

Über die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gastropoden (einschließlich der Pteropoden).

Zweiter Theil¹.

Von

Dr. Paulus Schiemenz in Neapel.

Mit Tafel 16 u. 17.

Litteraturverzeichnis.

- Barrois, Théodore, **1.** Contribution à l'étude des glandes byssogènes et des pores aquifères chez les Lamellibranches. Compt. rend. T. 100. p. 188—190. [Vorl. Mittheilung zu **2.**]
- **2.** Les glandes du pied et les pores aquifères chez les Lamellibranches. Lille, L. Danel 1885. 40. 169 pag. 10 Taf.
- Blundston, Edwin Richardson, On the occurrence of glycogen as a constituent of the vesicular cells of the connective tissue of Molluses. Proc. R. Soc. London. Vol. 38. p. 442—445.
- Brock, J., Die Entwicklung des Geschlechtsapparates der stylommatophoren Pulmonaten nebst Bemerkungen über die Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger anderer Organsysteme. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 44. p. 333—395. Taf. 22—25.
- Bourne, Alfred Gibbs, On the supposed communication of the vascular system with the exterior in *Pleurobranchus*. Q. Journ. Micr. Sc. (2.) Vol. 25. p. 429—432. Taf. 29.
- Carrière, Justus, Die postembryonale Entwicklung der Epidermis des *Siredon pisciformis*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 24. p. 19—49. Taf. 2—3.
- Cattie, J. Th., Les Lamellibranches recueillis dans les courses du »Willem Barents« durant les mois de Mai à September 1880 et 1881. Bijdr. Dierk. Nat. Art. Mag. Amsterdam. 13. Af. Onderzoek. W. Barents. 4. Ged. 48 pag. 4 Taf.
- Fleischmann, A., **1.** Über die Bewegung des Fußes der Lamellibranchiaten. Zool. Anz. 8. Jahrg. 1885. p. 193—195. [Vorl. Mittheilung zu **2.**]
- **2.** Idem. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 42. p. 367—431. Figg.
- Fol, H., Sur l'anatomie microscopique du Dentale. Compt. rend. T. 100. p. 1352—1355.

¹ Vgl. den 1. Theil. Diese Zeitschrift. Bd. 5. 1884. p. 509—543.

- Griesbach, H., 1. Über Wasseraufnahme bei Mollusken. Tagebl. 58. Vers. D. Naturf. u. Ärzte. p. 405—408. [Nebst Discussionen von J. CARRIÈRE und E. ZIEGLER.]
- 2. Zur Frage: Wasseraufnahme bei den Mollusken. Zool. Anz. 8. Jahrg. 1885. p. 329—332.
- Haller, Béla, Beiträge zur Kenntnis der Niere der Prosobranchier. Morph. Jahrb. Bd. 11. p. 1—53. Taf. 1—4.
- Hanitsch, Richard, Die Wasseraufnahme bei *Cyclas* und *Anodonta*. Inaug.-Diss. Jena 1884. 80. 38 pag. 1 Taf.
- Lacaze-Duthiers, Henri de, 1. Histoire de l'organisation et du développement du Dentale. VI. Appareil de la circulation. Ann. Sc. Nat. (4.) T. 7. p. 1—40. Taf. 2—4.
- 2. Note sur l'anatomie du Dentale. Compt. rend. T. 101. p. 296—300.
- 3. Sur les *Phoenicurus*. Ibid. p. 30—35.
- 4. Contribution à l'histoire du Phoenicure. Arch. Zool. Expér. (2.) T. 4. p. 77—108. Taf. 4 u. 4^{bis}.
- Leydig, Franz, 1. Die Hautdecke und Schale der Gastropoden nebst einer Übersicht der einheimischen Limacinen. Arch. f. Naturg. 42. Jahrg. 1876. p. 209—292. Taf. 9—16.
- 2. Zelle und Gewebe. Neue Beiträge zur Histologie des Thierkörpers. Bonn, Strauss. 1885. 80. 219 pag. 6 Taf.
- Nalepa, Alfred, Die Interzellulargänge des Epithels und ihre physiologische Bedeutung bei den Pulmonaten. Sitz.-Ber. Akad. Wien. Bd. 88. 1. Abth. p. 1180—1189. 1 Taf.
- Roule, Louis, Recherches histologiques sur les mollusques lamellibranches. Journ. Anat. Phys. Paris. 23 Année. 1887. p. 31—86. Taf. 4—8.
- Sarasin, C. F. und P. B., Notiz über directe Communication des Blutes mit dem umgebenden Medium. Arb. a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. Bd. 8. p. 94—101.
- Stepanoff, Paul, Über die Geschlechtsorgane und die Entwicklung von *Cyclas*. Arch. f. Naturg. Jahrg. 31. 1865. p. 1—32.
- Vayssière, A., 1. Recherches anatomiques sur les mollusques de la famille des Bullidés. Ann. Sc. Nat. (6.) T. 9. Art. No. 1. 123 pag. Taf. 1—12.
- 2. Recherches zoologiques et anatomiques sur les mollusques opisthobranches du golfe de Marseille. I. Part. Tectibranches. Ann. Mus. H. Nat. Marseille. T. 2. Mém. No. 3. 181 pag. 6 Taf.
- Wegmann, Henri, Contributions à l'histoire naturelle des Haliotides. Arch. Zool. Expér. (2.) T. 2. p. 290—378. Taf. 15—19.
- Ziegler, H. Ernst, Die Entwicklung von *Cyclas cornea* Lam. (*Sphaerium corneum* L.) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 41. p. 525—569. Taf. 27—28.

Seit der Veröffentlichung des ersten Theiles meiner Untersuchungen über die Wasseraufnahme bei *Natica josephina* bis zur Herausgabe des gegenwärtigen zweiten Theiles ist ein größerer Zeitraum verflossen, als ich ursprünglich beabsichtigt hatte, und gar mancher Gegner der Wasseraufnahme hat sich wohl der Hoffnung hingegeben, dass der in Aussicht gestellte zweite Theil nie erscheinen und die

ganze Frage nach der Wasseraufnahme überhaupt bald aus der Discussion verschwinden würde. Dem ist nun aber nicht so; im Gegentheil hoffe ich, dass es mir im Folgenden gelingen wird, die »alte rohe Ansicht von der Existenz eines besonderen Gefäßsystems, welches das zur Schwellung erforderliche Wasser in den Molluskenfuß einführt«, allerdings vor der Hand nur für *Natica* wieder zur vollen Geltung zu bringen. Vorher möchte ich jedoch derjenigen Arbeiten, welche inzwischen erschienen sind, mit einigen Worten gedenken und dabei auch frühere Angaben, welche von mir bisher übersehen oder absichtlich unberücksichtigt gelassen wurden, heranziehen.

Während STEPANOFF trotz alles Nachsuchens die von LEYDIG bei *Cyclas* beschriebenen Intercellulargänge nicht finden konnte, ihre Existenz freilich nicht in Abrede zu stellen wagt, hatte CARRIÈRE mehr Glück. Es gelang ihm, an der lebenden *Cyclas* diese Gänge zu sehen, allein er konnte sie nur bis in die Nähe des Cuticularsaumes verfolgen, wo sie ihm zu endigen schienen. Wir sehen also hier eine Übereinstimmung mit den Beobachtungen NALEPA's, an dessen Präparaten die Injectionsmasse in den Intercellularräumen ja auch meist nur $\frac{2}{3}$ von der Höhe der Zellen erreichte. Bezüglich der physiologischen Bedeutung dieser Intercellulargänge bemerkt CARRIÈRE ausdrücklich, dass er selbst dann, wenn er auch zugeben wollte, dass die Intercellularräume röhrenförmige Spalten seien, welche sich nach außen öffnen, nicht eine Aufnahme von Wasser, sondern nur ein Austreten desselben durch die genannten Poren für möglich halten würde. CARRIÈRE ist vielmehr der Überzeugung, die Wasseraufnahme gehe bei den Landschnecken in derselben Weise, wie die schnelle Wasseraufnahme durch das Darmepithel der Säugethiere vor sich, nämlich durch den Körper der Zellen hindurch und nicht durch Lücken zwischen denselben. ZIEGLER fand ebenfalls bei *Cyclas* keilförmige Spalten zwischen den Epithelzellen; ihr spitzes Ende lag immer etwas vom Rande entfernt. Er konnte niemals einen canal- oder spaltförmigen Hohlraum bis nach außen verfolgen. Die Vettern SARASIN sahen bei *Planorbis* und *Paludomus* die LEYDIG'schen »Röhrchen«, welche sowohl nach außen als auch in das subepitheliale Gewebe frei mündeten. Sie seien aber so feine Capillaren, dass einer raschen Aufnahme von Wasser durch sie selbst dann noch die Capillaradhäsion einen unbesiegbaren Widerstand entgegensetzen würde, wenn ein Pumpapparat vorhanden wäre, der aber doch fehle. Nach Ansicht der Verff. dient die unmittelbare Communication des Blutes mit dem Wasser lediglich der Athmung, und es findet durch

diese Röhren ein beständiger osmotischer Austausch zwischen Blut und Wasser statt. Irgend eine Begründung, von einem Beweise gar nicht zu reden, bringen die Verff. für ihre »Ansicht« nicht bei und sie scheinen gänzlich übersehen zu haben, dass genannte Thiere ganz bestimmte Athmungsorgane besitzen. Wenn diese für die Athmung und den osmotischen Austausch nicht genügten, zu welcher Annahme aber wirklich gar kein Grund vorliegt, so wäre es doch einfacher, diese Organe zu vergrößern resp. zu modificiren, als sich eine neue, so außerordentlich complicirte und für diesen Zweck wenig praktische Vorrichtung anzueignen. Es wäre wirklich im Interesse der Lösung der vorliegenden Frage zu wünschen, dass man endlich damit aufhören möchte, allerhand »Ansichten« und »Meinungen« aufzutischen, welche man weder begründet noch beweist und welche einer Kritik gegenüber nicht Stand halten. Es leuchtet von selbst ein, dass ganz dieselben Bedenken, welche FLEISCHMANN gegen die Wasserporen geltend gemacht hat, auch hier zu erheben sind. Wenn nämlich das Thier versuchte, einen Turgor im Fuße herzustellen, so würde das Blut durch diese »Röhren« trotz der Capillaradhäsion allmählich entweichen und eine längere Schwellung unmöglich machen. Da nun aber thatsächlich die Schnecken und Muscheln sehr lange Zeit hindurch den Fuß im turgescirenden Zustande erhalten, so folgt daraus, dass diese »Röhren« während desselben geschlossen sein müssen. Dass sie beim contrahirten Fuß geschlossen sind, wo die Epithelzellen und die Muskeln so dicht zusammengepresst sind, ist selbstverständlich. Diese »Röhren« sind also bei den Schnecken, wo der Fuß fast immer entweder geschwellt oder contrahirt ist, geschlossen, mithin überflüssig, und eine Communication zwischen dem Blute und dem umgebenden Wasser ist durch sie unmöglich.

LEYDIG (2) bleibt seinen Behauptungen von den Intercellulargängen trotz der von mancher Seite dagegen erhobenen Bedenken treu und sucht sie durch Hinweis auf die Untersuchungen von NALEPA zu stützen. Wir werden indessen später sehen, dass ich gerade diese Untersuchungen gegen LEYDIG verwerthe, und NALEPA mag dann selbst entscheiden, auf wessen Seite er sich stellen will. Auch an *Ancylus lacustris* und *Limnaea stagnalis* hat LEYDIG diese Gänge gesehen und neben der directen Wasseraufnahme durch sie etablirt er jetzt noch eine andere. Er hat sich nämlich davon überzeugt, dass die Epithelzellen nach außen feinste Löchelchen haben können oder porös sind, und dass andererseits die Zellkörper einwärts ebenfalls porös sind und auf solche Weise in offener Verbindung mit den Inter-

cellulargängen stehen. Er nimmt nun an, das Wasser könne auch durch den Zellkörper selbst den Weg finden, um von da erst in die Inter-cellulargänge zu gelangen. Sollte LEYDIG mit der Aufstellung dieser neuen Wasseraufnahme vielleicht seinen Übertritt zu der Auffassung von CARRIÈRE allmählich einleiten? Die von mir bei *Natica* beschriebenen Poren hält er einstweilen (ein Grund wird nämlich vorläufig nicht angegeben) nur für Abfluss- und nicht für Aufnahmeporen. Ich sehe nun freilich nicht ein, warum *Natica* sich für Aufnahme und Abgabe des Schwellungswassers je besondere Poren hat anzüchten sollen; es wäre doch viel einfacher, dieselben Poren für beide Vorgänge zu benutzen. LEYDIG meint ferner, »Jeder, der nur einige Kenntnis von dem Bau der Gastropoden hat«, müsse sich sagen, dass das aufgenommene Wasser in die Bluträume gelange. Es mag sein, dass nur meine Unkenntnis betreffs des Gastropodenbaues mich an dieser Communication zweifeln lässt, aber ich tröste mich mit dem Umstande, dass ich mich dabei in der besten Gesellschaft (FLEISCHMANN, CARRIÈRE etc.) befinde. Jedoch kann ich auf der anderen Seite LEYDIG in gewissem Sinne beistimmen. Ich habe sehr häufig die Beobachtung gemacht, dass Landschnecken, wenn sie aus ihrer Ruhe gestört werden und anfangen herumzukriechen, fortwährend so zu sagen lecken. Man kann das z. B. sehr bequem sehen, wenn man die Schnecken über eine Glasplatte kriechen lässt. Ich kann mir nun sehr wohl vorstellen, dass sie die Wasser (Thau-) tropfen, auf welche sie bei ihrer Wanderung stoßen, auflecken und aus dem Darne auf dem gewöhnlichen Wege der Diffusion in das Blut gelangen lassen, ja dass sie diese »Wasseraufnahme per os« so lange fortsetzen, bis sie den ihnen angenehmen Grad der Schwellung und vor allen Dingen die genügende Menge Wasser für die reichliche Schleimsecretion etc. dem Blute zugeführt haben. Wir hätten es also hier mit einem ähnlichen Falle zu thun, wie er bei uns eintritt, wenn wir Durst empfinden und denselben durch Trinken löschen. Meine Auffassung weicht von derjenigen LEYDIG's und der Übrigen, welche dessen Standpunkt theilen, nur in so fern ab, als ich nicht glauben kann, das von den Landschnecken aufgenommene Wasser komme direct mit dem Blute in Berührung und diene direct zur Locomotion (denn die Thiere können auch ohne dasselbe kriechen), Athmung und zum osmotischen Austausch. Im Übrigen ist LEYDIG bis jetzt einen thatsächlichen Beweis für die directe Wasseraufnahme durch die Inter-cellulargänge schuldig geblieben. Dagegen will GRIESBACH (1) gesehen haben, wie bei *Cyclas* Stäubchen von Kohlenpulver am Rande

des ausgestreckten Fußes im Epithel verschwanden, in das Innere des Fußes eindringen und dort wiedergefunden wurden. »Eine Beobachtung durch Einstellung auf den optischen Querschnitt des Epithels hat er nicht ausgeübt«, so dass diese Beobachtung überhaupt nicht verwerthbar ist und gar nicht hätte mitgetheilt zu werden brauchen. Außerdem geht aus den logischen Auseinandersetzungen in der Arbeit von FLEISCHMANN hervor, dass so etwas gar nicht möglich ist.

BROCK empfiehlt allen denen, welche trotz der älteren Angaben LEYDIG's und der neueren Untersuchungen von NALEPA die leicht zu bestätigenden Intercellularräume bei Pulmonaten noch für Kunstproducte ansehen, die Fußdrüse als Untersuchungsobject. Ich zweifle nicht daran, dass BROCK Intercellularräume zwischen den Epithelzellen dieser Drüse gesehen hat, aber von einem Intercellularräume, den man auf Schnitten durch ein entwässertes und mit allerhand Reagentien behandeltes Object sieht, ist noch lange nicht erwiesen, dass er sich bei dem gesunden, lebenden Thiere findet. Und wenn BROCK ferner berichtet, eine kleine Anzahl von Drüsenzellen münde in den Intercellularräumen des Dachepithels des Drüsenausführungsganges, so erblicke ich gerade darin einen Beweis dafür, dass die besagten Räume, selbst wenn sie im normalen Zustande des Thieres existiren, nicht zur Aufnahme von Wasser dienen können; denn dass ein Canal sowohl ein Drüsensecret des Körpers nach außen schaffen als auch dem Blute von außen her Wasser zuführen soll, halte ich nach wie vor so lange für unmöglich, bis unzweifelhafte Beweise dafür erbracht werden.

HANITSCH gelang es weder, die Aufnahme von suspendirten Farbstoffen in den Fuß von *Cyclos* zu beobachten, noch konnte er bei Anwendung von Jodgrün und löslichem Berliner Blau bei gesunden Thieren Farbstoff innerhalb des Fußes bemerken. Von Muscheln, die aus dem Wasser heraus auf das Trockene versetzt wurden, konnten sich nur diejenigen wieder schwellen, welche das Wasser in den Schalen zurückgehalten hatten. Wie man weiß, hat CARRIÈRE die gegentheilige Beobachtung gemacht; ferner geht daraus, dass diejenigen Muscheln, welche das Wasser zwischen den Schalen abgegeben hatten, sich nicht wieder schwellten, noch lange nicht mit Sicherheit hervor, dass sie es nicht konnten. Vielleicht wollten sie es nur nicht. Verf. hat also kein Recht dazu, aus diesen negativen Versuchen eine Wasseraufnahme behufs Schwellung zu folgern. Dasselbe gilt von seiner Wiederholung des AGASSIZ'schen Experimentes. Zunächst muss dasselbe in etwas verfeinerter Weise ange-

stellt werden (vgl. den 1. Theil meiner Arbeit p. 534), um beweiskräftig zu sein. HANITSCH giebt aber nicht an, ob er das gethan hat. Außerdem hat der ganze Versuch nur dann eine beweisende Kraft, wenn es sich um Thiere handelt, welche bei ihrer Schwellung ihr Volumen vergrößern, was für die Muscheln bisher nicht nur nicht bewiesen, sondern im Gegentheil sehr unwahrscheinlich ist. In dem ausgestoßenen Wasser fand HANITSCH Blutkörperchen und schließt daraus, das Wasser mische sich mit dem Blute. Dass die Blutkörperchen durch Zerreißen von Gefäßen oder Geweben in das abgegebene Wasser gelangt seien, hält er für ausgeschlossen, da diejenigen Thiere, welche Wasserstrahlen abgegeben hatten, am folgenden Tage kein Wasser austreten ließen und unmöglich in so kurzer Zeit ihre Rissstellen hatten heilen können. Er berücksichtigt aber hierbei das außerordentliche Contractionsvermögen der Mollusken nicht, vermöge dessen sie ziemlich große Wunden vollständig schließen können. Man kann z. B. einer *Natica* beträchtliche Stücke vom Fuße abschneiden, ohne sie in ihrer Lebensweise zu stören und ohne ihre Locomotion sehr zu beeinträchtigen. Ich habe einigen Thieren ein Drittel ihres Vorderfußes¹ abgeschnitten, und trotzdem schwellten sie nach nicht allzu langer Zeit die übrigen Theile des Fußes fast vollständig; natürlich war bei dieser argen Verstümmelung eine Locomotion ausgeschlossen und lagen die Thiere auf dem Rücken, ohne sich viel zu bewegen. Eine Untersuchung derartiger Wunden lässt natürlich erkennen, dass die Muskeln im Umkreise fest zusammengekniffen sind. Kurzum, es ist nicht nur möglich, sondern gar nicht befremdend, dass eine Schnecke oder Muschel trotz einer am Tage vorher erhaltenen Verletzung des Fußes keine »Wasserstrahlen« abgiebt. Die großen Wasserstrahlen treten nach HANITSCH nicht an constanten Stellen auf und entstehen durch Vereinigung der feinen, aus den Intercellulargängen austretenden Strahlen. »Pori aquiferi« im Sinne von KOLLMANN und GRIESBACH fanden sich weder bei *Cyclas* noch *Anodonta*. Die Intercellulargänge sind bei *Cyclas* vorhanden, münden nach außen, dienen zur Entleerung des Secretes der in sie einmündenden Drüsen, setzen sich aber noch eine Strecke über diese letzteren hinaus nach innen fort und münden in das Lacunensystem. Betrachtet man die Figur, welche HANITSCH zur Erläuterung dieser Verhältnisse giebt, so sieht man freilich nichts davon, sondern an die

¹ *Natica millepunctata* habe ich einmal das ganze abgeschnittene Drittel des Vorderfußes ergänzen sehen; allerdings war dasselbe anfänglich ohne dunkles Pigment.

inneren Öffnungen dieser Canäle legt sich direct ein undeutliches, zelliges Gewebe, in welchem nach der Zeichnung des Verf.s einige ganz bestimmt abgegrenzte Blutgefäße verlaufen. Man erhält fast den Eindruck, als ob der Canal, in welchen die Drüsen münden, schräg abgeschnitten ist, indem die Drüse in ihrem Verlaufe eine andere Richtung als die bisherige annahm; eine scheinbare freie Öffnung ist dann erklärlich. Jedenfalls aber ist die ganze Zeichnung so unklar und theilweise so unrichtig, dass Verf. unmöglich sich selbst ganz klar über das in ihr Dargestellte geworden sein kann. Einen Beweis dafür, dass diese Canäle wirklich mit dem Blutgefäßsystem communiciren, erblickt er in dem Vorkommen von Blutkörperchen in denselben. Ich möchte indessen wissen, mit welchem Rechte die fraglichen Gebilde als Blutzellen gedeutet werden können, da ausdrücklich von ihnen gesagt wird, dass sie »zum großen Theil ihr Protoplasma verloren hatten und nur der Kern erhalten war«. Sollte man nicht viel eher annehmen, sie waren Drüsenzellen oder Theile von ihnen, welche bei der gewaltsamen Contraction des Thieres in den conservirenden Flüssigkeiten von ihrer Unterlage abgelöst und in den Ausführungscanal getrieben sind? Wenn also die Angaben von HANITSCH über die Communication der Intercellulargänge resp. Drüsencanäle mit dem Lacunensystem bei *Cyclas* uns keineswegs wahrscheinlich dünken, so wird unser Glaube daran noch mehr erschüttert durch die Bemerkung des Verf.s, dass er bei *Anodonta* eine Verbindung der Drüsengänge mit den Epithelspalten nicht gesehen hat. Es ist doch nicht anzunehmen, dass sonst so ähnlich gebaute Thiere sich in diesem wichtigen Punkte so durchaus verschieden verhalten sollten. Durch die Intercellularräume tritt nach HANITSCH (p. 34) kein Wasser ein, sondern nur Flüssigkeit nach außen. Die Aufnahme von Wasser geschieht durch den Mund und das BOJANUS'sche Organ. Für die Wasseraufnahme durch das letztere stützt er sich auf die Untersuchungen von GEGENBAUR an Heteropoden und Pteropoden, »weil er sich nicht vorstellen kann, dass ein Forscher von dem Range GEGENBAUR's etwas ganz Falsches beobachtet haben sollte«. HANITSCH selbst freilich hatte bei seinen Versuchsthiere die Beobachtung gemacht, dass in das BOJANUS'sche Organ keine Carminkörnerchen oder gefärbtes Wasser aufgenommen wurde. Dass Wasser bei den Heteropoden und Pteropoden in die Niere eingepumpt wird, ist zweifelsohne richtig, aber darauf kommt es hier weniger an, als vielmehr auf die Frage, ob dieses Wasser von der Niere aus in das Blut gelangt. Dies ist aber nicht der Fall, wie JOLIET, dessen Mittheilung HANITSCH

unbekannt geblieben zu sein scheint, an Heteropoden bereits nachgewiesen hatte. Ich konnte nach eigenen Untersuchungen dies bestätigen. Der Austritt des Wassers soll (p. 35) durch das BOJANUS'sche Organ und die Spalten im Epithel des Fußes geschehen, »und zwar ist anzunehmen, dass diese Austrittsweise die bedeutungslosere ist und nur eintritt, wenn der Fuß besonders rasch zusammengezogen wird«. Auf p. 27 steht aber: »die contrahirten Muskeln gestatten dem Blut keinen Ausweg durch die Spalten des Epithels«. Da nun bei einer raschen Zusammenziehung des Fußes eine starke Contraction der Muskeln eintritt, so ist nicht recht zu begreifen, wie man diese beiden Angaben von HANITSCH mit einander vereinigen soll. Auf p. 37 äußert sich der Verf. folgendermaßen: »Stehen nun bei einer großen Anzahl von Würmern, namentlich Plattwürmern, die Excretionsorgane in engem Zusammenhange mit dem Wassergefäßsystem, so hat man bei den Echinodermen eine ähnliche Beziehung noch nicht erwiesen, jedoch nicht ohne Grund vermuthet. Es wäre dann auch nicht unmöglich, dass man bei den Mollusken ein ähnliches Verhältniß vorfände. Und in der That scheint dafür der Umstand zu sprechen, dass die Blutkörperchen, die sich in den Spalträumen vorfinden, und also eben im Austreten begriffen waren, zum größten Theil ihr Protoplasma verloren hatten und nur der Kern erhalten war. Möglicherweise waren dies Blutzellen, die nach erfüllter Function unbrauchbar geworden den Muschelkörper verlassen sollten.« Es scheint fast so, als ob Verf. eine ähnliche Function der Wassergefäßsysteme bei den verschiedenen Tiergruppen nur deshalb sich aufzufinden bemüht, weil diese denselben Namen führen, ganz unbekümmert um ihren morphologischen Werth und ihren Bau, denn sonst hätte er sich doch sagen müssen, dass, was man bei den Würmern als Wassergefäßsystem bezeichnet, etwas ganz Anderes ist als die bei den Mollusken mit diesem Namen belegten Räume. Auf p. 36 bemerkt Verf.: »die Kritik der Deutung bestimmter Verhältnisse wird heute, wo wir die Berechtigung haben, in streng wissenschaftlichem Sinne bei jeder Einrichtung zu fragen, ob dieselbe nützlich sei oder nicht etc.« Es wäre sehr zu wünschen gewesen, wenn HANITSCH von dieser Berechtigung Gebrauch gemacht hätte, dann hätte er sich sagen müssen, dass die Muscheln ein paares, ziemlich großes Excretionsorgan besitzen, und dass zu seiner phantastischen Hypothese nicht der geringste Grund vorliegt. Und wenn Verf. sich an einer anderen Stelle (p. 13) äußert: »Es muss frappiren, dass die Forscher, die bei *Anodonta* und *Unio* die Injectionen anstellten, mit den gefundenen Resultaten zufrieden waren«, so muss

es noch viel mehr frappiren, dass HANITSCH mit seinen Resultaten zufrieden ist.

Einen wohlthätigen Contrast zu der Arbeit von HANITSCH, der man wirklich nicht nachsagen kann, dass sie die Frage nach der Wasseraufnahme in irgend einer Weise gefördert habe, bildet diejenige von FLEISCHMANN. Dieser fand bei *Anodonta*, *Unio*, *Dreissena*, *Cyclas* trotz zahlreicher Schnittserien keine Pori aquiferi, dagegen verlaufen die Blutlacunen oft sehr nahe an der Oberfläche und sind an manchen Stellen gegen das äußere Medium nur durch die auf einer dünnen Stützlamelle ruhende Epithellage abgegrenzt. Er kann also den Injectionen durch die sogenannten Pori keine beweisende Kraft zusprechen, da diese dünne Epitheldecke auch schon dann verletzt werden kann, wenn man einen starken Strom gegen dieselbe richtet, ohne sie gerade direct zu durchstoßen. In der That erwiesen sich alle Stellen, wo in Wasser unlösliche Stoffe in die Gewebe des Thieres eindringen, bei näherer Untersuchung als Risse. Thiere, die mehrere Tage in Wasser, in welchem Berliner Blau oder Carmin vertheilt war, gelegen und darin bedeutende Ortsveränderungen vorgenommen hatten, zeigten in ihren Bluträumen nichts von diesen Farbstoffen, selbst dann nicht, wenn sie vorher bei geöffneten Schalen abgetrocknet waren und desshalb ein reges Flüssigkeitsbedürfnis haben mussten. Auch unter dem Mikroskope konnte FLEISCHMANN keine Farbpartikelchen in den Fuß von *Cyclas* eindringen sehen. Die Wasserstrahlen treten nur dann auf, wenn man die Muscheln aus dem Wasser herausnimmt, dagegen nicht, wenn man die Thiere z. B. in gefärbte Flüssigkeiten setzt und zum Einziehen reizt. Sie treten ebenfalls nicht auf, wenn man verhindert, dass der Fuß beim Einziehen von den Schalen gepresst wird. Die Wasserstrahlen sind also pathologische Producte, und es giebt keine Pori aquiferi. Aber selbst, wenn solche vorhanden wären, so könnten sie zur Wasseraufnahme in keiner Beziehung stehen, da sie sowohl beim ausgestreckten als eingezogenen Fuße durch die Muskeln geschlossen sein müssen. In diesem Nachweise beruht die Stärke der Arbeit von FLEISCHMANN, und es ist wohl kaum noch möglich, dass GRIESBACH und KOLLMANN diesen streng logischen Auseinandersetzungen gegenüber die von ihnen geschilderten Wasserporen vertheidigen können. FLEISCHMANN weist ferner nach, dass die Blutmenge allein zur vollkommenen Schwellung des Thieres hinreicht und so eine Wasseraufnahme zu diesem Zwecke überflüssig erscheinen lässt. Während der Zeit, in welcher der Fuß zurückgezogen ist, speichert sich das Blut, welches bei

Anodonta und *Unio* ungefähr die Hälfte des Körpergewichtes beträgt, vornehmlich im Mantel auf, welcher dafür jederseits förmliche Reservoirs von 2,5 bis 5 mm Durchmesser bildet. Beim Ausstrecken des Fußes findet nicht eine Vergrößerung des Gesamtvolumens der Muscheln statt, sondern es geht nur eine Veränderung der Form vor sich, indem das Blut in den Fuß hinein getrieben und am Zurückweichen durch die mit einem Sphincter versehene (KEBER'sche) Venenklappe verhindert wird. Das BOJANUS'sche Organ nimmt nach FLEISCHMANN kein Wasser auf und Intercellulargänge im Sinne von LEYDIG konnten nicht wahrgenommen werden.

BARROIS liefert eine kritische Zusammenstellung der über die Wasseraufnahme laut gewordenen Ansichten und spricht sich, fußend auf seine früheren und neuerdings angestellten Untersuchungen, abermals gegen die Existenz von Pori aquiferi, Intercellulargänge und die ihnen angedichteten Functionen bei Muscheln aus. Er stellt überhaupt die Nothwendigkeit einer Wasseraufnahme für diese Thiere in Abrede. Eben so tritt CATTIE von Neuem gegen die Existenz normaler Wasserporen bei Muscheln auf und erklärt die Öffnungen, aus welchen die Wasserstrahlen hervorspritzen, die man an beliebigen Stellen der Fußkante auftreten lassen kann, für Rissstellen. Desselgleichen will er die Intercellularräume nicht als normale Erscheinungen anerkennen.

ROULE's Untersuchungen können zu den übrigen Arbeiten über die Wasseraufnahme in so fern eine Ergänzung bilden, als derselbe nicht den Fuß, sondern den Mantelrand und die Siphonen von *Venus (Tapes) decussata*, *Mya arenaria* und *Lima inflata* auf Wasserporen resp. Intercellulargänge untersuchte. Wie zu vermuthen stand, hat er nichts davon gefunden. Auch er ist der Ansicht, das Blut der Muscheln genüge zur Schwellung, nur stimmt er mit FLEISCHMANN über deren Modus nicht überein. Die Existenz eines Sphincters, welcher nach FLEISCHMANN das in den Fuß getriebene Blut am Rückfluss verhindern und so die Turgescenz des Fußes bewirken soll, hält er für überflüssig und unmöglich. Im Gegensatz zu KOLLMANN sieht ROULE den Zustand der völligen Ausdehnung aller turgescirenden Organe als den normalen und gewöhnlichen an. Es müsste demgemäß der Sphincter, welcher von FLEISCHMANN beschrieben wird, immer contrahirt sein; eine fortwährende Contraction eines Muskels sei aber nicht denkbar. Nach ROULE tritt vielmehr die Abschwellung eines turgescirenden Organes dann ein, wenn dasselbe sich contrahirt und so sein Blut in andere Körperräume treibt; die Wiederschwellung

findet statt, indem die Muskeln, welche die Blutsinus dieses Organes zusammenpressen, erschlaffen, die Blutsinus ihr altes Volumen wieder einnehmen, und daher das Blut wieder in sie zurückströmt. Dies könnte doch aber nur dann der Fall sein, wenn die Wandungen der Blutsinus vorwiegend und zwar sehr stark elastischer Natur wären, wofür ROULE indess noch den Nachweis bringen müsste. Aber auch abgesehen davon hat seine Schlussweise noch einen anderen Fehler. Wenn sich der Fuß contrahirt, so strömt das Blut aus ihm in die Bluträume anderer Körpertheile, deren Muskeln nicht contrahirt sind, z. B. diejenigen des Mantels, und diese würden dadurch passiv weiter ausgedehnt werden, als sie es vorher waren, und erst dadurch ihren höchsten Schwellungsgrad erreichen. Wenn nun der Fuß seine Musculatur erschlaffen lässt und die Hohlräume seiner Blutbahnen wieder herstellt, so würde nur so viel Blut zurückkehren, bis die Hohlräume des Mantels vermöge ihrer elastischen Wandungen ihr früheres Volumen wieder erlangt hätten. Es würden also die Mantelräume, wenn der Fuß sein Blut wieder erhält, nicht ihr Maximum der Schwellung (l'état d'extension total) mehr besitzen. Ganz dasselbe gilt natürlich auch für den Fuß, wenn sich der Mantel schwellt, also könnten beide Organe niemals zu gleicher Zeit ihren »état d'extension total« erreichen. Sowie eines von ihnen denselben erreichen soll, muss das andere seine Bluträume durch die sie umgebenden Muskeln zusammenpressen. Wenn also der »état d'extension total« des Fußes der normale sein soll, so muss auch der Contractionszustand der Muskeln, welche die Bluträume des Mantels umgeben, der normale sein. ROULE würde also nach seiner Theorie zu einem Factum gelangen, welches er selbst für unmöglich hält. Ist es denn aber überhaupt nothwendig, dass ein solcher Sphincter, wie ihn FLEISCHMANN beschreibt, immer contrahirt ist? Wenn er dies wäre, so würde nothwendigerweise im Fuße der Muschel bald ein Turgor entstehen, welcher eine Einführung neuen Blutes vom Herzen aus durch die Arterien unmöglich machen würde. Die Folge davon würde sein, dass das Blut im Fuße ohne Erneuerung stagnirte und bald seines Sauerstoffes und der ernährenden Eigenschaften verlustig ginge, so dass der Fuß bald außer Ernährung gesetzt werden würde. Dass etwas Derartiges eintritt, ist nicht anzunehmen, da wir ja sehen, dass es bei den Mollusken gerade der Fuß ist, welcher am meisten mit Blut versorgt wird, oder anders ausgedrückt, das meiste Blut, d. h. die meiste Ernährung den übrigen Organen gegenüber nöthig hat. Wie ist nun diese Schwierigkeit zu heben? Sehr einfach dadurch, dass sich genannter Sphincter von

Zeit zu Zeit öffnet, etwas Blut austreten lässt und die Arterien in demselben Maße frisches Blut einpumpen. Wahrscheinlich wird sich dann eine gewisse Regelmäßigkeit in der Wiederholung dieses Processes einstellen, welche bis zu einem bestimmten Grade mit den Pulsationen des Herzens in Correlation steht, von dem Thiere aber je nach Bedürfnis modificirt werden kann. Auf solche Weise würde der Fuß ernährt und der Sphincter nicht dauernd contrahirt sein, mithin letzterer ROULE nicht mehr anstößig erscheinen dürfen.

Dieses eben geschilderte Verhalten ist nun aber etwa nicht bloß ein von mir erdachtes, sondern findet sich thatsächlich und kann z. B. bei den durchsichtigen Pteropoden und Heteropoden mit Leichtigkeit beobachtet werden. Aber was auch die Bedenken sein mögen, welche ROULE gegen den besagten Sphincter hegt, sie müssen einfach der Thatsache weichen, dass derselbe wirklich, und zwar nicht nur bei den Muscheln, sondern auch bei einem großen Theil, wahrscheinlich den meisten der Gastropoden vorhanden ist.

Verlassen wir nun einen Augenblick die Pori aquiferi etc. des Fußes, Mantels und der Siphonen und lenken wir unsere Betrachtung auf einige für andere Stellen des Molluskenkörpers angegebene directe Öffnungen des Blutgefäßsystems nach außen. Wie man weiß, hat seiner Zeit LACAZE-DUTHIERS eine solche bei *Pleurobranchus* beschrieben, und auch VAYSSIÈRE spricht von ihr. Letzterer (1) hat sie zwar bei *Gastropoton Meckelii* nicht gefunden, glaubt aber, sie befinde sich ein wenig über der Genitalöffnung in einer unpigmentirten Stelle des Tegumentes. Später (2) beschreibt er diese Öffnung bei *Oscanius [Pleurobranchus] tuberculatus* D. Ch. und *O. membranaceus* Mont. BOURNE hat sich der Mühe unterzogen, diese vermeintliche Öffnung näher zu untersuchen, und da hat es sich denn herausgestellt, dass sie in einen gegen die Leibeshöhle vollkommen geschlossenen drüsigen Sack führt.

WEGMANN behauptet, bei *Haliothis* stehe das Blutgefäßsystem durch Öffnungen mit dem Lumen der Niere, wie bei den anderen Gastropoden, in Verbindung und nehme so Wasser auf. HALLER dagegen äußert sich in seiner Untersuchung über die Niere der Prosobranchier: »und es findet sich, wie von selbst verständlich, nichts von jenen mythischen, von DELLE CHIAJE entdeckten, porenförmigen Öffnungen der Arterie in die Urinkammer, welche dann Wasser in die Gefäße aufnehmen ließen«. Ich glaube, wir können uns ohne Weiteres auf die Seite HALLER's stellen, da WEGMANN zu seiner Behauptung durch die Resultate von Injectionen gelangt ist, bei welchen

häufig die Masse das Lumen der Niere füllte und durch deren Öffnung nach außen drang. Injectionen beweisen in solchen Fällen, wo nur zu leicht eine Zerreißen eintreten kann, gar nichts und sind schon oft genug als Beweismittel zurückgewiesen worden. Zudem müsste man die Physiologie erst auf den Kopf stellen, wenn man ein Thier durch ein Excretionsorgan Stoffe einführen lassen wollte. Das könnte doch höchstens dann geschehen, wenn das Excretionsorgan zeitweilig seine excretorische Thätigkeit unterbräche; WEGMANN bringt aber nicht den Schatten eines Beweises hierfür, eben so wenig wie er es der Mühe für werth hält, thatsächliche Beobachtungen oder Belege für die Aufnahme von Wasser in das Blut vermittels der Niere vorzuführen.

Wie bekannt ist, hat v. IHERING bei *Haliotis* zwei Nieren beschrieben, von denen die eine links, die andere rechts vom After mündet. Erstere communicirt mit dem Herzbeutel, während die andere dies nicht thut, aber die Geschlechtsproducte aufnimmt. Diese Angaben bestätigt WEGMANN, HALLER dagegen greift v. IHERING deshalb heftig an, hält die rechte Öffnung für die Genitalöffnung und betrachtet die linke Niere als zu dem rechterseits gelegenen Nierenlappen gehörig. Nach meinen eigenen Untersuchungen kann ich HALLER nicht beistimmen, muss vielmehr die Beobachtungen v. IHERING'S und WEGMANN'S als die richtigen bezeichnen. *Haliotis* hat in der That zwei Nieren, von denen die rechts vom After mündende keine Communication mit dem Herzbeutel besitzt. Aber nicht nur bei *Haliotis* finden wir die Duplicität der Niere, sondern auch noch bei verschiedenen anderen Prosobranchiern. Um nur ein Beispiel anzugeben, so erwähne ich *Dolium*, dessen Nieren ja gerade HALLER eingehend untersucht hat. Nimmt man ein solches Thier aus der Schale heraus, so springen sofort die beiden jederseits vom Enddarm gelegenen und von HALLER näher beschriebenen braunen Drüsenlappen ins Auge. Auf ihrer Oberfläche sieht man gefäßartige Canäle hinziehen, welche aber keine Blutbahnen sind, sondern sich, von beiden Lappen herkommend, vereinigen und schließlich in einen den Enddarm umgebenden Sinus fallen, welcher seinerseits mit einer großen lippenförmigen Öffnung unter (also rechts von) dem After mündet. Diese Mündung wurde wohl meist für die ♀ Geschlechtsöffnung angesehen, welche aber links von ihr auf dem eigentlichen Körper des Thieres liegt. Diese Mündung der rechten Niere (der Kürze halber nenne ich die rechte Niere »Afterniere«) bei *Dolium* entspricht ohne Zweifel der betreffenden bei *Haliotis*, und es ist zu untersuchen, ob

nicht der drüsige von BOURNE bei *Pleurobranchus* beschriebene Sack ebenfalls der Afterniere gleich kommt. Ob nun letztere eine wirkliche Niere und ein Gegenstück der linken, eigentlichen Niere ist und nur ihre Communication mit dem Herzbeutel verloren hat, oder ob sie vielmehr eine Drüse sui generis oder gar der Rest eines zweiten Nephridienpaares ist, wäre ebenfalls näher zu erforschen. Als charakteristisches Merkmal könnte man zunächst im Auge behalten, dass in dem Sinus des Ausführungsganges der Afterdarm aufgehängt ist¹. Bekanntlich beschreibt LACAZE-DUTHIERS (1) bei *Dentalium* eine paare Öffnung neben dem After, welche direct in den Aftersinus, d. h. den Blut-sinus um den After führen solle. Diese Öffnungen sind neuerdings wieder besprochen worden, indem FOL die von LACAZE-DUTHIERS an denselben beschriebenen Dilatatoren nicht gefunden hat, ihr Ent-decker sie aber (2) bestätigt. Wenn es sich also bei näherer Unter-suchung herausstellen sollte, dass diese Öffnungen der Mündung der Afterniere von *Dolium* entsprechen und in einen geschlossenen Drüsen-raum führen, so wäre erstlich die ursprüngliche Duplicität der After-niere wahrscheinlich gemacht, dann aber auch, und darauf kommt es uns hier an, wären die vermeintlichen »Wasserporen« bei *Denta-lium* beseitigt.

Zum Schlusse dieser kritischen Übersicht müssen wir noch einer Arbeit von LACAZE-DUTHIERS (3 und 4) gedenken, die unter den Ma-lacologen ein peinliches Aufsehen erregt hat, ich meine diejenige über die sog. *Phoenicurus*. Verf. tritt hier für die directe Communication

¹ Über die Function und Ausdehnung dieses Aftersinus der Afterniere bin ich mir bislang noch nicht klar geworden, da die Begrenzung desselben eine äußerst complicirte ist und durch die vielen Trabekeln, welche den Afterdarm befestigen, noch schwieriger zu bestimmen ist. Bei *Atlanta* z. B., wo die Mündung der Afterniere und ihr fortwährendes Öffnen und Schließen deutlich wahr-zunehmen ist, habe ich bisher noch keine dazu gehörige Drüse, wie bei *Dolium*, entdecken können. Die beiden braunen Drüsenlappen bei *Dolium* kehren ihre eine Seite der eigentlichen linken Niere zu, tragen dort die von HALLER be-schriebenen Gefäße und scheinen gleichsam in der (linken) Niere zu liegen. Von dem Hohlraum der Niere setzen sich (im Querschnitt längliche) Spalten in die Lappen hinein fort und geben so denselben ein schwammiges Aussehen. Auf der entgegengesetzten Seite bohren sich von den vorhin erwähnten gefäßartigen Canälen der Afterniere kleinere runde Canäle in diese Lappen ein, welche aber nicht mit den von der Nierenseite her kommenden communiciren. Es scheinen also beide Lappen zu beiden Nieren zu gehören und nach beiden Seiten hin voraussichtlich verschiedene Secrete abzugeben. Vielleicht erklärt es sich so, dass die Forscher, welche die sogenannte »Niere« der Gastropoden auf Harnbe-standtheile untersuchten, zu so abweichenden Resultaten gelangt sind, indem sie bald das Secret der Niere, bald der Afterniere vor sich hatten.

des Blutgefäßsystems mit dem umgebenden Medium abermals ein, und in der vorläufigen Mittheilung in den Comptes Rendus sagt er: »Le phoenicurus, embrassant par sa bouche cette papille, peut donc à tout instant sucer le liquide sanguin de la Téthys, dont il est le parasite dans l'acception la plus exacte du mot.« Fürwahr, eine bequemere Einrichtung könnte sich ein Schmarotzer nicht wünschen, als dass ihm sein Wirth förmliche Zitzen darbietet, aus welchen er direct den Lebenssaft saugen kann! Es ist nur zu verwundern, dass *Tethys*, wenn die Schmarotzer so regelmäßig vorkommen, wie die sog. *Phoenicurus*, nicht allmählich diese für sie so kostspieligen Öffnungen des Blutgefäßsystems in irgend einer für sie zweckmäßigeren Weise umgestaltet hat. Da sich indessen LACAZE-DUTHIERS in seiner ausführlichen Abhandlung zu der allgemein geltenden Ansicht, nach welcher die Anhänge von *Tethys* Theile dieses Thieres selbst sind, zu bekehren scheint, so brauchen wir uns mit diesen Öffnungen des Blutgefäßsystems nach außen nicht weiter zu befassen.

Zu der vorläufigen Mittheilung von BLUNDSTONE müssen wir erst die ausführliche Darstellung abwarten, da die erstere zu kurz ist, um verständlich zu sein.

In dem ersten Theile meiner Untersuchungen über den uns vorliegenden Gegenstand hatte ich nachgewiesen, dass eine directe Aufnahme von Wasser behufs Schwellung bei *Natica josephina* thatsächlich stattfindet. Jetzt möchte ich den Blick des Lesers auf Taf. 16 Fig. 3 und 6 lenken, welche *Natica* im geschwellten, normalen Zustande vorstellen. Die Zeichnungen sind nach der Natur entworfen und in etwas verkleinertem Maßstabe wiedergegeben. Man wird sich ohne Weiteres davon überzeugen, dass die Flüssigkeit, welche in dem geschwellten Fuße vorhanden ist, im zusammengezogenen Thiere gar keinen Platz finden würde, also nicht das Körperblut allein sein kann. Es handelte sich nun darum, nachzuweisen, wo und wie das Wasser aufgenommen wird und ob es mit dem Blute sich direct mischt oder nicht. Eine directe Mischung des Wassers mit dem Blute hielt ich für unmöglich, da einmal anerkanntermaßen das Wasser auf die Blutkörperchen zerstörend einwirkt, und andererseits bei der Abgabe der Schwellungsflüssigkeit Blut in großen Mengen mit ausgestoßen werden würde, eine sinnlose Vergeudung des Lebenssaftes, deren sich die Natur unmöglich schuldig machen konnte. Als dritten Einwand gegen eine Mischung des Wassers mit dem Blute

machte ich geltend, dass die histologischen Elemente an denjenigen Stellen, wo das Wasser eintritt und also das Blut zurückdrängt, vollständig für längere Zeit außer Ernährung gesetzt würden und deshalb nicht ordentlich functioniren könnten. Es ergaben sich aus diesen Bedenken die Forderungen, 1) dass das Blutgefäßsystem im Fuße von *Natica* vollständig geschlossen und 2) dass jedes histologische Element innerhalb der Wasserräume von einem eigenen Blut-sinus umgeben sein müsse. Experimentell war der erste Punkt eigentlich schon durch die Feststellung bewiesen, dass *Natica* große Mengen Flüssigkeit abgeben kann, in welcher sich weder Blutkörper noch Eiweiß nachweisen lassen. Es ist klar, dass zur endgültigen Entscheidung dieser Fragen wohlgelungene Injectionen nothwendig waren. Da diese aber bereits so viel Unheil angerichtet haben, zum Beweise der widersprechendsten Ansichten herangezogen worden und so mit einigem Rechte in Misseredit gerathen sind, so orientirte ich mich zunächst über den Bau des Gefäßsystems der Mollusken überhaupt, indem ich von den durchsichtigen Formen ausging, und nahm erst dann wieder *Natica* vor. Da es sich nun bei der Injection und Präparation der letzteren herausstellte, dass ihr Gefäßsystem auf den allgemeinen Typus zurückgeführt werden konnte, so glaube ich meinen Injectionen trauen zu dürfen. Überhaupt aber sind Injectionsergebnisse nur dann nicht ganz beweiskräftig, wenn es sich darum handelt, Communicationen nachzuweisen, da natürlich sehr leicht Zerreißen eintreten können. Anders liegt die Sache aber, wenn bei den Injectionen sich immer nur gewisse Räume füllen, andere dagegen constant leer bleiben, mit Ausnahme der Fälle, wo Extravasate durch Zerreißen eintreten und als solche sofort erkannt werden können. Alsdann kann man die Injection wohl als beweisend für ein Geschlossensein der betreffenden Bahnen ansehen. Natürlich ist es auch hier nöthig, nicht nur eine einzige, sondern eine große Anzahl Injectionen anzustellen. Es ist ferner selbstverständlich, dass man keine bereits gänzlich abgestorbene Individuen zu den Injectionen benutzen darf, an denen die Gewebe schon ihre Resistenzfähigkeit verloren haben. Die Methode, nach welcher ich *Natica* für die Injectionen vorbereitete, bestand darin, dem Wasser, in welchem sich die Thiere befanden und vollkommen ausgestreckt hatten, allmählich Alkohol in kleinen Portionen zuzusetzen. In 4—5 Tagen sind dann die Schnecken zum Theil todt und partiell so contrahirt, dass man sie nicht zu den Injectionen brauchen kann, zum Theil sind sie ganz ausgestreckt und besitzen noch so viel Leben, dass sie sich bei der Operation oder der

darauf folgenden Conservirung oft noch vollkommen zusammenziehen. Je lebendiger das Thier noch ist, desto besser gelingt die Injection, und desto schwächer ist der Injectionsdruck, welchen man anzuwenden nöthig hat. Nach der Injection ist eine vorsichtige und nur allmähliche Überführung in die conservirende Flüssigkeit nothwendig, und doch ist es dem Zufall überlassen, ob sich darin das Thier zusammenzieht oder nicht; eine kleine Contraction findet meistens statt. Ich erwähne Alles dies hier deshalb so ausführlich, um mich vor dem Vorwurf zu schützen, »halbverfaulte« Thiere angewendet zu haben. Bei Thieren, die bereits gänzlich abgestorben sind, lassen sich meist nur die Arterien und Venen injiciren, während die feinen Capillaren und sinusartigen Bluträume, von denen später die Rede sein wird, leer bleiben und die größeren Gefäße bei Anwendung stärkeren Druckes platzen. Ganz frische und völlig contrahirte Thiere zu injiciren ist ein Ding der Unmöglichkeit, wie sich von selbst versteht. Dass man an den Thieren, welche in der oben beschriebenen Weise abgetödtet resp. dem Tode nahe gebracht worden sind, keine feinen histologischen Details mehr ergründen kann, ist ebenfalls klar, indessen sind die Gewebe und besonders die Muskeln noch so gut erhalten, dass man die Verhältnisse, auf die es uns hier ankommt, studiren kann. Besprechen wir nun

1. Die Wasserporen.

Aus den kritischen Betrachtungen von FLEISCHMANN über die von KOLLMANN und GRIESBACH beschriebenen Wasserporen folgt, dass sie, falls sie überhaupt vorhanden sind, sowohl am ausgestreckten als auch am zusammengezogenen Fuße geschlossen sein müssen, daher nicht sichtbar sein können. Man wird sich also darüber wundern, dass ich nun doch Wasserporen gesehen haben will. Allein die FLEISCHMANN'sche Kritik trifft nur solche Poren, welche direct mit dem Blutgefäßsystem in Verbindung stehen, während die im Folgenden beschriebenen Poren dies eben nicht thun, sondern in ein System von Räumen führen, welche von dem Blutgefäßsystem durch eine continuirliche, zellige Haut vollständig getrennt sind. Es ist klar, dass auch in diesem Falle die Wasserporen geschlossen sein müssen, sobald sich das Thier bewegt, weil im entgegengesetzten Falle das Wasser bei partieller Muskelcontraction durch die Poren entweichen würde und nicht durch Translocation zur Locomotion dienen könnte. Wenn sich das Thier dagegen im Ruhezustand befindet, so können die Poren offen stehen, und am contrahirten Fuße wird man mit

Sicherheit darauf rechnen dürfen, offene Poren zu finden. Man kann also erwarten, an den in oben beschriebener Weise abgetödteten Thieren zufällig einige Pori offen zu finden. In der That spielt der Zufall dabei eine Rolle, und ich habe mehrere Schnittserien anfertigen müssen, ehe ich wirklich offen stehende Pori gefunden habe. Man fürchtet vielleicht, dass es späteren Untersuchern der *Natica* eben so gehen würde, wie den Gegnern der Wasserporen von *Unio* und *Anodonta*, d. h. sie würden keine offenen Pori finden können; allein ich glaube, dass man auch an den meistens geschlossenen Poren sich dennoch von ihrer Existenz überzeugen kann, und will deshalb erst diese schildern.

Der vollständig ausgestreckte und geschwellte Fuß einer *Natica* lässt sich in eine vordere (Taf. 16 Fig. 3 *vf*) und eine hintere Region (*hf*) eintheilen. Sowohl erstere, der Vorderfuß, als letztere, der Hinterfuß, entsenden nach oben und hinten resp. vorn einen Lappen, welcher sich über die Schale schlägt, und beide zusammen bedecken dieselbe meist so, dass nur ein ziemlich kleiner Raum von ihr frei bleibt. Von dem »Schalenlappen« des Hinterfußes wird gleichzeitig der Deckel, welcher bei *de* liegt, mit verdeckt. Während der Schalenlappen des Hinterfußes glatt in den letzteren übergeht, setzt sich der obere Rand (*ro*) von dem Schalenlappen des Vorderfußes auf diesen noch eine große Strecke seitlich nach vorn als abgesetzter Rand bis zum unteren *vs* fort, wo er mit dem unteren Rande (*ru*) des Vorderfußes zu einem einheitlichen Rande verschmilzt. Wenn wir von einer ausgestreckt conservirten *Natica* den größten Theil des Vorderfußes dicht vor der Schale abschneiden, so erhalten wir ein Bild, wie es Fig. 4 auf Taf. 16 wiedergiebt. In der Mitte sieht man über den Buchstaben *w*₁—*w*₄ vier große Räume und um dieselben herum eine Unzahl kleinerer, welche die von den Muskeln, Nerven und Adern freigelassenen Lücken einnehmen und mit den vier großen Räumen in Verbindung stehen. Jederseits sieht man den oberen (*ro*) und unteren Rand (*ru*) des Vorderfußes. Vergrößert man die eine Seite des Fußes stärker, so sieht man in Fig. 2, wie diese Räume von Muskeln kreuz und quer durchzogen werden, während gegen den oberen Rand hin ein straßenartiger Gang offen bleibt, welcher von spärlicheren, aber desto stärkeren Muskeln vorwiegend in ungefähr senkrechter Richtung durchsetzt wird. Dieser Gang lässt sich bis dicht an das Epithel verfolgen und grenzt, wenn nicht gerade ein Schließmuskel daselbst liegt, unmittelbar an dasselbe. Die beiden Fig. 15 und 18 auf Taf. 17 geben Skizzen solcher geschlossenen Poren.

In Fig. 18 sieht man einen Porus, der sich gerade zwischen zwei Schließmuskeln befindet, welche auf den vorhergehenden bez. nachfolgenden Schnitten liegen und demgemäß hier nicht abgebildet sind. Der stark geschrumpfte Flimmersaum (*f*) hat sich von dem Epithel (*ep*) abgehoben und letzteres zeigt von außen her eine trichterförmige Einstülpung, welche dadurch zu Stande kommt, dass die Epithelzellen im Wasserporus an Größe abnehmen. Das von innen her an das Epithel herantretende subepitheliale Gewebe (*po*) bildet unter diesem Trichter eine Lücke und das Epithel selbst bietet dem äußeren Trichter gegenüber eine Einbuchtung dar, so dass die an der betreffenden Stelle liegenden Zellen sich nur mit einer kleinen Fläche berühren. Wenn hier kein Porus vorläge, so müsste man in dieser Verdünnung des Epithels, der Unterbrechung des subepithelialen Gewebes und der auf diesen Punkt gerichteten Straße entschieden eine unpraktische Einrichtung erblicken, da ja der geringste Blutdruck im Stande wäre, die schwache Verbindung zwischen den beiden Zellen zu lösen, und zwar würde er durch die Straße gerade auf diesen Punkt gerichtet werden. Fig. 15 zeigt die Skizze eines anderen Schnittes, der gerade durch einige Schließmuskeln geht. Der äußerste liegt genau unter dem Epithel an der Stelle, wo die von außen her kommende trichterförmige Einbuchtung sich befindet, während die anderen mehr oder minder senkrecht die nach dem Porus hinziehende Straße durchsetzen. Diese starken Muskeln, und vorzüglich der unter dem Epithel gelegene, deuten doch an, dass hier unter Umständen etwas abgeschlossen werden soll; nirgends im Fuße sieht man verhältnismäßig so starke Muskeln dicht unter dem Epithel verlaufen, wie gerade hier am oberen Rande des Vorderfußes. Man könnte vielleicht einwenden, sie dienten dazu, nöthigenfalls durch ihre Contraction bei eintretendem Blutdruck das gerade an dieser Stelle so dünne Epithel zu schützen. Dem müsste man aber entgegenhalten, dass dieser Zweck viel einfacher erreicht würde, wenn erstens das Epithel hier nicht so verdünnt wäre, wenn zweitens das subepitheliale Gewebe auch über diese Stelle sich hinwegzöge und wenn drittens die Muskeln nach dem oberen Rande des Vorderfußes hin sich eben so kreuzten wie an den anderen Stellen des Fußes und dem Blute nicht geradezu eine förmliche Straße eröffneten. Man vergleiche nur auf Taf. 16 Fig. 2¹ den oberen Rand des Fußes mit dem unteren, an welchem

¹ Der in Fig. 2 wiedergegebene Schnitt liegt zufällig auch wieder zwischen zwei Schließmuskeln, so dass man direct vor dem Porus keinen solchen sieht. Man vergleiche hierzu Fig. 5, welche den Schließmuskel deutlich zeigt.

sich keine Poren befinden, und wo wir eine gleichbleibende Epithellage, einen unregelmäßigen Muskelfilz und keine starken Muskeln so dicht unter dem Epithel haben. Legen wir einen Schnitt z. B. durch den Hinterrand des Hinterfußes (Taf. 17 Fig. 16, wo nur die Hauptsachen skizzirt sind), so finden wir allerdings auch einen straßenartigen Raum gegen den Rand gerichtet, aber das Epithel zeigt keine trichterförmige Einstülpung, das subepitheliale Gewebe zieht in hinreichender Stärke über den Rand fort und die starken Muskeln treten nicht so dicht an das Epithel, wie es bei dem oberen Rande des Vorderfußes der Fall ist.

Wenn ferner kein Porus an den oben geschilderten Stellen läge, so wäre es schwierig Bilder zu erklären, wie sie Fig. 17 zeigt. Wir sehen hier das Epithel mit einer verhältnismäßig breiten Fläche zusammenstoßen, aber zwischen dem Epithel und dem dahinter gelegenen Schließmuskel (*schlm*) befindet sich ein ungefähr dreieckiger leerer Raum (*x*), der von zwei Seiten eben nur von dem Epithel und an der dritten nur von dem mit seiner Scheide versehenen Schließmuskel begrenzt wird. Liegt aber hier ein Porus vor, so ist ein solches Bild selbstverständlich, wie aus einer Vergleichung mit Fig. 5 hervorgeht. Mustert man nun einige Serien von Schnitten durch den Vorderfuß von *Natica* durch, so wird man außer solchen Bildern noch unzählige andere erhalten, wo das Epithel bis auf den Schließmuskel klafft, und welche es zwar nicht stricte beweisen, aber es doch mindestens sehr wahrscheinlich machen, dass man es in der That hier mit Wasserporen zu thun hat.

Vom contrahirten Fuße ist es nicht sehr leicht, Schnitte zu erhalten, welche die Pori senkrecht durchschneiden, da das Epithel durch die bei der Contraction eintretende Raumverminderung gezwungen wird, Falten zu schlagen. In Fig. 19 auf Taf. 17 gebe ich einen solchen Schnitt als Skizze wieder. Der Flimmersaum ist hier (wie bei den meisten Skizzen, weil er meist sehr alterirt ist) nicht berücksichtigt. Das subepitheliale Gewebe ist schraffirt und die dunklen Punkte darin deuten die dem Porus zunächst liegenden und am meisten in die Augen springenden Kerne desselben an. Natürlich ist das letztere im Object so contrahirt, dass man die einzelnen Elemente nicht deutlich verfolgen kann. Das Epithel klafft hier weit aus einander, aber der Spalt setzt sich von den Rändern des Trichters aus (*b* und *c*) nicht nur durch das Epithel hindurch, sondern auch noch eine gute Strecke in das subepitheliale Gewebe hinein fort¹.

¹ Zufällig liegt auch dieser Schnitt zwischen zwei Schließmuskeln.

Zu der Annahme, dass hier eine Rissstelle vorliegt, geben die abgerundeten Ränder des Spaltes keine Veranlassung; man sieht nirgend durchgerissene Elemente (Muskeln etc.). Zur Sicherheit vergleiche man übrigens die Figg. 13 und 14.

Von den Poren, wie sie sich gelegentlich am ausgestreckten Fuße offenbaren, habe ich einen auf Taf. 16 Fig. 5 abgebildet. Alle wesentlichen Theile sind nach der Natur gezeichnet. Freilich ist dieser Schnitt leider in manchen Beziehungen wenig instructiv, da gerade hier die hinter dem Porus gelegenen Schließmuskeln so unregelmäßig verlaufen, dass die nach dem Porus führende Straße nicht deutlich genug hervortritt, aber ich habe diesen Schnitt absichtlich gewählt, weil er am besten den Porus selbst zeigt. Das Epithel klafft an der trichterförmigen Einsenkung weit aus einander und zeigt durch seine abgerundete Form deutlich genug, dass es sich hier nicht um ein Zerreißungsproduct handelt. Zudem spricht hiergegen auch die Zurückziehung an der Stelle, wo es oben und unten an den Schließmuskel grenzt. Denkt man sich das Epithel so genähert, dass es mit den einander zunächst liegenden Theilen zusammenstößt, so erhält man ein Bild wie Fig. 17. Direct unter dem Porus liegt ein doppelter Schließmuskel (*schlm*). Auf die hinter demselben gelegene Haut (*h*) komme ich später (p. 453) zu sprechen, hier können wir uns dieselbe ruhig fortdenken, da ich eben so gut einen Schnitt hätte abbilden können, wo sie kaum sich von dem Muskel selbst abhebt, wie z. B. in Skizze 15. Die dunkle, rundliche Masse (*s*), welche außen vor dem Schließmuskel lagert, ist ein Schleimklumpen. Über das Verhalten des Epithels zu der die Wasserräume auskleidenden Membran giebt vorliegende Figur nicht genügenden Aufschluss, weil hier gerade der Schließmuskel beides von einander trennt; ich verweise desshalb auf Fig. 13 und 14 und das Schema Fig. 11. Die Epithelzellen hören, nachdem sie allmählich kleiner geworden sind (natürlich schwankt ihre relative Größe je nach dem Contractionszustande der benachbarten Theile), plötzlich auf, und an sie setzt sich direct eine dünne zellige Haut an, welche alle histologischen Elemente continuirlich überzieht und gegen die Wasserräume hin abgrenzt und deren Kerne den Elementen aufgelagert erscheinen. So gehört z. B. der Kern, welcher auf Taf. 16 Fig. 5 unter dem Schleimklumpen (*s*) dem Muskel von außen anliegt, dieser Haut an. Der Flimmerbesatz der Epithelzellen nimmt innerhalb der trichterförmigen Einstülpung allmählich an Höhe ab, um schließlich ganz zu verschwinden. Während das subepitheliale Gewebe fast überall im Fuß aus dem Filzwerk der feinsten Muskelaus-

läufer besteht, in welches die großen (im Gegensatz zu den becherförmigen) Schleimdrüsen mehr oder minder dicht und tief hineinhängen, treten letztere in der Nähe des Porus in den Vordergrund und bilden¹ ein mehr oder weniger ausgeprägtes Polster (*po*), welches bei dem Schließen der Pori eine nicht unwichtige Rolle spielt. Da die Größe der Pori je nach ihrem Offenstehen schwanken muss, so habe ich eine genaue Messung als zwecklos unterlassen; nur so viel will ich bemerken, dass von einigen Millimetern nicht die Rede sein kann. Der größte Porus, der mir zu Gesicht gekommen ist, ist in Fig. 15 abgebildet; seine Öffnung von oben nach unten beträgt 7,86 Mikromillimeter. Eben so kann ich aus leicht begreiflichen Gründen keinen Aufschluss darüber geben, in welcher Entfernung die Pori von einander liegen. Indessen habe ich durch meine Präparate den Eindruck erhalten, als ob man gar nicht von »Pori« bei *Natica* reden sollte. Ich bin vielmehr zu der Überzeugung gelangt, dass der ganze obere Rand des Vorderfußes von *ex* an bis zu dem ersten *vs*, wo er mit dem unteren Fußrande verschmilzt, um den einheitlichen Vorderrand zu bilden, der Länge nach aufgeschlitzt ist und so eine Wasserspalte bildet. Die Schließmuskeln sind demgemäß auch keine kreisrunden Sphincter, sondern einfache bandförmige Muskeln, welche sich von der oberen Lippe der Spalte zur unteren erstrecken. Eine bestimmte Regelmäßigkeit in der Vertheilung dieser Muskeln scheint nicht obzuwalten, sie folgen indessen ziemlich dicht, ungefähr in einem Abstand von 16 Mikromillimeter, neben einander. Gleich hinter ihnen, nach dem Innern des Fußes zu, folgen dann in geringen Abständen noch weitere Muskeln (vgl. die Figuren), welche verschieden nahe an einander rücken und gelegentlich Doppelmuskel bilden, wie der Schließmuskel auf Taf. 16 Fig. 5. Der Übersichtlichkeit halber gebe ich in Fig. 11 ein Schema des Querschnittes durch die Wasserspalte, worüber man die Tafelerklärung vergleichen möge.

Nachdem wir nun die Poren besprochen haben, handelt es sich um den Nachweis, dass sie wirklich den Namen Wasserporen oder vielmehr Wasserspalte verdienen. LEYDIG ist der »Ansicht«, dass die von mir angekündigten Poren vielmehr der Wasserabgabe dienen, allein ich kann nichts finden, was ihn zu dieser »Ansicht« berechtigt, es müsste denn sein, dass er fürchtet, seine Theorie von den Inter-

¹ Wahrscheinlich betheiligen sich daran bindegewebige Schleimzellen, die sich an den vorhandenen Präparaten nicht gut von den nach allen Richtungen hin zerschnittenen Schleimdrüsen unterscheiden ließen.

cellularräumen könnte durch derartige Wasserporen etwas ins Schwanken gebracht werden. Um den verlangten Nachweis zu führen, dass die Wasserspalte bei *Natica* der Aufnahme von Wasser diene, könnte man die Thiere in Wasser mit suspendirten Farbstoffen legen, wie dies ja öfters geschehen ist, und dann die Lage der Farbepartikelchen studiren. Von vorn herein aber versprach ich mir wenig von derartigen Versuchen, in der Meinung, dass wenn *Natica* wirklich Wasser aufnimmt, schon Vorrichtungen vorhanden sein werden, welche das Eindringen von Fremdkörpern, seien sie auch noch so klein, verhindern. Natürlich dachte ich zunächst an den Schleim, welcher in so reichlicher Menge vom Fuße abgesondert wird und augenscheinlich auch eine ziemliche Menge des Farbstoffes bindet. Trotzdem legte ich eine Anzahl Exemplare in Wasser, in welchem chinesische Tusche, Berliner Blau oder Carmin suspendirt war. In ersterer wollten sich die Thiere ganz und gar nicht ausstrecken und auch in den beiden anderen Flüssigkeiten erst nach langem Zaudern. - Wenn nun der Farbstoff überhaupt in die Wasserräume eingeführt werden konnte, so musste man bei der großen Quantität der aufgenommenen Flüssigkeit auch eine beträchtliche Menge von ihm daselbst wiederzufinden hoffen. Als daher die Thiere, nachdem sie eine Zeit lang im Farbwasser herumgekrochen waren, bei ihrer Herausnahme aus demselben und nach Entfernung des anhaftenden Schleimes auch bei durchfallendem Lichte so weiß und klar aussahen, wie scheinbar vorher, so habe ich mir gar nicht erst die Mühe genommen, sie zu conserviren und in Serienschnitte zu zerlegen. Später stellte ich den Versuch mit Carmin noch einmal an und musste zu meiner Überraschung bemerken, dass die Thiere eine schwache rothe Färbung verriethen. Sie entsprach aber weniger derjenigen des Carminpulvers, als vielmehr der tieferen Färbung des Wassers, welches dieses zeigte, wenn sich das Pulver abgesetzt hatte; und angestellte Proben thaten dar, dass sich ein guter Theil dieses Carmins in See- und Süßwasser vollkommen löste, mithin dieser Versuch nicht als ein reiner angesehen werden konnte. Derjenige Stoff, welcher die erste Gelegenheit hatte, in die Wasserspalte zu gelangen, war der schützende Schleim selber, und auf ihn lenkte ich denn auch meine Aufmerksamkeit. In der That fanden sich an vielen Stellen Schleimpfropfen in der trichterförmigen Einsenkung des Epithels der Wasserspalte und häufig lagen sie mit dem einen Ende der äußeren Seite des Schließmuskels unmittelbar an. Es handelte sich nun darum eine Stelle zu finden, wo dieser Schleim über den Schließmuskel hinaus in das

Innere des Fußes eingedrungen war, ein Vorgang, für welchen man wohl kaum eine andere Erklärung finden konnte, als dass er durch das hineinströmende Wasser mit hineingedrängt worden sei. In Fig. 13 und 14 habe ich zwei auf einander folgende Schnitte mit einem derartigen Schleimpfropf abgebildet. In Fig. 13 steht die Spalte weit offen und man sieht den Schleimpfropf (*s*) als dunkel gefärbte Pyramide sich bis auf den Schließmuskel fortsetzen, indem er noch ein Stück zwischen die beiderseitigen Polster eindringt. Unter dem Schließmuskel sieht man bei *s*₁ ein dunkles Gebilde, dessen Natur anfänglich nicht recht erkannt werden konnte. In Fig. 14 ist der Schließmuskel nur noch unten an seinem äußeren Ende gestreift, und der Schleimpfropf setzt sich hier noch ein ziemliches Stück über die von dem Muskel im vorigen Schnitte eingenommene Stelle hinaus zwischen die Polster nach innen zu fort; zugleich geht aus seiner Gestalt hervor, dass das Gebilde *s*₁ der vorhergehenden Figur ein Theil seines unteren Zipfels ist¹. Herr FLEISCHMANN erhob mir gegenüber mündlich gegen diesen Schleimpfropf das Bedenken, dass es kein solcher, vielmehr ein Fetzen abgerissenes Gewebe aus dem Innern des Fußes sein möchte, welches bei dem Ausstoßen des Wassers von letzterem an diesen Ort transportirt sei; seine noch theilweise Lage im Innern des Fußes sei somit nicht befremdend. Es scheinen hierfür auch die Zellkerne zu sprechen, welche sich gerade bei diesem Exemplare zahlreich in den Schleimklumpen befinden und in Fig. 13 zu sehen sind. Allein eben so oft finden sich Schnitte, in denen die Schleimklumpen keine Kerne enthalten, wie z. B. gleich der nachfolgende Schnitt Fig. 14. Zudem zeigt die Gruppierung und vor allen Dingen die geschrumpfte Form der Zellkerne deutlich genug, dass sie nicht normale Bestandtheile des vorliegenden fraglichen Gebildes sind. Eine histologische Structur des letzteren ist überhaupt nicht wahrzunehmen, sondern man sieht z. B. in Fig. 14 nichts als eine gleichmäßig schwach körnige Masse, so dass es unmöglich ist, dieses Gebilde mit irgend einem Theile des Fußgewebes in Zusammenhang zu bringen. Die einzigen Gewebstheile des Fußes, welche überhaupt eventuell abgerissen werden könnten, wären Stücke des Polsters, welche aber sofort als solche zu erkennen wären; man vergleiche hierzu die Figuren. Überdies zeigt der Fuß im Innern keinerlei

¹ Die gleichnamigen Polstertheile sind in den beiden Figuren mit denselben Zahlen bezeichnet. Die Wasserstraße würde, wenn die Polster hier nicht ziemlich geschlossen wären, zwischen 1, 2 und 3 einerseits und 4 und 5 andererseits sichtbar sein.

Verletzung, und was endlich die Hauptsache ist, die fraglichen Gebilde besitzen ganz dieselbe Beschaffenheit wie der Schleim an anderen Stellen des Fußes, wo seine Natur als solcher über allem Zweifel erhaben ist. Übrigens unterscheidet sich dieser Schleimpfropf schon durch seine Färbung von den Geweben des Fußes, da er in alkoholischem Carmin einen etwas bläulichen Ton annimmt. Das Vorkommen von Kernen in ihm ist folgendermaßen zu erklären. Bei der Contraction, welche eintrat, als das betreffende Thier aus dem Sandbecken genommen wurde, platzte irgend wo ein Gefäß und es gelangten so Blutkörperchen in das Schwellungswasser und blieben beim Ausstoßen des letzteren in dem den Fuß umgebenden Schleime hängen. Als nun das Thier sich in der Glasschale, in welche es behufs allmählicher Abtödtung gelegt wurde, wieder schwellte, wurde der Schleim mitsammt den Blutkörperchen in die Wasserspalte eingesogen, blieb dort haften und erlitt durch den Alkohol eine Schrumpfung, so dass er nicht mehr die ganze Spalte ausfüllt, sondern von deren Wandungen mehr oder minder absteht. Die Schleimfetzen, welche in Fig. 13 und 14 abgebildet sind, sind übrigens verhältnismäßig sehr klein; meist übertrifft die außerhalb der Spalte befindliche Masse das innerhalb derselben gelegene Stück um das Vielfache. Schon dieser Umstand spricht übrigens gegen den Einwand FLEISCHMANN's. Wären nämlich die zahlreich vorhandenen Schleimpfropfen keine solchen, sondern Gewebetheile aus dem Innern des Fußes, so wäre es unerfindlich, warum die Hauptmasse der Gebilde immer außerhalb des Fußes und nur ein verschwindend kleiner Theil innerhalb der Spalte liegt und noch dazu fast immer an der Außenseite des Schließmuskels aufhört. Man müsste um so mehr erwarten, auch gelegentlich größere Mengen dieses Pfropfes innerhalb des Fußes zu finden; als die Schnitte von einem Thiere stammen, dessen Fuß ausgestreckt conservirt war, welcher also die Schwellungsflüssigkeit noch in sich hatte und demgemäß auch keine Gewebe so vollständig herausgespritzt haben konnte. Im Übrigen hat auch Herr FLEISCHMANN diesen Auseinandersetzungen gegenüber seinen Einwand fallen lassen.

2. Die Wasserräume.

a) Die Wasserräume selbst.

Alle Räume im Fuß, welche von Muskeln, Nerven, Adern und Drüsen freigelassen werden, sind Wasserräume, welche natürlich je nach der Dichtigkeit der Lage genannter histologischen Elemente eine

verschiedene Größe haben, die aber gegen das Epithel hin abnimmt. Desselgleichen ist ihre Gestalt sehr mannigfach. Man kann indessen einige canalartige Räume unterscheiden, welche den Fuß von vorn nach hinten durchziehen und bei der schnellen Translocation des Schwellwassers eine bevorzugte Rolle spielen müssen. Natürlich sind diese Canäle nicht mit geschlossenen Wandungen versehen, sondern stehen mit den anliegenden kleineren Wasserräumen eben so in Communication, wie diese wieder mit ihren Nachbarn; nach dem vorderen und hinteren Ende des Fußes zu lösen sie sich in unregelmäßige Maschenräume auf. Wie man in dem Schema Fig. 24 sieht, besteht dieses System von größeren Canälen zunächst aus einem Quercanal (q), welcher ungefähr direct unter dem Centralnervensystem liegt, und aus zwei für den Hinterfuß (hf) und sechs für den Vorderfuß (vf) bestimmten Längscanälen. Die Canäle des Hinterfußes lassen sich nicht weit als solche verfolgen und lösen sich bald in das Maschenwerk auf; ein jeder von ihnen giebt nach oben einen Ast für den hinteren Schalenlappen (whs) ab. Von den sechs Canälen des Vorderfußes entspringen jederseits die beiden lateralsten mit gemeinsamer Wurzel (1 und 4) aus dem Quercanal, und von dieser Wurzel geht jederseits ein Canal nach oben in den vorderen Schalenlappen (wvs). Von den beiden seitlichsten Canälen geht die Straße nach der Wasserspalte des oberen Vorderfußrandes ab; allerdings hat diese Straße im Vergleich zu den eben geschilderten Hauptcanälen ein so geringes Lumen, dass sie bei der nur schwach vergrößerten Abbildung Fig. 4 nicht zu sehen ist. Letztere Figur zeigt die Durchschnitte der beiden mittelsten Canäle (w_2 und w_3) und der Wurzel (w_1 und w_4) der beiden lateralen Canäle jederseits. Nach hinten zu sieht man die beiden Canäle des Hinterfußes abgehen; der querliegende Canal ist aus leicht begreiflichen Gründen in dieser Figur nicht deutlich sichtbar. Über die kleineren Wasserräume, welche sich bis dicht unter das Epithel erstrecken, geben sowohl diese Figur wie die Figg. 2, 5 und 9 Aufschluss. Die Wasserräume finden sich nur im Fuße und seinen Adnexen, lassen dagegen den übrigen Körper frei, wie sich aus der Beschaffenheit des Circulationssystems ergibt.

b) Verhalten der Wasserräume zu dem Blutgefäßsystem.

Man betrachtet das Blutgefäßsystem der Mollusken, mit Ausnahme der Cephalopoden, welche in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt werden, fast allgemein als offen. In der That kann man besonders an durchsichtigen Schnecken sehr gut beobachten,

dass die Arterien offen enden, indem ihre Wandungen vorher meist schon einige Löcher zum seitlichen Austritt des Blutes aufweisen, wie das von GEGENBAUR, LEYDIG u. A. beschrieben ist. Eigentliche Venen sind nicht vorhanden, vielmehr nur venöse Räume, in welche das Blut geräth, nachdem es die Arterien verlassen hat. So kommt es, dass bei Injection z. B. einer *Aplysia*, *Helix* oder auch einer Muschel fast das ganze Thier, so weit es die Contractionen einzelner Theile zulassen, von der Injectionsmasse gefüllt wird. Ganz anders aber *Natica*. Die Resultate der Injection sind hier sehr verschieden, je nach dem Grade des Absterbens, in welchem sich das zur Operation benutzte Exemplar befindet. Ist es bereits gänzlich abgestorben, so füllen sich, falls das Thier überhaupt ausgestreckt ist, wie bereits erwähnt, meist nur fünf große Längsgefäße des Vorderfußes und einige kleinere, von ihnen abgehende Gefäße. Fig. 10 auf Taf. 17 giebt ein Schema der Vertheilung der Hauptgefäße im Fuße von *Natica*. Im Hinterfuß sind sie nicht bis ans Ende gezeichnet, weil sie kein besonderes Interesse bieten¹. Die Arteria cephalo pedalis (*ao*) gabelt sich, wenn wir von den Gefäßen, welche den Kopf und seine Adnexe versorgen, absehen, in zwei Arterien (*a₁* und *a₂*), welche durch den Vorderfuß nach vorn laufen. Kurz nach der Gabelung entsendet jeder Ast einen solchen nach hinten in den Hinterfuß. Alle vier Äste (in der Figur schwarz gehalten) geben je einen Zweig in den vorderen, bezüglich in den hinteren Schalenlappen ab. Die Fig. 10 zeigt das Gefäßsystem, wenn die Lupe gerade auf die Ebene eingestellt wird, in welcher diese Hauptgefäße liegen; diese geben weder rechts noch links Zweige ab. Erst an der Stelle, wo die Äste für den Vorderrandsinus (*vsrs—vsrs*) abgehen, beginnt eine Verzweigung, und auch hier ist diese nur einseitig, da die betreffenden Äste alle nur von der Außenseite der Arterien abgehen. Der Vorderrandsinus nimmt die Spitze des Vorderfußes ein und fängt jederseits an der Stelle an, wo sich der obere und untere Rand des Vorderfußes vereinigen. Er wird bei völlig abgestorbenen Thieren

¹ Aus demselben Grunde sind in der Zeichnung die Adern weggelassen, welche den vorderen und hinteren Schalenlappen versorgen.

Eine sehr einfache Weise, sich das injicirte Gefäßsystem anschaulich zu machen, besteht darin, dass man das ganze Thier, vielleicht mit abgeschnittenem Eingeweidetasche, gut entwässert und dann in ein Öl mit starkem Brechungsindex, z. B. Cedernöl legt. Weil der Fuß von *N. josephina* kein dunkles Pigment enthält, so werden alle Gewebe vollkommen durchsichtig, und das Gefäßsystem zeigt sich so deutlicher, als es durch irgend eine manuelle Präparation geschehen könnte.

meist nur sehr unvollständig oder gar nicht injicirt, was wohl darin seinen Grund haben mag, dass das im Tode geronnene Blutplasma von der Injectionsmasse in denselben hineingetrieben wird und so die Lücken zwischen den Geweben verstopft. Aber gerade diese mangelhaften Injectionen lassen das Verhältnis der Gefäße zu ihm am besten erkennen. Man sieht nämlich, dass die Endzweige der Arterien die hintere Grenzmembran (*ihers*) dieses Vorderrandsinus durchsetzen und sich innerhalb desselben dendritisch verzweigen. Das Blut, welches aus den arteriellen Endästchen strömt, füllt zunächst den Vorderandsinus und kehrt aus diesem durch die Venen (v_1, v_2, v_3) (in der Figur weiß gehalten) zurück. (Welche Gefäße Arterien oder Venen sind, sieht man am einfachsten, wenn man an einem ausgestreckt conservirten Thiere vorsichtig die obere Decke des Vorderfußes abträgt und durch die *A. cephalopedalis* Luft einbläst. Diese strömt in den Gefäßen α nach vorn zu dem Randsinus und kehrt durch die Gefäße v von dort zurück.) Die venösen Endästchen verzweigen sich nicht in dem Vorderrandsinus, dringen überhaupt nicht in denselben ein, sondern ihre Wandungen sind die unmittelbare Fortsetzung der hinteren Grenzwand dieses Sinus, worauf ich unten p. 460 noch einmal zurückkommen werde. Die venösen Zweige für den Vorderrandsinus gehen von den beiden äußeren Venen (v_1 und v_3) ebenfalls nur von deren Außenseite ab, während die mittlere Vene (v_2) ungefähr nach beiden Seiten gleichmäßig ihre Zweige abgibt. Die drei Venen, welche während ihres Verlaufes durch den Fuß ebenfalls keinerlei Äste in horizontaler Richtung, mit Ausnahme der für den Vorderrandsinus bestimmten, abgehen lassen, vereinigen sich ungefähr an der Stelle, wo der querliegende Wasserraum sich befindet, also unter dem Centralnervensystem, zu einem gemeinsamen Stamme, über dessen Mündung (fv) ich unten p. 452 berichte. Aus dem Hinterfuß kommen ebenfalls drei Venen, von denen die beiden seitlichen in die entsprechenden Venen des Vorderfußes einmünden, ehe sich diese mit ihrer Mittelvene vereinigen. Die Mittelvene des Hinterfußes mündet direct in den gemeinsamen Venenstamm von unten her ein. Die Venen der Schalenlappen habe ich nicht weiter berücksichtigt.

Während, wie bereits gesagt, Arterien und Venen in horizontaler Richtung keinerlei Äste abgeben, mit Ausnahme der für den Vorderandsinus, so geschieht dies um so reichlicher in mehr oder minder schräger Richtung nach der Ober- und Unterseite des Fußes (vgl. das Schema Fig. 12). Diese Zweige sind ziemlich stark, verästeln sich

baumförmig, verbinden sich schließlich dicht unter dem Epithel mit ihren feinsten Ausläufern unter einander und bilden so ein zierliches Capillarnetz (vgl. Fig. 21; in der Mitte ist die Injection ausgeblieben, die arteriellen Ästchen sind mit *a*, die venösen mit *v* bezeichnet). In dem Schema Fig. 12 eines Schnittes durch den Vorderfuß ist die Gefäßverzweigung nur im linken oberen Theile angegeben; es versteht sich von selbst, dass sie in den anderen Theilen des Fußes die gleiche ist. Bei gänzlich abgestorbenen Thieren füllen sich durch die Injection nur einige von diesen nach oben und unten zu gerichteten Gefäßen, das Capillarnetz allerhöchstens an sehr wenigen Stellen. Will man dieses injiciren, so muss man den richtigen Moment anpassen, ehe der Tod eintritt. Injicirt man Thiere, die noch so viel Lebenskraft besitzen, dass sie (wenn auch nur sehr langsam) noch reagiren, wenn man sie aus dem Meerwasser in Süßwasser legt, so wird das ganze Thier auf der Oberfläche in dem Augenblick blau, in welchem man die Injection wirken lässt, und man kann mit einer schwachen Linse das zierliche Capillarnetz sich anschaulich machen. Leider contrahiren sich diese Thiere während der Conservirung meist vollständig, wodurch die Einzelheiten unkenntlich werden.

Öffnet man den vorderen Theil der Leibeshöhle von *Natica*, in welchem der Oesophagus nebst Buccalmasse, Speicheldrüse und das Centralnervensystem liegt, so erblickt man nach Entfernung des Oesophagus und der enormen Speicheldrüse (Taf. 16 Fig. 1) in der rechten seitlichen und unteren Wandung zwischen starken, kurzen, ungefähr senkrechten Muskeln einige rundliche Löcher, die in einen Blutraum führen, welcher auf dieser Seite der vorderen Körperhöhle hinzieht. In Fig. 7 ist dieser Raum von der rechten Seite her geöffnet dargestellt (von *o* bis *fv*). Man sieht auch hier, natürlich links davon, die kurzen senkrechten Muskeln, welche ihn von der vorderen Körperhöhle trennen, und dazwischen die Communicationslöcher zwischen beiden. Bei *fv* führt ein Loch in die Tiefe, und zwar ist dieses die Mündung des gemeinsamen Stammes der Fußvenen (vgl. Fig. 10 *fv*). Bei *o* befindet sich abermals eine Communicationsöffnung der vorderen Körperhöhle und des Venenraumes, welche den Oesophagus nach hinten durchtreten lässt. Sowohl diese Öffnung als auch die Löcher zwischen den trennenden senkrechten Muskeln können durch Muskelcontraction geschlossen werden; alsdann nimmt das aus dem Fuße zurückkehrende Blut seinen Weg an der vorderen Körperhöhle entlang, ohne sich mit dem aus der letzteren kommenden Blute zu mischen oder gar in diesen selbst einzutreten, und strömt in den

hinteren Körperraum. Aber auch dieser Weg kann ihm noch versperrt werden, wenn die Schließmuskeln der Öffnung (bei *d*), durch welche der Oesophagus in den hinteren Körperraum tritt, sich contrahiren. Es ergibt sich also, dass dem aus dem Fuße zurückkehrenden Blute der Eintritt in den übrigen Kreislauf verwehrt werden und so seine Stauung im Fuße veranlasst werden kann.

Mit der Schilderung dieses gegen die Wasserräume geschlossenen Systems von Gefäßen haben wir aber diejenige des Blutkreislaufes im Fuße noch nicht erschöpft. Wie man in dem Schema Fig. 12 sieht, streben die Äste der Arterien und Venen unter baumartiger Verzweigung direct dem Epithel zu, ohne unterwegs Äste an die so reichlich entwickelte Musculatur (vgl. Taf. 16 Fig. 4) abzugeben. Dies muss um so mehr auffallen, als die in den Hauptwassercanälen aufgehängten Nervenstämme ihre eigenen Gefäße erhalten. Obgleich diese Nervenstämme direct in den Wassercanälen hängen, so sind sie doch nicht mehr als die Muskeln dem Einflusse des umgebenden Wassers ausgesetzt, denn erstlich werden die Zwischenräume zwischen den Muskeln, von denen ja die stärksten gleichfalls unmittelbar die großen Wassercanäle umgrenzen, ebenfalls von Wasser erfüllt und zweitens werden die Nerven mitsammt dem sie umgebenden Adernetze (vgl. Fig. 23) noch von einer besonderen geschlossenen Hülle umgeben und so gegen die etwa schädliche Einwirkung des Wassers geschützt¹. Wenn nun auch anzunehmen ist, dass die Nerven eine bessere Ernährung als die Muskeln nöthig haben, so müssen doch auf irgend eine Weise auch letztere mit dem Blute in nähere Berührung kommen. Bei dem Durchmustern der einen Serie stieß ich wiederholt auf Stellen, wo die Muskeln theilweise selbst injicirt zu sein schienen, nicht etwa die Zwischenräume zwischen ihnen, welche vollkommen leer waren. Es ist nun klar, dass ein Muskel nicht injicirt werden kann, und quergetroffene Muskeln zeigten denn auch, dass ihre Blaufärbung von einem eben so getärbten, sie concentrisch umgebenden Ringe herrührte. Die Muskeln liegen also in einem allerdings nur sehr dünnen Blutsinus, welcher gegen die Wasserräume hin durch eine zarte continuirliche Membran abgegrenzt ist. Diese Grenzmembran ($\frac{2}{3}$ der Figuren) ist nicht etwa ein

¹ Der Hauptnerven sind ursprünglich jederseits nur zwei, von denen der laterale sich jedoch entsprechend den Wassercanälen gabelt, so dass in jeden der sechs Wassercanäle ein Nerv zu liegen kommt. In der Spitze des Fußes vereinigen sie sich wieder, indem sie ein rautenförmiges Maschenwerk bilden, dessen Knotenpunkte von Ganglien eingenommen werden.

bloßes Abscheidungsproduct, sondern ist aus Zellen aufgebaut, deren Kerne man zahlreich den histologischen Elementen aufliegen sieht. Eine Verwechslung dieser Kerne mit den Kernen der Muskelfasern z. B. ist ausgeschlossen, da letztere nicht nur bedeutend größer als die ersteren sind, sondern auch bekanntlich bei den Mollusken innerhalb der Muskelzellen liegen; außerdem trifft man die Kerne der Grenzmembran gelegentlich zwischen zwei Gabelästen einer Muskelfaser an (vgl. Taf. 16 Fig. 9 bei *g*). Fig. 9 giebt eine schematisirte Darstellung des Verhaltens der Grenzmembran, jedoch ist letztere nur in der oberen Hälfte der Figur vollständig gezeichnet. Sie lässt sich an der Hand ihrer Kerne über alle histologischen Elemente des Fußes verfolgen. Wo zwei von ihnen sich besonders nahe kommen, oder an Kreuzungs- resp. Gabelungsstellen von Muskeln gelingt es die Haut selbst zu beobachten, wie sie sich über die zwischen den einzelnen Elementen gelegenen Winkel hinwegspannt. Da, wo mehrere Muskelbündel an einander gelagert zusammen in einer Richtung verlaufen, ist der von der Grenzmembran um sie gebildete Sinus meist ein gemeinsamer und dann gelegentlich nur einseitig injicirt (*mb*). Bisweilen spannt sich auch zwischen den Blutsinusen zweier Muskeln eine Brücke der Grenzhaut aus, welche natürlich hohl ist und, da sie ebenfalls injicirt ist, als ein schwach bläulicher Faden erscheint (*f*). Es bedarf kaum der Erwähnung, dass auch die Drüsen mit einem ähnlichen Sinus umkleidet sind; man sieht oben in der Figur, wie ein solcher einseitig injicirt ist. Alle diese Sinuse communiciren besonders an den Kreuzungsstellen mit einander. Unter dem Epithel geht die Grenzhaut von einem Elemente auf das andere über und bildet so unter ihm einen fortlaufenden Epithelsinus (vgl. die Figur). Man kann sich am besten den ganzen Complex dieser Sinuse verständlich machen, wenn man sich zunächst nur das Epithel und den unter ihm gelegenen, durch die Grenzmembran gegen die Wasserräume abgeschlossenen Epithelsinus vorstellt. Nun lasse man von dem Epithel aus Muskeln und Drüsen hervorstechen und diese die Grenzmembran überall vor sich hertreiben. Die Continuirlichkeit der Grenzmembran lässt sich natürlich nicht ad oculos demonstrieren, da sie den Elementen meist so dicht anliegt, dass nur ihre Kerne sichtbar sind. Für mich genügen als Beweis dafür die Injectionsbilder, denn ich kann nicht einsehen, warum im entgegengesetzten Falle die Injectionsmasse den Sinus unter dem Epithel füllen und sich noch weit in den Fuß hinein, allerdings dem engen Raume der betreffenden Sinuse entsprechend nur als ein zarter blauer Anflug der Muskeln etc.,

erstrecken sollte, ohne dass auch nur eine Spur von ihr in die Lücken zwischen denselben eindringen sollte. Ein Extravasat, welches als solches hier leicht erkennbar sein würde, lässt sich an den injicirten Stellen nirgends nachweisen; es würde ungefähr den Anblick gewähren, wie es in Fig. 8, welche den injicirten Vorderrandsinus darstellt, zu sehen ist. Wäre die Grenzmembran nicht continuirlich, sondern stellenweise durch Löcher unterbrochen, so würde die Injectionsmasse sicherlich eher die bequemerer Wege in den Wasserräumen zwischen den Muskeln aufsuchen, als sich in die feinen Sinuse um die Muskeln etc. hineinzupressen. Wir haben schon anfänglich dieses Verhalten als Postulat aufgestellt, denn wie sollten die Muskeln ernährt werden und wo sollten die Schleimdrüsen die Stoffe zur Schleimsecretion hernehmen, wenn sie statt vom Blute von Wasser umspült würden? Endlich ist ein Verhalten, wie das geschilderte, gar nicht so absonderlich, da ein ähnliches System von Sinusen sich überhaupt bei allen mit dichterem Gewebe ausgestatteten Mollusken vorfinden muss. Wenn die Adern in den dichteren Geweben einfach offen endigten, so würde das Blut niemals in alle die feinen Lücken und durch den feinen, unter dem Epithel gelegenen Muskelfilz (die mitunter unpassenderweise sogenannte Lederhaut) bis an dieses selbst dringen, sondern es würde sich mit Nothwendigkeit die bequemerer Wege durch die großen Maschen aufsuchen. Allerdings muss hier die Grenzhaut, nachdem sie das Blut bis an das Epithel geleitet hat, Löcher erhalten resp. discontinuirlich werden, damit das Blut durch die größeren Maschen wieder zurückkehren kann. LEYDIG (1) hat ähnliche Verhältnisse beschrieben. In derselben Arbeit lässt er die in die Tiefe ragenden Kalkdrüsen (Taf. 16 Fig. 43 und Taf. 14 Fig. 31 und 28) mit einem mesodermalen Zellnetze in directe Verbindung treten, was mir aber schon von jeher, ehe ich mich mit dem vorliegenden Thema beschäftigte, sehr unwahrscheinlich vorkam. Ich kann nicht recht einsehen, zu welchem Zwecke Hautdrüsen, welche sich doch aller Wahrscheinlichkeit nach durch Einstülpung vom Epithel her in die Tiefe bilden, mit mesodermalen Zellnetzen in Verbindung treten sollen, wenn sie vom Blute, aus dem sie doch wohl ihr Secret absondern, direct umgeben werden. Eben so wenig kommt es mir wahrscheinlich vor, dass solche Drüsen einen Vortheil davon haben sollten, wenn sie unterhalb des Epithels unter sich directe Verbindungen eingehen, wie es LEYDIG's Fig. 31 auf Taf. 14 angiebt. Vergleicht man aber damit meine Fig. 9 auf Taf. 16, so sieht man dort zwei nach der Natur gezeichnete Drüsencomplexe, welche das-

selbe Verhalten darbieten. Indessen muss man sich doch jeden der beiden Complexe aus eben so viel gesonderten Drüsen zusammengesetzt denken, als Ausführungsgänge vorhanden sind; die Verschmelzung ist nur eine scheinbare, indem die einzelnen Drüsen durch die sie umgebende Grenzmembran so eng an einander gerückt sind; dass sie ein gemeinsames Ganze zu bilden scheinen. Entscheiden lässt sich diese Vermuthung an den vorliegenden Präparaten nicht, aber von einem Theile der Kerne sieht man deutlich, dass sie den Drüsen nur aufliegen und nicht Drüsenzellen angehören. Ich glaube, LEYDIG's Angaben sind in demselben Sinne zu deuten.

Auf welche Weise die feinsten Capillaren mit diesem System von Sinusen communiciren, ist sehr schwer zu entscheiden. Dies könnte nur an den Stellen deutlich erkannt werden, wo die Injectionsmasse eben in diese Sinuse eingedrungen ist, aber gerade dort ist sie nun durch die injicirten Elemente verdeckt. Außerdem streichen die Capillaren meist so dicht über den oft zu einem Minimum reducirten Epithelsinus hin, dass man keine deutlichen Bilder erhält, doch will es mir scheinen, als ob die Communication so stattfindet, wie ich es bei *com* in Fig. 9 dargestellt habe. Der Epithelsinus ist natürlich nicht so breit, wie ich es in der schematisirten Figur der Deutlichkeit halber gezeichnet habe. Eine Communication der Gefäße mit den Sinusen um die Muskeln etc. (der Kürze halber Gewebesinus genannt) habe ich nirgends entdecken können, und an den Stellen, wo der Gewebesinus injicirt ist, geht die Injection vom Epithelsinus aus.

Gegen die im Vorhergehenden beschriebenen Blutbahnen könnte man zwei Einwürfe erheben. Erstlich dürfte es unwahrscheinlich vorkommen, dass außer den arteriellen Wegen zweierlei verschiedene Bahnen für das zurückströmende venöse Blut, die eigentlichen Venen einerseits und der Epithel- und Gewebesinus andererseits, vorhanden seien. Wenn, wie oben angegeben, die Arterien mit den Venen direct durch ein System von Capillargefäßen in Verbindung stehen, so ist nicht ohne Weiteres einzusehen, warum das Blut nicht sich lediglich die bequemerer Wege durch die Venen aussucht, anstatt sich durch den Epithel- und Gewebesinus hindurchzupressen. Dem gegenüber muss nun aber noch hervorgehoben werden, dass der Weg durch die beiden letztgenannten Sinuse der hauptsächlichste sein muss, denn wenn das Blut von den Arterien durch die Capillaren direct in Venen zurückkehrte, so würde es mit keinen Elementen (mit Ausnahme der Nerven) in nähere Berührung treten, sondern lediglich durch Wasser-

räume streichen und so eigentlich seinen Zweck verfehlen. Betrachten wir, um diese Behauptung näher zu begründen, das Gefäßsystem in den beiden seitlichen Fußtheilen, den sog. Flügeln, von *Tiedemannia* oder *Cymbulia*, jenen durchsichtigen Pteropoden, wo man die Adern am lebenden Thiere sehr leicht verfolgen kann. Da stellt es sich denn heraus, dass die Gefäße hier lediglich Arterien sind, Venen dagegen fehlen. Wie strömt nun das Blut aus dem Fuß wieder zurück? In den Wandungen der Gefäße, welche sich unter stets abnehmendem Lumen bis ganz in die Nähe des Flügelsaumes verfolgen lassen, trifft man keine Löcher an, durch welche es austreten könnte. Zudem würde dies ihm auch gar nichts nützen, da das Innere des Fußes von einer Gallerte ausgefüllt ist und so den Rückweg des Blutes verhindert. Die einzige Möglichkeit, welche dem Blute offen bleibt, ist seine Wanderung durch den Raum, welcher sich unter dem Epithel befindet und in welchem dicht unter letzterem die starken Muskeln zur Bewegung des Flügels liegen. Dieser Raum, in welchen das Blut nur gelangen kann, nachdem es von den Arterien bis in den Flügelrand geleitet worden ist, wird gegen die centrale Gallerte durch eine Membran abgegrenzt. Zu diesem Ergebnisse war ich gelangt, schon bevor ich mir meine Theorie über die Blutwege bei *Natica* gebildet hatte, so dass ersteres nicht etwa unter dem Einflusse der letzteren entstanden ist und mit desto größerem Rechte als Beweismittel hier herangezogen werden darf. Man setze nun statt der Gallerte die Wasserräume ein und lasse die Muskeln sich vom Epithel entfernen und die sie von der Gallerte trennende Grenzmembran vor sich hertreiben, so hat man die Verhältnisse, wie sie bei *Natica* vorliegen. Wo dieser Gewebesinus bei *Tiedemannia* sowohl wie bei *Natica* mündet, habe ich bis jetzt noch nicht gefunden, hoffe aber in dem dritten Theile meiner Untersuchungen über die Wasseraufnahme, welcher das Blutgefäßsystem der Mollusken überhaupt zum Gegenstande haben soll, darüber berichten zu können.

Aus physiologischen Gründen ist anzunehmen, dass ein regelmäßiger Blutstrom durch den Gewebesinus streicht. Wozu nun also bei *Natica* die besonderen und so starken Venen? Wenn der Weg durch den Epithel- und Gewebesinus der einzige wäre, welcher bei einem etwaigen Einziehen des Fußes dem Blute offen stände, so würde das Einziehen, entsprechend dem geringen Lumen des Epithel- und Gewebesinus, nur äußerst langsam erfolgen können und bei einer etwas starken Contraction der Fußmuskeln ein Zerreißen der Grenzmembran und damit ein starker Blutverlust unvermeidlich sein. Hier

treten nun die Venen ein, indem die große Menge des in den arteriellen Gefäßen enthaltenen Blutes direct durch sie unter Vermittelung der Capillaren zurückströmen kann. Dafür aber, dass das Blut sich nicht immer diesen bequemerem Weg aussucht, dürften die Muskeln sorgen, welche, wie wir oben p. 452 gesehen haben (vgl. Taf. 16 Fig. 1 und 7), die Venen sowohl gegen den vorderen als gegen den hinteren Körperraum absperren können. Freilich darf diese Absperrung keine gänzliche oder permanente sein, wie wir sogleich sehen werden.

Als zweiten Einwand gegen ein regelmäßiges Strömen des Blutes durch den Epithel- und Gewebesinus könnte man geltend machen, dass das Lumen dieser Sinuse viel zu eng sei, um den Blutkörperchen den Durchgang zu gestatten, zum mindesten aber bald von ihnen verstopft werden würde. In der That, wenn man die hier und da in den Adern anzutreffenden Blutkörper mit jenen Bahnen vergleicht, so ist dieser Einwurf berechtigt und es ist mir auch niemals gelungen, Blutkörper in ihnen zu erblicken. Aus beiden Gründen folgere ich also, dass Blutkörper in Wirklichkeit nicht in die beiden Sinuse eintreten. So sonderbar dies auf den ersten Augenblick erscheinen möchte, so lässt es sich doch nachweisen, dass in der That in gewissen Theilen des Molluskenkörpers nur die Blutflüssigkeit kreist. Es ist gelegentlich schon von anderen Forschern die Bemerkung gemacht worden, dass larvalen Stadien die Blutkörperchen überhaupt noch fehlen, und ich selbst habe zu meinem Missbehagen, als ich den Kreislauf bei jungen Pteropoden beobachten wollte, bemerken müssen, dass z. B. *Creseis* eine ziemliche Größe erreichen kann, ehe sich flottirende Blutkörper in ihr beobachten lassen. Einen mit *Natica* aber ganz analogen Fall finden wir wieder bei *Tiedemannia*. Hier werden die Arterien, welche die Flügel durchziehen, auf ihrem Wege nach dem Rande schließlich so eng, dass an ein Passiren der Blutkörperchen nicht mehr zu denken ist. Wenn man nun mehrere Stunden hindurch die Arterien im Auge behält, so wird man in der That niemals ein Blutkörperchen in sie eindringen sehen. Dieser Umstand lässt natürlich nach einem Apparate suchen, welcher die Blutkörperchen zurückhält, und ich habe auch eine siebähnliche Membran im Circulationssystem bei *Tiedemannia* gefunden, bin mir aber über ihre näheren Beziehungen noch nicht klar geworden. Bei *Natica* scheint das Eindringen der Blutkörper in den Epithel- und Gewebesinus dadurch verhindert zu werden, dass die Öffnungen zwischen dem Epithelsinus und den Capillaren zu eng sind, um Blutkörper passiren zu lassen. Diese müssen vielmehr durch die Venen ihren

Weg zurücknehmen; es muss daher der Verschlussapparat der Venenmündung immer ein wenig offen bleiben oder auch sich von Zeit zu Zeit öffnen, um die Blutkörperchen durchzulassen.

c) Vorderrandsinus.

Von der Ausdehnung des Vorderrandsinus kann man sich nach Fig. 10 eine Vorstellung machen; Taf. 16 Fig. 8 bietet einen schematischen Querschnitt von ihm. Zum größten Theil ist er von jenen polsterartigen Drüsen oder Schleimzellen ausgefüllt und das ihn überdeckende Epithel lässt an der Spitze deutlich eine Scheidung in eine obere und eine untere Hälfte erkennen, welche sich ziemlich scharf gegen einander absetzen. Dies wird dadurch veranlasst, dass ein starker Nerv dicht an das Epithel herantritt, welches an dieser Stelle aus schmalen Elementen, ohne Zweifel Sinneszellen, oberhalb derselben dagegen fast nur aus becherförmigen Drüsenzellen besteht. Die Drüsen unter dem Epithel liegen meist so eng an einander gepresst, dass man zwischen ihnen keine Lücken wahrnehmen kann. Weiter jedoch nach dem Inneren zu werden sie lockerer und die Zwischenräume zwischen ihnen, meist mit Injectionsmasse gefüllt, lassen sich leicht von den Querschnitten der Arterien dadurch unterscheiden, dass ihre Form lediglich durch die angrenzenden Gewebe bestimmt wird, während die Arterien durchschnitte (*ar*) stets rund oder oval sind und eine eigene zellige Wandung erkennen lassen. Die Bluträume werden nach hinten zu zahlreicher und bilden schließlich einen großen gemeinsamen Raum, welcher von den Arterien, Nerven und einigen Muskelfasern durchsetzt und gegen die Wasserräume durch eine feine, geschlossene und kernhaltige Membran (*ihvrs*) abgegrenzt wird. Ursprünglich vermuthete ich, diese Membran würde unmittelbar in die Grenzmembran des Epithelsinus übergehen, allein ich habe mich nicht nur nicht davon überzeugen können, sondern bin zur entgegengesetzten Meinung gelangt. Freilich liegen die Drüsen hier viel zu dicht an einander, als dass man diese Haut bis an das Epithel verfolgen könnte, aber die Injectionsbilder (vgl. Fig. 8) sprechen zu deutlich dafür. A priori hätte ich aber gar nicht voraussetzen dürfen, einen Übergang dieser Membran in die Grenzmembran zu finden. Wenn die letztere, als die unmittelbare Fortsetzung der Arterienwände, dazu bestimmt ist, das Blut bis in die feinsten Räume zu den äußersten histologischen Elementen, den Epithelzellen, zu leiten, so ist es klar, dass sie hier in dem Randsinus ebenfalls vorhanden sein muss. Freilich wird sie hier nicht continuirlich sein,

sondern Löcher haben, durch welche das Blut in die Zwischenräume zwischen den histologischen Elementen geräth und schließlich in die Lacunen des Vorderrandsinus strömt, wie es ja bei allen Mollusken mit offenem Blutgefäßsystem im Fuße der Fall sein muss. Die venösen Räume im Vorderrandsinus von *Natica* würden also ganz den gleichen Räumen im ganzen Fuß der anderen Mollusken entsprechen, nur dass sie hier auf eine schmale Zone beschränkt sind. Aus dem Vorderrandsinus strömt das Blut in die Venen, welche, wie die Figur zeigt und wie von vorn herein zu erwarten war, die unmittelbare Fortsetzung der Haut sind, welche den Randsinus gegen die Wasserräume abgrenzt. Die Venenäste gehen meist ungefähr nahe der Mitte ab, jedoch sieht man auch kleinere von anderen Punkten abgehen (unten). Die Arterien dringen auch meist nahe der Mitte in den Sinus ein und lassen sich noch ziemlich weit nach vorn verfolgen (a).

Ich habe mir natürlich die Frage vorgelegt, warum gerade hier, am Vorderrande des Fußes, an Stelle des Capillarnetzes sich ein Blut-sinus befindet, wie er sonst bei den übrigen Mollusken den ganzen Fuß ausfüllt, und habe sie mir folgendermaßen beantwortet. Im Vorderrande des Fußes, der augenscheinlich als Sinnesorgan fungirt, liegen die Drüsen und nervösen Elemente um Vieles enger als in den anderen Fußtheilen, so dass der Gewebesinus ein außerordentlich complicirter sein müsste, wenn er geschlossen sein und mit einem Capillarnetze nur hier und da communiciren sollte. Zudem würde letzteres, welches natürlich hier wegen der Anzahl der zu versorgenden Elemente ein viel dichteres sein müsste als an anderen Stellen, hier gar keinen Platz finden. Wie die Beobachtung lehrt, und wie es nach der Function des Vorderrandes selbstverständlich ist, besitzt letzterer den anderen Fußtheilen gegenüber die Fähigkeit, sich außerordentlich schnell zurückzuziehen. Es leuchtet ein, dass der Vorderrandsinus mit den starken, mit breiten Ostien von ihm direct abgehenden Venen ein viel schnelleres Zurückziehen gestattet, als es ein complicirter Gewebesinus im Vereine mit einem Capillarsystem zulassen würde.

d) Intercellulargänge.

Nach außen würde der Epithelsinus nach LEYDIG u. A. durch die Intercellulargänge mit dem umgebenden Medium direct in Verbindung stehen. In dem ersten Theile meiner Arbeit habe ich mich gegen die Anerkennung derartiger Intercellulargänge ausgesprochen und verlangt, dass LEYDIG erst ihr Verhältniß zu der Basilmembran des

Epithels näher präcisirte. Diese Haut wird von LEYDIG selbst bei Gastropoden beschrieben, bei *Cyclas* aber nicht berücksichtigt und würde dort seinen Zeichnungen zufolge auch gar nicht vorhanden sein. Wenn man die neueren histologischen Arbeiten über die Mollusken durchblättert, so bemerkt man, dass diese Haut allmählich immer mehr und mehr bekannt und vor allen Dingen bei Vertretern verschiedener Gruppen beschrieben wird, so dass man zu der Annahme berechtigt ist, dass sie ein allgemeines Attribut der Mollusken, mithin auch von *Cyclas* sein wird. Ihre Stärke ist freilich bei den einzelnen Gruppen sehr verschieden, und bei *Natica* ist sie an günstigen Stellen nur als feine Linie wahrnehmbar. Ich habe früher das Vorhandensein dieser Haut als ein Postulat hingestellt, damit die Muskeln einen genügend festen Ansatzpunkt hätten und nicht durch ihre Contraction den Verband der Epithelzellen lockerten. Jetzt möchte ich ihre Existenz auch noch aus einem anderen Grunde für nothwendig halten. Wenn eine *Natica* vollkommen ausgestreckt ist, so ist das Epithel zu einer glatten Fläche ausgebreitet und gewährt im Querschnitt den Anblick eines Cylinderepithels. Wenn das Thier sich nun einzieht, so wird die Oberfläche des Fußes ungefähr auf den zehnten Theil verringert. Damit nun das Epithel dennoch Platz hat, muss es Falten schlagen, was denn auch mit der zierlichsten Regelmäßigkeit geschieht, ungefähr wie in dem Schema Taf. 17 Fig. 22. Um sich den neuen Localverhältnissen anzupassen, muss nothwendig ein großer Theil der Zellen seine cylindrische Gestalt einbüßen und eine keilförmige annehmen, und zwar würden die Zellen, welche auf dem Gipfel der Falte liegen, ihr breites Ende nach außen kehren (*u*), die Zellen im Grunde (*z*) sich dagegen umgekehrt verhalten. Schematisch würde man sich dieses Verhältnis ungefähr so vorstellen können, wie es in der Falte *c* angedeutet ist. Allein in der Wirklichkeit erhält man ein Bild, wie es die Falte *b* zeigt. Die Zellen haben nämlich nicht nur ihre Form, sondern auch das Verhältnis ihrer Länge zur Breite geändert, indem diejenigen auf dem Gipfel der Falte bei *t* an Länge zugenommen, diejenigen im Grunde (*e*) an Länge abgenommen, dagegen an Breite gewonnen haben. Ich vermag mir nun nicht vorzustellen, dass die Zellen bei diesen Gestaltsveränderungen ihren Zusammenhang aufrecht erhalten könnten, wenn sie nicht an ihrem basalen Ende ein- für allemal befestigt wären. Bei *t* würden unfehlbar einige Zellen hinausgequetscht und bei *e* würden die Zellen aus einander gerissen werden. Zum mindesten müssten aber an solchen Stellen wie *e* die Intercellularräume ganz besonders

breit und die Querbalken, welche nach LEYDIG die Zellen verbinden sollen, sehr in die Länge gezogen, mithin deutlich sichtbar sein. Aber gerade an diesen Stellen habe ich weder Intercellulargänge noch Intercellularbalken bemerken können, sondern die Zellen stoßen dicht an einander.

Wenn eine Basilmembran wirklich vorhanden ist, so hat man Grund dazu anzunehmen, dass sie nicht sehr elastisch ist, denn durch diese Eigenschaft würde ihr Nutzen für die Thätigkeit der sich an sie ansetzenden Muskeln erheblich herabgemindert werden, wie sich von selbst versteht. Wenn sie also bei einer solchen Streckung des Epithels, wie sie bei *e* stattfindet, ganz ausgespannt ist, so muss sie, sobald die Zellen sich verschmälern, also enger zusammenrücken und ihr weniger Flächenraum darbieten, Falten schlagen. Da man sie sich ihrer Natur nach mit dem Basalthheil der Zellen innig verwachsen vorstellen muss, so wird sie die Falten einzig und allein nach dem Epithel zu bilden können. Es werden sich dabei die Zellen mit ihrem Basalthheil halbkugelig nach innen zu vorwölben und die Membran wird in die Lücken zwischen diese Halbkugeln eindringen, wie es das Schema in Fig. 25 a veranschaulicht. Wenn sich dieses Verhältnis stärker ausprägt, und das wird es natürlich bei Thieren, welche eine große Ausdehnungsfähigkeit, mithin eine flächenhaft sehr ausgedehnte Basilmembran besitzen, so wird die letztere noch tiefer zwischen die Zellen eindringen, und wir würden ein Schema wie Fig. 25 b bekommen. Da sich nun unter dem Epithel und seiner Basilmembran Bluträume befinden, so wird bei einer guten Injection die Masse auch in diese kegelförmigen Falten der Basilmembran eindringen, man wird also beim Durchschnitt ein Bild erhalten genau wie Fig. 4 von NALEPA es darbietet, und welches von oben gesehen vollkommen dessen Fig. 2 entsprechen würde. Schon in meiner ersten Abhandlung (p. 531) machte ich auf eine derartige Deutung der NALEPA'schen Figuren aufmerksam, wagte sie damals aber noch nicht als Behauptung hinzustellen, weil ich keine Präparate davon angefertigt hatte. Heute bin ich durch einige gelungene Injectionspräparate in den Stand gesetzt, jene Deutung als die allein richtige zu bezeichnen. An mehreren Präparaten einer Schnittserie durch ein gut injicirtes Exemplar von *Natica* hat sich stellenweise das Epithel von dieser Membran abgehoben und man sieht Folgendes. Die Zellen des Epithels haben sich nicht einzeln abgelöst, sondern bilden eine zusammenhängende Schicht; weder zwischen ihnen noch auf ihrer Außenseite befindet sich irgend welche Spur

der Injectionsmasse. Der Epithelsinus unter der Basilarmembran ist injicirt, und von ihm erheben sich (vgl. Taf. 16 Fig. 9) kegelförmige Zapfen, welche spitz endigen und gleichfalls injicirt sind; von einer Öffnung an ihrer Spitze oder gar einem Ausfließen der Injectionsmasse ist nichts zu sehen. An anderen Stellen, wo sich die Epithelzellen nicht abgehoben haben, sieht man die Masse öfters bis ungefähr $\frac{2}{3}$ der Höhe der Zellen emporsteigen, dagegen ebenfalls kein Ausfließen nach außen. Ähnliches ist auch im Vorderrandsinus (Taf. 16 Fig. 8 bei *i*) zu sehen. Wenn diese kegelförmigen, injicirten Gebilde wirklich nur Intercellulargänge im Sinne von LEYDIG wären, so ist nicht einzusehen, warum sie zurückbleiben sollen, wenn sich das Epithel als Schicht abhebt. Wenn dagegen meine obigen Auseinandersetzungen richtig sind, so ist dies selbstverständlich, denn die Basilarmembran, als Anheftungsort der Muskeln, wird von diesen festgehalten und mit ihr natürlich die Intercellularräume, als Theile von ihr. Die kegelförmige Gestalt derselben, mit der Spitze nach außen gerichtet, ist ebenfalls selbstverständlich. Die Epithelzellen, mit ihrem oberen Drittel (vgl. das Schema Fig. 25b) unter sich in festem Zusammenhange und nicht durch durchgehende Spalten getrennt, heben sich als Schicht ab, indem die Zellen selbst zerreißen, einen Theil ihres Plasmas, gelegentlich auch den Kern (Fig. 9 bei *k*) an der Basilarmembran haften lassen und so an ihrem hinteren Ende ungefähr »wurzelförmig ausgefasert« erscheinen. Dass sich zwischen den abgerissenen Epithelzellen keine Injectionsmasse mehr befindet, ist ebenfalls selbstverständlich. Alles zusammengenommen: bei *Natica* finden sich keine Intercellularräume im Sinne von LEYDIG u. A. m., sondern die Spalten zwischen den unteren zwei Dritteln der Epithelzellen sind Ausstülpungen der Basilarmembran und nach außen spitz und geschlossen. Hieran kann man wohl die bescheidene Vermuthung knüpfen, dass es bei den anderen Mollusken, also auch bei *Cyclas*, eben so sein wird. Die Angaben von CARRIÈRE und ZIEGLER lassen sich vorzüglich mit diesen Befunden bei *Natica* vereinigen.

3. Art der Wasseraufnahme.

Wenn man mir nun die Frage vorlegt: wie nimmt *Natica* Wasser auf? so bin ich einigermassen in Verlegenheit. Ich habe auf allerhand Art die Polster und Muskeln in der Nähe der Poren dafür ver-

antwortlich zu machen gesucht, allein ohne Erfolg, und irgend welche andere Vorrichtungen zum Einsaugen des Wassers habe ich an der Wasserspalte nicht entdecken können. Von einer Hineinflimmerung durch Flimmerhaare kann nicht die Rede sein. Wenn der Fuß contrahirt ist, so steht allerdings die Wasserspalte meist offen (vgl. Fig. 19), aber die dahinter liegende Musculatur schließt sich so fest und lückenlos an einander, dass ein Bemühen der Flimmerhaare, Wasser in den Fuß hinein zu wedeln, vergeblich sein würde. Zudem haben wir auch gesehen, dass gerade an der Wasserspalte die Flimmerhaare sich rückbilden. Die einzige Möglichkeit zur Erklärung der Aufnahme von Wasser bei *Natica* scheint mir zur Zeit folgende zu sein. Wir haben gesehen, wie das aus Arterien, Capillaren, Venen, Epithel- und Gewebesinus sich zusammensetzende Blutgefäßsystem gegen die Wasserräume geschlossen ist. Wenn nun das Thier die Musculatur des Fußes erschlaffen lässt, Blut durch die Arterien in den Fuß treibt und dessen Zurückweichen in den vorderen und hinteren Körperraum durch Contraction der oben beschriebenen Muskeln verhindert, so wird allmählich das ganze Gefäßsystem geschwellt und ausgedehnt werden, ungefähr so, wie ein Handschuh, wenn man ihn voll Luft bläst. Allerdings ist es möglich, dass ein Theil des Blutes von dem Gewebesinus aus in den Körper zurückkehrt; ich bin mir, wie bereits oben gesagt, noch nicht ganz klar darüber geworden, wohin und wo das Blut aus diesem Sinus wandert. Immerhin aber wird, zumal wenn der Fuß noch collabirt und so der Gewebesinus an den meisten Stellen und vorzüglich in dem dichten Filz der subepithelialen Muskelausläufer zusammengedrückt ist, die Menge des durch diesen Sinus etwa zurückkehrenden Blutes derjenigen gegenüber, welches die Arterien einführen, verschwindend klein sein, so dass doch in kurzer Zeit auch eine Schwellung der Venen eintritt. Durch das sich schwellende und somit aufrichtende Adernetz werden die Muskeln, welche ja im erschlafften Zustande keinen Widerstand entgegensetzen, aus einander gerückt; es entstehen dadurch Hohlräume, ein Vacuum, zwischen ihnen, in welche sofort von außen das Wasser eindringt, indem es die schlaffen Muskeln und Polster aus einander drängt. Da die Wasserspalte, und zwar vorzüglich beim zusammengezogenen Fuße, einen trichterförmigen Querschnitt besitzt, so wird das Eindringen des Wassers noch erleichtert, während Fremdkörper wegen der Feinheit der Öffnung in Gemeinschaft mit dem Schleime nicht eingelassen werden. Sobald das Thier die genügende Menge Wasser aufgenommen hat, contrahirt es zunächst die Schließmuskeln und dann die-

jenigen Muskeln, welche die Polster ungefähr senkrecht durchsetzen und sie durch ihre Contraction auf einander pressen (Fig. 18 *m*). Nachdem so die Wasserspalte nach Art zweier Lippen geschlossen ist, kann das Thier die regelmäßige Circulation des Blutes im Fuße, durch theilweise resp. zeitweilige Erschlaffung der Absperrmuskeln der Hauptvene, herstellen.

Wenn man eine *Natica* im zusammengezogenen Zustande auf Sand setzt, so bohrt sie, wenn sie sich auszustrecken beginnt, zunächst die Spitze des Vorderfußes in den Sand ein, schwellt ihn und zieht dann den übrigen Körper nach. Dies kann natürlich erst dann geschehen, wenn sie sich mit dem Vorderfuß genügend verankert hat, weil sie ihn im entgegengesetzten Falle durch die Contraction seiner Muskeln wieder aus dem Sande herausziehen würde. Darum wird er vorn breiter geschwellt als hinten und nimmt ungefähr die Gestalt an, wie in Fig. 14 auf Taf. 20 dargestellt ist. Da es dem Thiere selbstredend darauf ankommen muss, so schnell wie möglich in seinem heimischen Elemente, dem Sande, zu verschwinden, so kann es nicht Wunder nehmen, wenn es anfänglich nur den Vorderfuß schwellt und sowohl den Hinterfuß als die beiden Schalenlappen vorläufig noch absperret. In der Regel öffnet es dann erst die Wasserräume des Hinterfußes und schließlich auch der Schalenlappen mitunter ruckförmig. Setzt man Thiere in eine Schale ohne Sand, so spielt sich diese Aufeinanderfolge der Schwellung nicht so regelmäßig ab, wie sie denn überhaupt von dem Thiere je nach Bedürfnis abgeändert werden kann. Die Schwellung der Schalenlappen geschieht aber meist erst sehr spät. Wenn sich *Natica* zusammenziehen will, so stellt sie die hinteren Venenmündungen in vollkommener Ausdehnung her, so dass das Blut aus dem Adercomplexe zurückweichen kann und contrahirt die Muskeln des Fußes mit Ausnahme der Schließmuskeln. Das Blut des Gewebesinus kann einmal auf dem normalen Wege nach hinten, der von mir zwar noch nicht näher untersucht ist, aber doch zweifelsohne vorhanden sein muss, zurückkehren, dann aber kann es auch nach dem Epithelsinus und von diesem aus durch die Capillaren und Venen zurückweichen. Nimmt man ein Thier rasch aus dem Wasser und reizt es am Vorderfuß sehr stark, so kommt es gelegentlich vor, dass der letztere ganz contrahirt wird, ehe das Wasser alles entwichen ist. Da die geschlossene Musculatur des Vorderfußes dem Wasser des Hinterfußes den Weg nach der Wasserspalte versperrt, so tritt bei der Contraction des Hinterfußes eine Ruptur seiner Wandungen ein, und zwar immer am Rande, nach welchem,

wie wir gesehen, förmliche Wasserstraßen führen, ohne dass so starke Schließmuskeln vorhanden sind als an der Wasserspalte. Die Wasserstrahlen treten aber an ganz unbestimmten Punkten des Hinterfußrandes und überhaupt so selten auf, dass schon daraus ihre pathologische Natur hervorgeht.

4. Physiologie der Wasseraufnahme.

Es ist aus dem Vorhergehenden ohne Weiteres klar, dass das aufgenommene Wasser nicht zur »Verdünnung des Blutes« dienen kann, da es mit ihm überhaupt nicht in Berührung kommt. Nach einigen Autoren soll es zur *Athmung* dienen, und der Umstand, dass die Gefäße so frei in den Wasserräumen liegen, möchte von Diesen wohl als Stütze für ihre Behauptung angesehen werden. Allein um diese »Ansicht« zu begründen, müsste man den Nachweis führen, dass bei *Natica* die Kieme, welche doch sonst im Allgemeinen der *Athmung* vorsteht, im Vergleich zu anderen Raubschnecken rückgebildet ist und in der That nicht ausreicht, um den Sauerstoffbedarf des Thieres zu decken. Ferner müsste das Wasser, wenn es irgend einen Werth für die *Athmung* haben sollte, stetig oder doch wenigstens in nicht zu langen Zwischenräumen erneuert werden, wofür aber nicht nur nichts spricht, sondern was durch die directe Beobachtung widerlegt wird. Wenn man in eine verhältnismäßig kleine Schale und bei Sommertemperatur eine ziemliche Menge von *Natica* legt, so ist in sehr kurzer Zeit das vorhandene Wasser mehrmals durch die Mantelhöhle der Thiere passirt, und es stellt sich bei letzteren ohne Zweifel eine *Athemnoth* ein, da bei der hohen Temperatur das Wasser aus der Luft unmöglich so viel Sauerstoff absorbiren kann, als ihm von den Schnecken entzogen wird. Das Resultat davon ist, dass diese sich bald auf den Rücken legen und nur noch geringe Bewegungen ausführen. Nimmt man nun zu diesem Versuche Wasser, in welchem z. B. Carmin suspendirt ist, so bemerkt man an den Thieren eine regelmäßige, und zwar lebhafte Strömung durch die Mantelhöhle, aber keine solche an der Wasserspalte. Eine regelmäßige partielle *Contraction* und *Ausdehnung* des Fußes, welche ja zur Erneuerung des Wassers nothwendig wäre, nimmt man ebenfalls nicht wahr. Es ist also die obige Behauptung als vollständig aus der Luft gegriffen zu bezeichnen.

Das Wasser wird in den Fuß, und zwar lediglich in diesen, aufgenommen. Der Fuß dient zur *Locomotion*, in Folge davon muss

man zunächst versuchen, die Wasseraufnahme mit der Locomotion in Zusammenhang zu bringen. Wir müssen uns also klar zu machen suchen, ob und welchen Vortheil wohl das Thier von der Wasseraufnahme für die Locomotion haben könnte. *Natica josephina* ist eine Raubschnecke, welche sich vornehmlich von Muscheln nährt, indem sie in die Schale derselben ein Loch bohrt¹, den Rüssel hineinsteckt und das Thier herausfrisst. Die Muscheln, welche sie frisst, sind Bewohner des schlammigen Sandes, und demgemäß hält sie sich auch dort auf und kommt, wie die Beobachtung zahlreicher Thiere in der Gefangenschaft lehrte, niemals an die Oberfläche, so lange sie gesund ist und nicht durch Nahrungsmangel dazu getrieben wird, große Excursionen zu machen (die Zeit der Eiablage vielleicht ausgenommen). Unter dem Sande kriecht sie ziemlich geschwind vorwärts, wie man an der Bewegung der Sandkörnchen beobachten kann. Wenn nun *Natica* ihren Fuß nur so weit ausstreckte und schwellte, wie z. B. *Murex*, *Trochus*, *Turbo* etc. thun, so würde von vorn der Sand so gegen die Schale drücken, dass die Bewohnerin derselben sich nur sehr langsam und mit verhältnismäßig großem Kraftaufwande vorwärts bewegen könnte. Dabei könnte es ihr widerfahren, dass die von ihr angegriffenen Muscheln in der Flucht ihr Heil suchten, da sie vermöge ihrer keilförmigen Schale sich schneller vorwärts bewegen könnten als *Natica*. Will sie diesem Übelstande abhelfen, so muss sie ihrem Fuße ebenfalls eine keilförmige Gestalt verleihen und den Widerstand, welchen die Schale dem andringenden Sande entgegenstellt, aufheben. Man werfe jetzt einen Blick auf Taf. 16 Fig. 3 und man wird zugeben, dass sie dieser Aufgabe in sehr zweckmäßiger Weise gerecht geworden ist². Allerdings ist nun auch der Hinterfuß ungefähr keilförmig und die Schale ebenfalls von hinten durch einen schwellbaren Lappen bedeckt, welche Vorrichtungen alle beide wohl kaum etwas mit der Vorwärtsbewegung direct zu thun haben können. Der Hinterfuß bildet ohne Zweifel ein Be-

¹ Das Bohren des Loches in die Schale kann unmöglich durch die Radula erfolgen, da die Zähne derselben nicht im Stande wären, die harte und dicke Schale zu durchkratzen, sondern eher als diese abgenutzt werden würden. Zudem ist das Loch, welches *Natica* bohrt, kreisrund mit einer seichten Einkerbung, eine Form, welche es wohl kaum durch die Radula erhalten könnte. Es ist mir wahrscheinlich, dass es in die Schale durch das Secret einer Drüse geätzt wird, welche ungefähr dieselben Dimensionen und kreisrunde Form hat. Wenn *Natica* den Rüssel herausstreckt, so liegt diese Drüse unmittelbar auf der Außenseite desselben unter der Mundöffnung.

² Die Furche zwischen *vs* und *vf* ist in der Zeichnung etwas zu stark markirt.

hältnis, in welches bei einer von vorn her eintretenden Widerwärtigkeit das Wasser des Vorderfußes sofort zum größten Theile hineingepresst wird, damit jener sehr schnell und weit zurückgezogen werden könne. Auf der anderen Seite kann *Natica* durch Contraction des Hinterfußes dessen Wasser in den Vorderfuß treiben und diesen plötzlich enorm schwellen. Die großen Wasserräume, welche den Fuß besonders in der Längsrichtung durchziehen, erleichtern die schnelle Translocation des Wassers sehr, und die Beobachtung zeigt, dass das Thier den ausgiebigsten Gebrauch von dieser Fähigkeit macht. Man hat nur nöthig, den Vorderrand des Fußes etwas ungsanft zu berühren, um das Thier ihn sofort zurückziehen und den Hinterfuß enorm anschwellen zu sehen. Die Aufgabe des hinteren Schalenlappens besteht, da eine Bewegung der *Natica* nach hinten nicht vorzukommen scheint, vielleicht darin, zu verhindern, dass der Sand von oben her, zwischen Schale und Fuß, oder gar von unten her in die Mantelhöhle eindringe. Es scheint auch, als ob *Natica* von der so großen flächenhaften Ausdehnung ihres Fußes in der Weise Gebrauch mache, dass sie die Muscheln zum Theil damit umhüllt und so festhält; doch sind meine Beobachtungen über diesen Punkt noch zu lückenhaft, als dass ich es wagte, sie mitzutheilen.

5. Verbreitung der Wasseraufnahme.

CARRIÈRE hatte für den Fall, dass wirklich Wasserporen vorhanden seien, verlangt, man solle an ihnen einen Schließmuskel und eine Vorrichtung zum Einsaugen des Wassers nachweisen. Ich selbst hatte den Postulaten für die Wasseraufnahme noch hinzugefügt: einen Seiheapparat, einen Blutsinus um alle histologischen Elemente, den vollständigen Abschluss der Blutwege gegen die Wasserräume. Nachdem nun alle diese Forderungen für *Natica* erfüllt sind, sind wir berechtigt, den Spieß umzudrehen und zu sagen: alle Mollusken, bei denen diese Forderungen nicht sämmtlich erfüllt werden, nehmen kein Wasser auf. Und um die Sache möglichst abzukürzen, nehmen wir den wichtigsten Punkt heraus und formuliren den Satz so: Diejenigen Mollusken, welche im Fuße kein geschlossenes Blutgefäßsystem¹ besitzen, nehmen kein Wasser auf. Demnach sind von der Wasseraufnahme ausgeschlossen: Pteropoden,

¹ d. h. für das aus dem Fuße zurückkehrende Blut keine besonderen Gefäße mit selbständigen, isolirten und geschlossenen Wandungen, also Venen, und nicht etwa Lacunen oder Sinuse.

Heteropoden, Pulmonaten und wahrscheinlich alle Opisthobranchiaten und Muscheln, ganz bestimmt aber *Anodonta*, *Unio*, *Cyclas*, *Mytilus* etc. Es blieben dann also nur noch die Prosobranchiaten übrig, und unter diesen dürften vorzüglich die Bewohner des Sandschlammes mit dieser Fähigkeit begabt sein.

Werfen wir nun einen Rückblick auf das soeben Mitgetheilte, so ergibt sich erstlich, dass KOLLMANN, GRIESBACH u. A. in der That mit ihrer Annahme Recht haben, dass es Mollusken giebt, welche behufs Schwellung durch Poren (resp. Spalten) am Fuße Wasser aufnehmen; nur schade, dass gerade diejenigen Thiere, bei denen sie es behaupteten und glaublich zu machen trachteten, es nicht thun; mithin können die von ihnen beschriebenen Wasserporen keine solchen sein. Wir haben ferner gesehen, dass Intercellularräume existiren; allerdings stehen diese mit dem umgebenden Medium nicht in Verbindung, endigen vielmehr nach außen spitz geschlossen und haben streng genommen mit den Epithelzellen gar nichts zu thun, da sie nur Ausstülpungen der Basilmembran sind. DELLE CHIAJE ferner und seine Anhänger haben Recht, wenn sie ein von dem Blutgefäßsystem gesondertes Wassergefäßsystem annehmen, freilich besitzen eine Anzahl der Mollusken, für welche sie es behaupten, bestimmt kein solches. CARRIÈRE, BARROIS, CATTIE und FLEISCHMANN haben ebenfalls Recht, wenn sie den Muscheln im Allgemeinen, namentlich aber *Anodonta*, *Unio*, *Cyclas*, *Mytilus* etc., die Fähigkeit der Wasseraufnahme absprechen. Kurzum, fast alle Forscher, welche sich mit der Frage nach der Wasseraufnahme beschäftigten, haben Richtiges, wenn auch mitunter am falschen Orte, behauptet.

Erklärung der Abbildungen.

Erklärung der Buchstaben.

- a, a₁, a₂, ar* Arterien des Vorderfußes oder deren Äste.
af Afteröffnung.
ao Aorta cephalopedalis.
bdr Becherdrüsen.
bsm Basalmembran.
com Communication des Capillarnetzes mit dem Epithelsinus.
d Darm.
de Ort wo der Deckel liegt.
dr Schleimdrüsen.
drpo Drüsenpolster = *po*.
ep Epithel.
es Epithelsinus.
ex Expirationsöffnung.
f hohle Fäden von *ih* gebildet.
fl Flimmerhaarsaum¹.
fv Mündung der Fußvene in den Kopfsinus.
g Genitalöffnung.
hf Hinterfuß.
hs hinterer Schalenlappen des Fußes.
i Intercellulargänge.
ih innere Grenzmembran des Gewebesinus.
ihkfs innere Grenzmembran des Kopfsinus.
ihvrs innere Grenzmembran des Vorderrandsinus.
k Zellkern.
kfs Kopfsinus.
m, mb Muskel, Muskelbündel.
mk Muskelkern.
n Nierenöffnung.
nv, nerv Nerv.
o Öffnung des Kopfsinus in den Eingeweidesinus nach hinten.
om Unter dem dort liegenden Muskel befindet sich die Öffnung des Kopfsinus in den Mantelsinus.
p Wasserporus (oder besser Wasserspalte).
po Drüsenpolster = *drpo*.
ro oberer Rand des Vorderfußes.
ru unterer Fußrand.
s u. s₁ Schleim.
sbep Subepithelialgewebe.

¹ Der Flimmersaum ist in den meisten Figuren weggelassen.

schm Schließmuskel.

secr Secret der Schleimdrüsen.

v, v₁, v₂ Venen des Vorderfußes resp. deren Äste.

vf Vorderfuß.

vr venöser Raum.

vrs Vorderrandsinus des Fußes.

vs vorderer Schalenlappen des Fußes.

w₁—w₄ Hauptlängscanäle der Wasserräume.

Tafel 16.

- Fig. 1. Kopfsinus von *Natica josephina* von oben geöffnet; Oesophagus mit Speicheldrüse weggesehritten. Man sieht in der rechten Wand des Sinus die Communicationsöffnungen mit dem Raume, in welchen die Fußvene mündet.
- Fig. 2. Querschnitt durch den oberen und unteren Rand des Vorderfußes. Die Gefäße sind blau injicirt.
- Fig. 3. *Natica* im geschwellten Zustande von der Seite gesehen; halbe natürliche Größe.
- Fig. 4. Einer geschwellten *Natica* ist dicht vor der Schale der Vorderfuß abgesehritten. Ansicht von vorn; man blickt in die Hauptwasserräume und erhält eine Vorstellung von den kleineren zwischen den Muskeln etc.
- Fig. 5. Querschnitt durch die Wasserspalte und die angrenzenden Gewebe.
- Fig. 6. *Natica* im geschwellten Zustande von oben gesehen; halbe natürliche Größe. Das Thier ist im Moment gezeichnet, wo es den Vorderfuß etwas eingezogen hat, so dass die Hauptmenge des Wassers in den Hinterfuß gepresst ist. Letzterer ist demgemäß sehr ausgedehnt.
- Fig. 7. *Natica* von oben gesehen. Der rechts neben dem Kopfsinus gelegene Raum, in welchen die Fußvene bei *fv* mündet, ist aufgesehritten; man sieht die Communicationsöffnungen mit dem Kopfsinus in der linken Wand und die gemeinsame Mündung in den hinteren Eingeweideraum. In der Figur ist auch das obere Dach des Kopftheiles abgehoben und man sieht, dass der eigentliche Kopfsinus noch von einer Membran *ihkfs* bedeckt ist. Bei *kfs* ist der Kopfsinus angegesehritten und man erblickt einen Theil der enormen Speicheldrüse.
- Fig. 8. Querschnitt durch den injicirten Vorderrandsinus des Vorderfußes. Schema.
- Fig. 9. Schema zur Verdeutlichung des Epithel- und Gewebesinus. Letzterer ist nur oben, der Epithelsinus oben sowohl wie unten injicirt dargestellt. Der Epithelsinus ist der Deutlichkeit wegen etwas breiter dargestellt, als er in Wirklichkeit ist; das abgehobene Epithel ist fortgelassen.

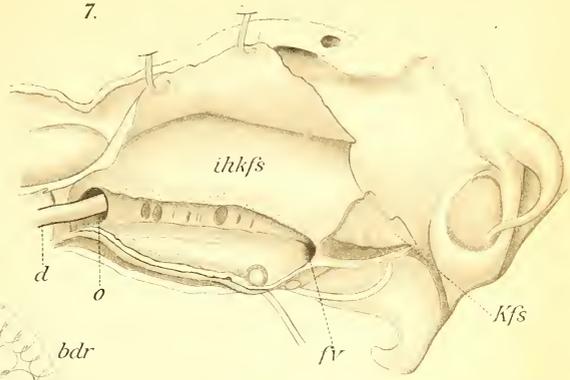
Tafel 17.

- Fig. 10. Schema zur Darstellung der arteriellen und venösen Hauptstämme des Vorderfußes und ihres Verhaltens gegen den Vorderrandsinus. Das Bild entspricht einer Horizontalebene, welche durch die Mitte des Fußes geht, so dass man die nach oben und unten abgehenden Äste nicht sieht. Vgl. Fig. 12.
- Fig. 11. Schematischer Querschnitt durch die Wasserspalte.

- Fig. 12. Schematischer Querschnitt durch den Vorderfuß, um das Verhalten der nach der oberen und unteren Wand des Fußes verlaufenden Gefäße zu zeigen. Nur oben links ausgeführt.
- Fig. 13 u. 14. Zwei auf einander folgende Querschnitte durch die Wasserspalte, welche zeigen, dass der Schleim über den Schließmuskel hinaus in den Fuß eindringt.
- Fig. 15. Skizze eines eben solchen Querschnittes; Wasserspalte geschlossen; der Schließmuskel lagert unmittelbar dem Epithel an.
- Fig. 16. Querschnitt durch den Hinterrand des Hinterfußes, um die Mächtigkeit des subepithelialen Gewebes daselbst zu zeigen. Skizze.
- Fig. 17—19. Skizzen von Querschnitten durch die Wasserspalte. In Fig. 17 u. 18 ist die Spalte geschlossen. In Fig. 17 sieht man zwischen dem Epithel und dem Schließmuskel einen dreieckigen leeren Raum (*x*). Fig. 18 zeigt das Aufhören des subepithelialen Gewebes unter der geschlossenen Spalte. Fig. 19 zeigt die weit klaffende Spalte beim contrahirten Fuß. *b* obere, *c* untere Lippe der Spalte.
- Fig. 20. Form des Vorderfußes beim Einbohren im Momente, wo das Thier den Körper nachzieht.
- Fig. 21. Capillarnetz unter dem Epithel.
- Fig. 22. Schema der Formveränderung der Zellen bei der durch die Contraction verursachten Faltenbildung des Epithels. Die Falte *u* entspricht dem gedachten Verhältnisse, die Falte *t* der Wirklichkeit. *t* und *u* bezeichnen die äußeren Spitzen, *e*, *b*, *c* den Grund der Falten.
- Fig. 23. Capillarnetz, welches die Hauptnervenstämme umspinnt.
- Fig. 24. Schema der Hauptwassercanäle des Fußes.
- Fig. 25 a u. b. Schema zur Versinnlichung der Entstehung der »Intercellulargänge«.
-

7.

1.



ao

bdr

mb

mb

ih

K

om

sz

f

m

i

nk

ar

ih

dr

9.

secr

m

bdr

g

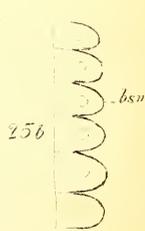
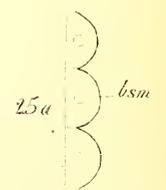
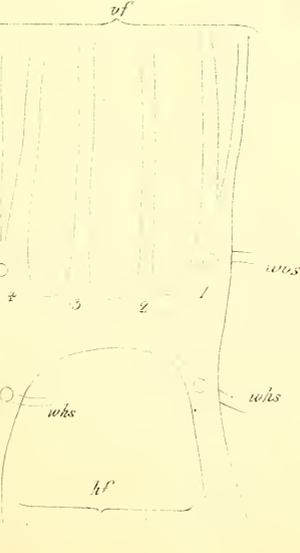
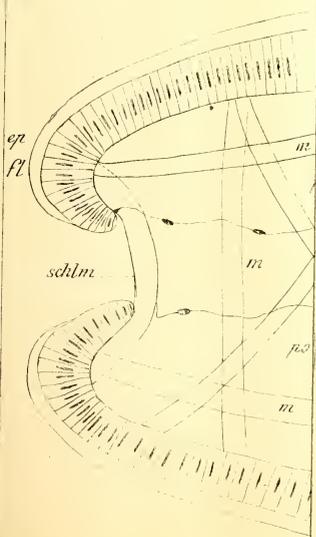
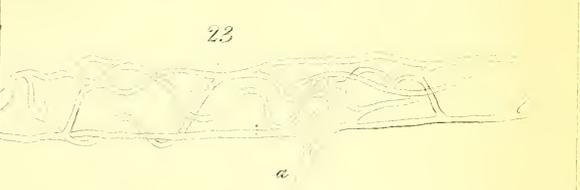
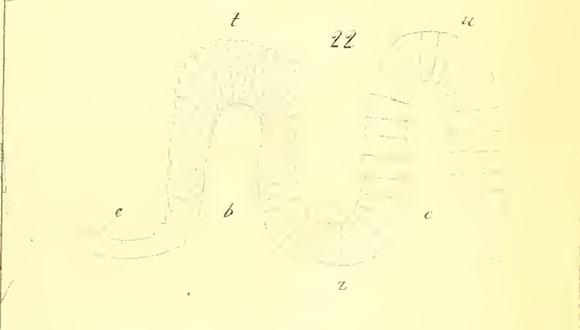
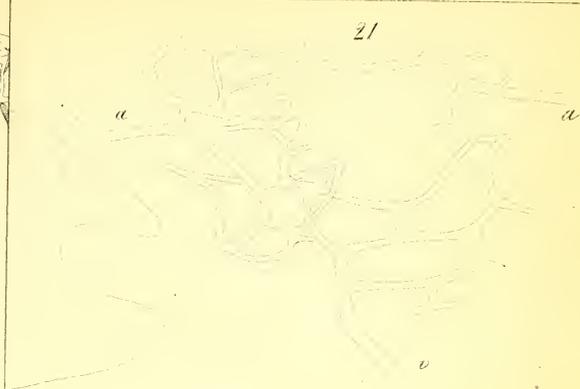
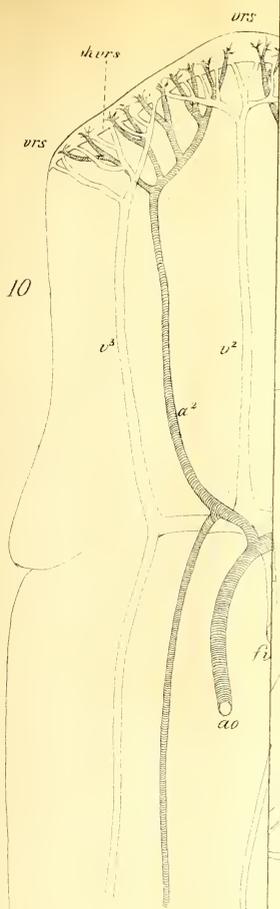
bdr

com

dr

Fig 4 Merculano





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel](#)

Jahr/Year: 1886/87

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Schiemenz Paulus

Artikel/Article: [Über die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gastropoden \(einschließlich der Pteropoden\). - Zweiter Theil . 423-472](#)