus galloprovincialis* (aus Triest).

Fig. 3. Capillare Gefässe aus dem Mundtentakel der Anodonta.

a) schwache Füllung mit präcipitirtem Karmin und Glycerin,

b) starke Füllung mit löslichem Berlinerblau.

Fig. 4. Gallertgewebe aus der Darmleiste von Anodonta. Schnitt durch das gefrorene Organ. Der helle scharf umgrenzte Raum in der Mitte ist der Querschnitt eines Gefässes. Tauchlinse Seibert VII. 2.
e Elastische Fasern.

m Muskelzellen.

s Spindelzellen.

r Rundzellen.

Fig. 5. Gallertgewebe aus dem rothbraunen Organ. In den breiten Gallertbalken liegen Haufen von Rundzellen, in den schmalen Gallertfäden, welche die Lacunen l überbrücken, lassen sich Spindelzellen s erkennen. Seltsam sind Bilder wie bei l*. Diese Lacune gleicht unter dem Mikroskop einer grossen blassen Zelle, an deren rechter Hälfte das Protoplasma mit Kern zu liegen scheint. Seibert V. 1.

gb Gallertbalken.

h Hohlräume in denen die Rundzellen liegen.

l Lacunen.

m Muskelbündel.

r Rundzellen.

s Spindelzellen.

Taf. XXXVII.

Fig. 6. Gallertgewebe aus dem Mundtaster von *Mytilus galloprov.* Alkoh.-Wasser-Glycerinpräparat. Die zarten Begrenzungen der Lacunen l bestehen aus höchst durchsichtigem Gallertgewebe, durch das äusserst feine Muskelfäden geradlinig ziehen. Die Zellen

innerhalb der Gallertbalken haben in einem feinkörnigen Protoplasma einen runden deutlichen Kern. Seibert VII. 1. l und m wie früher.

Fig. 7. Gallertgewebe aus dem Mantel von *Anodonta*. Seibert VII. 1. Die Lacunen sind für diese Vergrößerung etwas zu klein ausgefallen.

b Blutkörperchen.

c Durch Osmiumsäure coagulirtes Eiweiss.

g, l und m wie in der Fig. 5.

Fig. 8. Gallertgewebe zwischen den Organen des Eingeweidesackes, pigmentirt, in den Gallertbalken spärlich Rund- und Spindelzellen. Seibert VIII. 2.

gb, l, r, s wie in Fig. 5.

Fig. 9. Muskelbündel aus dem Adductor von *Anodonta*. Seibert VII. 1. m Muskelfasern.

s Spindelzellen des intramusculären Gallertgewebes.

Fig. 10. Gallertgewebe aus dem Mantel von *Pinna mauricata*.

m Muskelbündel bedeckt von einer dünnen Schichte Gallertgewebes mit Spindel- und Rundzellen und elastischen Fasern.

Fig. 11. Verdichtetes Gallertgewebe.

a) Die rechte Hälfte des Stützgerüsts eines Kiemenfadens bei *Mytilus* schief liegend, nach Wegnahme des umgebenden Gallertgewebes und der Epithelien.

b) Ein Theil des Stützgerüsts von *Pecten Jacobaea* mit einem mäandrischen Kanal im Innern, nach oben Insertion von Gallertfibrillen.

Ueber unmittelbare Einmündung kleinster Arterien in Gefässäste venösen Charakters.

Von

Prof. **H. Hoyer**

in Warschau.

Hierzu Tafel XXXVIII und XXXIX.

Vor einer Reihe von Jahren stellte ich zahlreiche Versuche mit verschiedenen Harzlösungen an, um eine Injectionsmasse für Corrosionspräparate ausfindig zu machen, die leichter und bequemer zu handhaben wäre, als die bisher allgemein angewandten Compositionen. Nach vielen vergeblichen Bemühungen stiess

Fig. 7.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 6.

Fig. 11.

Fig. 8.