

Zur Kenntniss der Strömungen im Mantelraume der Lamellibranchiaten.

Von

M. Stenta.

(Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren.)

Die vorliegende Abhandlung enthält die Ergebnisse einiger über die Strömungen im Mantelraume der Lamellibranchiaten angestellter Untersuchungen. Die Veranlassung zu denselben gab mir das von Herrn Professor Dr. KARL GROBBEN vorgeschlagene Thema, eine an der inneren Fläche des Mantels von *Pinna* vorhandene bandförmige Erhebung histologisch zu beschreiben und deren Bedeutung zu ermitteln. Eine vorläufige Mittheilung über die wichtigsten gewonnenen Resultate erschien im Zoologischen Anzeiger (Bd. XXIV, Nr. 651, pag. 521—524) unter dem Titel: „Ueber eine bei Lamellibranchiaten beobachtete untere Rückströmung, sowie über die Wimperrinne des Mantels von *Pinna*.“ Im Folgenden werden die dort veröffentlichten Thatsachen ausführlicher beschrieben, sowie manche neue hinzugefügt. Es liess sich jedoch nicht vermeiden, bereits Bekanntes des Zusammenhanges wegen auch mitzuerwähnen.

Nachdem die vorliegende Arbeit bereits abgeschlossen war, gelangte ein denselben Gegenstand behandelnder Aufsatz KELLOGG's¹⁾ aus einem Referate zu meiner Kenntniss. Die aus einer Untersuchung von *Mya* und *Yoldia* gewonnenen Resultate KELLOGG's stimmen, soweit aus dem Referate zu ersehen ist, mit den meinigen überein.

¹⁾ J. L. KELLOGG, The Ciliary Mechanism in the Branchial Chamber of the Pelecypoda. Science (2), Vol. 11, pag. 172—173. Mir nur bekannt aus dem Neapler Zoologischen Jahresbericht für 1900. Mollusca, pag. 18.

I. Allgemeines und Geschichtliches.

Ueber die Erscheinung der Strömungen im Mantelraume der Lamellibranchiaten, eine Einrichtung, welche für diese Classe von Thieren charakteristisch ist, gewinnen wir am besten einiges Verständniss, wenn wir die Modificationen betrachten, durch welche die Lamellibranchiaten sowohl von den Urmollusken, von denen sie theoretisch abgeleitet werden, als auch von anderen Classen lebender Mollusken sich unterscheiden.

Die limicole und dauernd oder zeitweise festsitzende Lebensweise der Lamellibranchiaten bedingt eine Rückbildung des Kopfes, die sich auch darin ausspricht, dass die schon dem Urmollusk zuzuschreibenden Kopforgane, wie Zunge und Radula, verloren gehen. Der Fuss verändert seine ursprünglich zum Kriechen bestimmte Gestalt, indem er, wie der ganze Körper, seitlich comprimirt ist. In Zusammenhang mit der seitlichen Compression des Körpers wird der ursprünglich nach allen Seiten hin gleichmässig vorragende Mantel blattartig, zweilappig, die ursprünglich unpaare napfförmige Schale zweiklappig. Die Mantellappen entwickeln sich mächtig an beiden Seiten des Körpers ventralwärts. Dadurch wird der Mantelraum tiefer, so dass die Kieme und der Mund, zwei Organe, die, im Dienste der Athmung und der Nahrungsaufnahme stehend, wahrscheinlich bei der Stammform der Lamellibranchiaten, welche gleichwie die heute lebenden Gastropoden, eine nur wenig tiefe Mantelhöhle besass, in unmittelbarer Beziehung zur Aussenwelt standen, von dieser mehr oder minder entrückt werden.

Da muss die zum Wasserwechsel und zur Nahrungsaufnahme unentbehrliche Communication mit dem umgebenden Medium durch besondere Einrichtungen, nämlich die durch Wimperschlag erzeugten Wasserströmungen im Mantelraume vermittelt werden, welche umso nothwendiger bei solchen Lamellibranchiatenformen erscheinen, deren Mantelrand theilweise verwachsen ist, am nothwendigsten aber bei siphoniaten Formen mit ventral verwachsenem Mantel werden.

Bei dieser Function, welche bei allen Lamellibranchiaten, die Septibranchier ausgenommen ¹⁾, hauptsächlich von den Kiemen besorgt wird, gewinnen die Kiemen selbst an Umfang; und wo sich zu der bei den Kiemen der Protobranchier alleinigen Function der Athmung ²⁾ auch diejenige der Nahrungszufuhr gesellt, da ver-

¹⁾ P. PELSENER, Mollusques, pag. 126 (R. BLANCHARD's *Traité de Zoologie*, fascicule XVI, Paris 1897.

²⁾ K. MITSUKURI, On the Structure and Significance of some Aberrant Forms of Lamellibranch Gills. *Quart. Jour. Micr. Sc. (N. S.)*, Vol. 21, 1888, pag. 597.

grössert sich die wimpernde Oberfläche der Kieme, zunächst dadurch, dass die Kiemenblätter sich nach aufwärts umschlagen, weiter aber durch einfache oder complicirtere ¹⁾ Faltung der Kiemenlamellen, wie auch durch stellenweise Verästelung und Anastomosirung der Fäden an der gefalteten Kieme. ²⁾ Mit dem Umfang der Kiemen wächst auch der die Kiemen schützende Mantel.

Die unter Umständen recht auffallende Erscheinung von wirbelnden Strömungen im Wasser, welche besonders in der Nähe der Siphonen bei ruhig liegenden Muscheln wahrnehmbar ist, entging der Beobachtung älterer Forscher nicht und wurde auch sehr früh durch Streuen leichter Körnchen ins Wasser noch deutlicher gemacht. Auch erkannte man früh, dass die Bedeutung dieser Strömungen mit dem Athmungsprocess in Zusammenhang steht. Dieselben wurden sogar für die Athmung selbst gehalten, obwohl die Strömungen, wie JOHANNES MÜLLER richtig bemerkt ³⁾, nur ventilatorische sind.

Wie aber die Strömungen erzeugt werden, wie sie dann im Inneren des Mantelraumes verlaufen, darüber war man lange im Unklaren. Denn obwohl die Flimmerbewegung an der Kiemenfläche der Lamellibranchiaten bereits 1683 durch ANTONIUS DE HEIDE beobachtet wurde ⁴⁾, ja die erste Beobachtung einer Flimmerbewegung überhaupt war (welche allerdings erst viel später als durch Wimpern verursacht sich herausstellte), so machten doch erst W. SHARPEY ⁵⁾, dann CARL GUSTAV CARUS ⁶⁾, endlich PURKINJE und VALENTIN ⁷⁾ auf den ursächlichen Zusammenhang der Strömungen mit der Flimmerung an der Kiemenoberfläche aufmerksam. W. SHARPEY verdanken wir eine zusammenfassende historische Darstellung der bis 1836 über Wimperbewegung und Wimperströmungen gemachten Beobachtungen, sowie deren Erklärungsver-

¹⁾ J. L. KELLOGG, A Contribution to our Knowledge of the Morphology of Lamellibranchiate Mollusks. Bull. of the U. S. Fish Commission. Vol. X, for 1890. Washington 1892, pag. 422.

²⁾ E. RICE, Fusion of Filaments in the Lamellibranchiate Gill. Biol. Bull., Vol. II. Nr. 2, pag. 71—80, Boston 1900.

³⁾ JOH. MÜLLER, Handbuch der Physiologie. Vol. I, pag. 277—278, Coblenz 1844.

⁴⁾ ANTONIUS DE HEIDE, Anatomie Mytuli, pag. 45—48, Amsterdam 1684.

⁵⁾ W. SHARPEY im Edinburgh Medical and Surgical Journal. Vol. XXXIV, 1830.

⁶⁾ C. G. CARUS, Lehrbuch der vergleichenden Zootomie, 2. Theil, pag. 551, Leipzig 1834.

⁷⁾ JOH. EV. PURKINJE et G. VALENTIN, De phaenomeno generali et fundamentalis motus vibratorii continui commentatio physiologica, pag. 35 u. 50. Wratislaviae 1835.

suche. Sie ist zu finden in TODD's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology, Vol. I (1835—36), Artikel „Cilia“, pag. 606—638, mit ausführlichem Literaturnachweis.

Ebenso enthält das angeführte Werk von PURKINJE und VALENTIN (auf pag. 6—34) ein die einschlägige Literatur bis zum Jahre 1835 umfassendes Referat.

Eine weitere Zusammenfassung der Kenntnisse über diesen Gegenstand gab H. MILNE EDWARDS in seinen Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée etc., Bd. II (1857), pag. 38—44, und Bd. V (1859), pag. 361—362, worin alles das berücksichtigt wird, was bis dahin weiter bekannt wurde, namentlich die Arbeiten von ALDER und HANCOCK, CLARK und WILLIAMS, durch welche der Verlauf der Athemströmungen im Inneren des Mantelraumes und die Beziehungen beider Mantelkammern zu einander endgiltig festgestellt, sowie die Rolle, welche die Kiemen bei der Nahrungszufuhr spielen, nachgewiesen wurden. Wir glauben nicht länger dabei verweilen zu sollen und erwähnen nur noch die Darstellung des Wasserwechsels bei Lamellibranchiaten, welche in BRONN's Classen und Ordnungen des Thierreichs (Bd. III, Abth. I, Malacozoa acephala, pag. 380 u. 414—417) 1862 erschien. An die BRONN'sche Darstellung knüpfe ich hier an, um, unter Berücksichtigung einiger seit jener Zeit erschienenener, unseren Gegenstand zwar nur gelegentlich berührender Arbeiten, die durch meine Befunde gelieferten Berichtigungen und Ergänzungen mitzutheilen.

Die wirbelnden Strömungen, welche, in der Nähe ruhig liegender Muscheln sichtbar, die ersten Beobachter in Bewunderung versetzten, sind bloss die Folge von Wasserströmen im Inneren des Mantelraumes, welche lediglich durch besondere an den Kiemenfäden schlagende Wimperhaare erregt werden. Und zwar tritt durch die untere Mantelöffnung, beziehungsweise den unteren Siphon, ein Wasserstrom in die infrabranchiale Kammer des Mantels ein, gelangt durch die an den Kiemenlamellen befindlichen Spalten in die suprabranchiale Kammer des Mantels und von hier als Auswurfswasser durch die dorsale Auswurfsöffnung, beziehungsweise den dorsalen Siphon, wieder in das umgebende Wasser.

Durch den unteren zuführenden Wasserstrom bekommt die Kieme und die innere Mantelfläche den zur Athmung nöthigen Sauerstoff. Durch den oberen ausführenden Wasserstrom wird das mit den Producten der Athmung verunreinigte Wasser entfernt, zugleich werden mit demselben die Excremente, Harnproducte und gelegentlich auch die Geschlechtsproducte hinausbefördert.

Auf dem Wege des zuführenden Wasserstromes gelangen in die infrabranchiäle Kammer, wo sich die Mundöffnung befindet, auch die im Wasser suspendirten Planktonorganismen, welche die Nahrung der Lamellibranchiaten bilden. ¹⁾ Und zwar werden die Nahrungstheilchen auf die Kiemenlamellen von dem Wasserstrom gebracht, welcher von der infrabranchialen in die suprabranchiäle Kammer geht. An der Kiemenfläche werden diese Nahrungstheilchen festgehalten (die Kieme fungirt also als Sieb), mit Schleim überzogen und durch die Thätigkeit eigenthümlicher, besonders wirkender Flimmerhaare ²⁾, die im Allgemeinen in der Richtung vom oberen befestigten zum unteren freien Rand der Kiemenlamelle schlagen, nach und nach auf die untere Kante des Kiemenblattes geführt.

Hier befindet sich an den meisten Kiemen eine Wimperrinne, längs welcher der die Nahrungstheile enthaltende, aus Schleim bestehende Faden in der Richtung nach vorn, zu den Mundlappen und schliesslich zum Munde geführt wird.

Es ist von BRONN (a. a. O. pag. 380) dargestellt worden, dass die Nahrung längs der erwähnten Rinne, wie auch längs der Kiemenfläche, durch einen Wasserstrom weitergeführt werde. Ich glaube die Richtigkeit dieser Angabe bezweifeln zu dürfen, neige vielmehr zu der Ansicht, dass die Wimperung dieser Rinne, wie auch diejenige an den Kiemenlamellen, den die Nahrungstheilchen enthaltenden Schleimfaden direct durch die mechanische Wirkung ihres Schlagens weiter befördert. Ich möchte hier somit streng unterscheiden zwischen einem eigentlichen Wasserstrom und den längs der flimmernden Flächen ziehenden Strömungen, die ich Wandströmungen nenne. Unter ersterem verstehe ich jene Ströme, welche auch noch auf grösserer Entfernung hin durch Wimperung entstehen; unter Wandströmungen dagegen dicht über dem Epithel hinreichende Strömungen. Im letzteren Falle befinden sich die durch die Strömung bewegten Theilchen stets in einem Schleimfaden im Anschluss an das Epithel.

¹⁾ BRONN, a. a. O. pag. 417. — A. LANG, Ueber den Einfluss der festsitzenden Lebensweise auf die Thiere etc. Jena 1888. — E. RAUSCHENPLAT, Ueber die Nahrung von Thieren aus der Kieler Bucht. Wissensch. Meeresuntersuchungen, N. F., V. Bd., 2. Heft, Abtheilung Kiel, 1901.

²⁾ W. SHARPEY, a. a. O. pag. 623. — J. ALDER and A. HANCOCK, On the Branchial Currents in Pholas and Mya. Ann. and Mag. of Nat. Hist. 2^d series, Vol. VIII, 1851, pag. 376. — A. SABATIER, Anatomie de la Moule commune. Ann. Sc. Nat. (Zool.), VI. sér. T. V, 1877, pag. 92, 93.

Die Nahrung, die zu den Mundlappen kommt, gelangt schliesslich zum Munde. Das Zuströmen von Nahrung ist die Folge der unausgesetzten Thätigkeit der Wimperhaare an den Kiemenflächen in der infrabranchialen Kammer. Mit jeder Wasserwelle, die in den Mantelraum einströmt, kommt neue Nahrung mit hinein. Die Nahrungsaufnahme findet aber nur intermittirend statt. Die Mundöffnung ist von Muskeln umgeben, welche einen Verschluss derselben bewirken können; und es gibt bei den Lamellibranchiaten auch Ruhepausen der Nahrungsaufnahme. Die Folge davon ist, dass bei dem unausgesetzten Zuströmen von Nahrung eine Anhäufung derselben in der Nähe des Mundes, sowie ein Ansammeln von Fremdkörpern, welche vom zuführenden Wasserstrom mitgerissen, zwischen Kiemen und Mantelwand gerathen sind, unvermeidlich ist. Diese Stoffe, welche der zuführende Wimperstrom in die Nähe des Mundes gebracht hat, sind nun Fremdkörper, welche auf irgend eine Weise entfernt werden müssen.

Es gibt offene Lamellibranchiatenformen, bei denen der Mantelraum an jedem Punkt des Mantelrandes mit dem umgebenden Wasser frei communicirt. Diese Formen können durch heftiges Schliessen ihrer Schale das Mantelwasser hinauspressen und dadurch auch Fremdkörper aus ihrem Mantelraum entfernen, was sie auch von Zeit zu Zeit zu thun pflegen. Auch andere Formen, halboffene sowie geschlossene und siphoniate Formen, pflegen von Zeit zu Zeit durch rasche Adduction ihrer Schalen das Mantelwasser auszustossen. Ob dadurch eine sichere Abhilfe gegen die Anhäufung von nicht aufgenommener Nahrung, sowie von sonstigen Fremdkörpern getroffen wird, scheint zweifelhaft zu sein; es schien auch BRONN so, welcher meinte, dass zum Zwecke der Entfernung solcher Fremdkörper vom zuführenden Wasserstrom mittelbar hervorgerufene ausführende Gegenströmungen im Mantelraum vorhanden seien, welche von der infrabranchialen Kammer in die suprabranchiale gehen und durch die obere Auswurfsöffnung jene Fremdkörper entfernen sollen (a. a. O. pag. 415). Die Nothwendigkeit einer solchen Einrichtung liess ihn Gegenströmungen postuliren, die aber in Wirklichkeit nicht vorkommen. BRONN gesteht ferner zu: „In welcher Richtung die Flimmerthätigkeit an der ganzen inneren Seite des Mantels geht, ist nicht bekannt.“ (A. a. O. pag. 415.)

Ich konnte nun den Nachweis liefern, dass eben diese innere Seite des Mantels, und zwar in der infrabranchialen Kammer, es ist, die mit ihrer Flimmerthätigkeit eine fortwährende Strömung nach aussen erzeugt, wodurch sowohl der Ueberschuss an einge-

fürher Nahrung als auch zufällig hereingerathene Fremdkörper durch die untere, sonst den Athemwasserstrom einlassende Mantelöffnung aus der infrabranhialen Kammer entfernt werden. Es ist aber diese ausführende Strömung durchaus nicht als eine Gegenströmung im Sinne BRONN's aufzufassen.

Ich habe diese Strömung, die ich untere ausführende Rückströmung des Mantels nenne, zuerst am Mantel von *Pinna*, dann an elf weiteren Lamellibranchiatenformen beobachtet, wie aus der weiter unten folgenden Einzelbesprechung derselben ersichtlich wird.

Wenn wir nun, zusammenfassend, den sogenannten Athemstrom, welcher als strömende Wassermasse die Kieme passirt, Nahrungstheile an deren Fläche abgebend, ausser Acht lassen, so finden wir in der infrabranhialen Kammer im Allgemeinen zwei entgegengesetzt gerichtete Strömungen, und zwar Wandströmungen: Erstens die obere, die Nahrung zuführende Strömung, welche längs der am unteren Rand der Kieme befindlichen Rinne verläuft; zweitens die untere, Fremdkörper entfernende Strömung, welche in der Nähe des Mundes, beziehungsweise der Mundlappen anfängt, längs des Mantelrandes verläuft und entweder bis ganz nach aussen führt oder aber bis zu einer solchen Stelle an der Mantelwand, von wo aus die Fremdkörper am leichtesten durch das Zuklappen der Schalen hinausbefördert werden.

Diese zwei Strömungen sind als Hauptströmungen zweier getrennter und wohl abgegrenzter Stromgebiete der infrabranhialen Kammer zu betrachten. Zum Gebiete der zuführenden Hauptströmung gehört im Allgemeinen die ventrale Fläche der Kiemenblätter, deren Wimperung, wie wir gesehen haben, auf die Rinne am unteren Rand derselben führt. Alles, was auf die Kiemenfläche kommt, wird zu den Mundlappen geführt. Zum Gebiete der ausführenden Hauptströmung gehört die ganze innere Oberfläche des Mantels, ferner im Allgemeinen die Oberfläche des Rumpfes und, soweit meine Beobachtungen ergeben, auch die innere geriefte Fläche der Mundlappen.

Es wird zwar angegeben, dass die Mundanhänge, ihrer Stellung und Bewegung nach, vorzugsweise bestimmt scheinen, die Nahrungstheile vollends in den Mund zu lenken (BRONN, a. a. O. pag. 415). Bei denjenigen Formen, bei welchen von der zuführenden Kiemenrinne zum Munde kein anderer Weg als der zwischen den Mundlappen führt, muss diesen letzteren die Function der Nahrungszuleitung auch zugesprochen werden. Es sind aber die Angaben

über die Richtung der Flimmerung an der Innenfläche der Mundlappen widersprechend. Meine eigenen Beobachtungen würden im Grossen und Ganzen dafür sprechen, dass die Mundlappen zwischen sie gerathene Substanzen durch die Wimperung an ihrer Innenfläche vom Mund weg auf die untere Rückströmung führen.¹⁾ THIELE²⁾ konnte nur bei den Najaden mit Sicherheit erweisen, dass die Mundlappen, und zwar ihre innere Fläche, eine zuleitende Function besitzen, während die Randströmung an denselben auf die Mantelfläche, d. h. auf die Rückströmung führt. Mit meinen Beobachtungen stimmen auch jene von ALDER und HANCOCK, sowie von MC. ALPINE überein.³⁾ Es wäre übrigens möglich, dass, wie schon PURKINJE und VALENTIN⁴⁾, sowie ENGELMANN⁵⁾ für *Unio* und VIGNON⁶⁾ für *Anodonta* nachgewiesen haben, die Richtung der Flimmerung an den Mundlappen eine veränderliche sei. Das von mir constant beobachtete Verhalten der Mundlappen könnte dann auch dahin gedeutet werden, dass die Mundlappen, welchen von einer Seite die Fähigkeit zugesprochen wird, eine Auswahl unter den zu ihnen gelangten Substanzen zu treffen, die im Versuche ihnen dargebotenen Carminkörnchen eben verschmähen. Allerdings haben auch Versuche mit Planktonorganismen dasselbe zur Folge gehabt. Ich kann daher diese nur durch directe Beobachtung zu lösende Frage noch nicht als erledigt betrachten. Uebrigens sind genaue Beobachtungen und Experimente am lebenden Thier noch zu spärlich und nur vereinzelt vorhanden.

Hier muss ich, an früher Gesagtes anknüpfend, die Thatsache betonen, dass der zuführende Wasserstrom in der infrabranchialen Kammer keine Gegenströmung erzeugt, wie man aus der BRONN'schen Darstellung vermuthen könnte, und dass die von mir beschriebene untere Rückströmung auch nicht als eine Gegenströmung

¹⁾ Ueber die besonderen Verhältnisse bei *Pinna* vergl. meine spätere Darstellung.

²⁾ J. THIELE, Die Mundlappen der Lamellibranchiaten. Zeitschrift f. wiss. Zool. 44. Bd., 1886, pag. 265.

³⁾ J. ALDER und A. HANCOCK, a. a. O. pag. 377. — D. MC. ALPINE, Observations on the Movements of the Entire Detached Animal and of Detached Ciliated Parts of Bivalve Molluscs, etc. Proc. Roy. Soc. Edin. Vol. 15, 1887—88, pag. 173—204. Pl. I. II.

⁴⁾ PURKINJE und VALENTIN, Entdeckung continuirlicher durch Wimperhaare erzeugter Flimmerbewegung etc. in MÜLLER's Archiv, Bd. I, 1835.

⁵⁾ TH. ENGELMANN, Flimmer- und Protoplasmabewegung. In HERMANN's Handbuch der Physiologie, I. Bd., 1. Thl., 1879, pag. 386.

⁶⁾ P. VIGNON, Les Cils vibratiles. Causeries scientifiques de la Société zoologique de France. Année 1900, Nr. 3, Paris, pag. 45.

im Sinne der von BRONN postulirten aufzufassen ist. Sowohl die zuführende Nahrungsströmung als auch die ausführende Rückströmung in der infrabranhialen Kammer sind keine dem zuführenden oder ausführenden Athemwasserstrom gleichzusetzende Strömungen, sondern Wandströmungen. Was durch ihre Kraft fortgetrieben wird, ist nicht etwa im umgebenden Wasser frei schwebend (wie bei Wasserströmen), sondern befindet sich, mittels des von den Drüsenzellen des Epithels secernirten Schleimes, klebend an der Mantelwand oder in der Kiemenrandrinne. Der Schleimfaden klebt, während er fortschreitet, fest an der wimpernden Wand (seine Adhäsion wird durch seine Elasticität noch gesteigert), so dass er weder vom Wasser schwebend gemacht noch vom Wasserstrom weggeschwemmt werden kann. Der Athemwasserstrom und die Wandströmungen stören einander nicht im Geringsten, ebensowenig wie der Luftstrom in der Trachea luftathmender Wirbelthiere den fortwährenden Flimmerstrom von Schleim, der nach dem Pharynx sich bewegt, im Mindesten stört.

Wären dann die winzigen Nahrungsströmungen an den Kiemenflächen, wie BRONN (pag. 380) sagt, Wasserströmungen, so dürften sie schwerlich die Randrinne der Kieme ungestört erreichen, da bei der allseitigen Fortpflanzung des Druckes im Wasser der auf die Kieme kommende mächtige Wasserstrom eine Störung für etwaige an den Kiemenflächen selbst verlaufende Wasserströmungen bedeuten würde. Die an den Kiemenflächen vorhandenen Nahrungsströmungen verlaufen aber ganz ruhig. Sie sind eben Wandströmungen.

Dass die Wandströmungen in der unteren Mantelkammer nicht einfache Gegenströmungen im Sinne BRONN's sind, geht aus dem Verlaufe derselben, sowie dem Zusammentreffen mit speciellen Einrichtungen an der Mantelwand hervor. Eine Gegenströmung entsteht im Wasser lediglich durch die Wucht einer anderen entsprechenden Strömung, und es sind zu ihrer Unterhaltung keine weiteren Vorrichtungen nöthig. Wir sehen aber, dass die Bahnen, längs deren die beiden Wandströmungen in der infrabranhialen Kammer sich bewegen, durch besonders differenzirte kräftig schlagende Wimperhaare ausgezeichnet sind.

Es möge hier noch eine Thatsache erwähnt werden, durch welche die Wasserströme von den Wandströmungen sich unterscheiden, nämlich die, dass die Wasserströme, vermöge der Fortpflanzung der Wasserverschiebung, auch weit von ihrer treibenden Ursache verlaufen können, die Wandströmungen hingegen nur dort vorhanden sind, wo wimpernde Haare, an deren Vorhandensein sie unmittelbar

geknüpft sind, sich befinden. Wo die Wimperhaare aufhören, da hört auch die Wandströmung auf.

Dies alles spricht zweifellos dafür, dass sowohl die zuführende als auch die ausführende Wandströmung der infrabranchialen Kammer sammt allen Nebenströmungen in ihrem Gebiete, selbständige, durch besondere Wimperthätigkeit der Kiemenfläche, beziehungsweise der Mantelwand, erregte Strömungen sind. Sie sind folglich mit den eigentlichen Wasserströmen nicht zu verwechseln und dürfen nicht als Gegenströmungen eines Wasserstromes betrachtet werden, noch auch als Erreger eines Wassergegenstromes.

Daraus ergibt sich die Widerlegung einer die Rückströmung betreffenden Ansicht MC. ALPINE'S von selbst. Es hat MC. ALPINE (a. a. O. pag. 200, 203) die untere Rückströmung bei *Mytilus* zuerst nachgewiesen, und dieselbe „marginal backward current“ genannt. Der von ihm gegebenen Deutung kann man aber nicht zustimmen. Er nimmt an, die untere Rückströmung, welche, wie er richtig sagt, nicht aufgenommene, von den Mundlappen eliminirte Nahrungstheile führt, erzeuge im Wasser eine Gegenströmung („counter marginal current“) oder einen Wirbel, wodurch jene Nahrungstheile wieder zum Munde geführt werden sollen. Diese Gegenströmung, welche er als nothwendig postulirt, nicht aber hat nachweisen können, ist nun unvereinbar mit der erwiesenen Wirkungsverschiedenheit und der gegenseitigen Unabhängigkeit der Wasserströme von den Wandströmungen. Ueberdies wird die Nahrung bei *Mytilus* nicht durch einen Wirbel zum Munde geführt, sondern durch Vermittlung des einziehenden Athemwasserstromes, und schliesslich zieht gerade bei *Mytilus* die untere Rückströmung bis an die obere Grenze der infrabranchialen Kammer am Mantelrande nach aussen, wo der die Fremdkörper enthaltende Schleimfaden in das umgebende Wasser austritt.

Ich habe gesagt, dass die Wimperthätigkeit sowohl an den Kiemen als auch an der Mantelwand der Lamellibranchiaten eine continuirliche, stets die gleiche Richtung einhaltende, automatische Bewegung ist. Für eine solche ist auch diese Art von Flimmerbewegung von jeher gehalten worden. Die schon von JOHANNES MÜLLER, sowie von PURKINJE und VALENTIN gemachten Experimente¹⁾, wie auch viele spätere Beobachtungen haben diese Thatsache bestätigt, so dass dieselbe wohl nicht brauchte besonders

¹⁾ JOH. MÜLLER, a. a. O. Vol. II, pag. 12. — J. E. PURKINJE und G. VALENTIN in MÜLLER'S Archiv, Bd. I, 1835, pag. 159.

betont zu werden, wäre sie nicht vor kurzem von VIGNON¹⁾ principiell bezweifelt worden. Was aber VIGNON²⁾ von den Epithelwimperzellen sagt, sie seien keine bloss nach einer Richtung ablaufende Uhrwerke, ist an sich noch kein Beweis gegen den Automatismus der Wimperbewegung, wenigstens insoferne derselbe in der Constanz der Strömungsrichtung seinen Ausdruck findet. Als ein Beweis für denselben, also gegen die Annahme VIGNON's, darf aber der Umstand angesehen werden, dass im Mantelraume der Lamellibranchiaten wohl nur in Zusammenhang mit zwei bestimmt gerichteten constanten Strömungen sich zwei getrennte Kammern ausgebildet haben, welche in enger Beziehung zu bestimmten Organen stehen, deren Function sozusagen eine entgegengesetzte ist, indem die Lage des Mundes in der infrabranhialen Kammer eine zuführende Wasserströmung, die Lage des Afters und der Excretionsorgane in der suprabranhialen Kammer eine ausführende Strömung bedingen. Diese Strömungen müssen, um die Function jener Organe zu unterstützen, eine constante Richtung beibehalten, was eben durch die Wimperung an den Kiemen geschieht. Ebenso verhält es sich mit den Wandströmungen in der infrabranhialen Mantelkammer. Bei meiner Untersuchung habe ich als feststehende Thatsache angenommen, die keine meiner Beobachtungen widerlegt hat, dass die Flimmerung an den Mantel- und Kiemenflächen eine constante Richtung einhält.

Bevor ich nun an die Besprechung der einzelnen untersuchten Formen gehe, möchte ich Folgendes nochmals besonders hervorheben:

1. Der Wasserstrom, der die Athmung unterhält und die Nahrung in die infrabranhiale Kammer führt, ist in seiner Wirkung ganz unabhängig von den Wandströmungen der infrabranhialen Kammer selbst, durch deren eine dem Munde Nahrung zugeführt wird, durch die andere aber Fremdkörper aus der infrabranhialen Kammer entfernt werden. Es besteht zwischen diesen Wandströmungen und dem Wasserstrom keine Beziehung etwa im Sinne einer Wechselwirkung.³⁾ Gegenströmungen im Sinne BRONN's oder MC. ALPINE's sind daher unmöglich, wie sie denn auch noch nie nachgewiesen worden sind.

¹⁾ A. a. O. pag. 40.

²⁾ A. a. O. pag. 44, 45.

³⁾ Aus der von FOL gegebenen Darstellung der Nahrungsaufnahme bei *Salpa*, sowie aus einer Angabe über *Amphioxus* bei A. J. THOMSON (*Outlines of Zoology*, 1899, pag. 416, 417) ergibt sich mit grösster Wahrscheinlichkeit der Schluss, dass auch bei den genannten Formen, wie bei Lamellibranchiaten, sich zwei Arten von Strömungen unterscheiden lassen.

2. Die ganze freie Oberfläche im Inneren der infrabranchialen Kammer gehört zwei durch die bestimmte Richtung der Flimmerung daselbst von einander wohl abgegrenzten Stromgebieten an, deren jedes eine alle Nebenströmungen aufnehmende Hauptströmung besitzt, nämlich die zuführende, längs der unteren Kiemenkante verlaufende Nahrungsströmung einerseits, andererseits die längs des Mantelrandes verlaufende ausführende Rückströmung, welche zuerst von mir als solche erkannt und in meiner am Anfang angeführten Mittheilung beschrieben wurde.

II. Specielle Besprechung der untersuchten Formen.

Wir wollen uns nun an die Besprechung der einzelnen Formen wenden, die zur Untersuchung herangezogen wurden, theils um den Nachweis im Einzelnen für die oben im Allgemeinen ausgesprochenen Ansichten zu liefern, theils um die Abweichungen vom allgemeinen Verhalten anzuführen. Doch schicke ich ein paar Bemerkungen voraus.

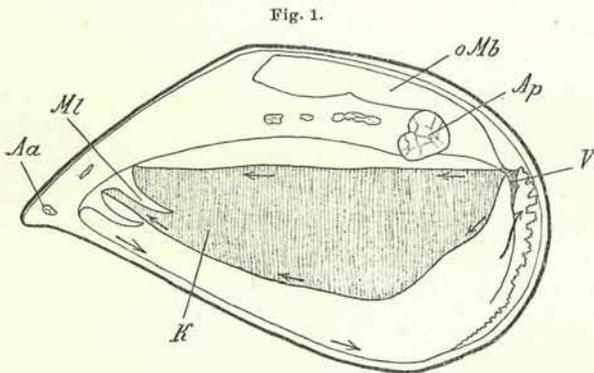
Der Wasserstrom, welcher mit dem Athemwasser von einer Kammer zur anderen im Mantelraume zieht, zeigt bei allen echten Lamellibranchiaten das gleiche Verhalten hinsichtlich seiner Richtung; denn er wird durch den Bau und die Thätigkeit der Kiemen beeinflusst, welche bei allen echten Lamellibranchiaten (d. h. bei allen Lamellibranchiaten mit Ausnahme der Protobranchiaten und der Septibranchiaten) denselben Grundtypus aufweisen. Freilich treten auch hinsichtlich des Wasserstromes Verschiedenheiten auf, welche aus der, durch Verwachsung zwischen Kiemen und Mantel zustande kommenden vollständigen Trennung beider Mantelkammern, aus der stellenweisen Verwachsung des Mantelrandes und aus der Bildung von Siphonen sich erklären lassen. Die Wasserströme werde ich im Weiteren nicht näher berücksichtigen.

Meine Untersuchungen beziehen sich allein auf die Wandströmungen der infrabranchialen Kammer, nämlich die (zuführende) Nahrungsströmung und die (ausführende) Rückströmung des Mantels. Die Beobachtung derselben am lebenden Thier bietet keine Schwierigkeiten. Man kann die Strömungen bei reichlicher Schleimabsonderung des Mantelepithels oder bei intensiver Thätigkeit der Strömungen selbst ohne weiteres wahrnehmen. Durch sorgfältiges Zutropfen von in Wasser aufgeschwemmtem Carminpulver an geeignete Stellen werden die Wandströmungen in Bezug auf ihre Richtung und ihren Verlauf noch deutlicher gemacht.

* * *

Ich beginne mit *Mytilus*, einer Form, welche, was die Wandströmungen des Mantels betrifft, sich typisch verhält. *Mytilus* besitzt eine einzige Verwachsungsstelle am Mantelrande (auf Textfigur 1 mit *V* bezeichnet), wodurch eine besondere cloacale Auswurfsöffnung vom übrigen Mantelschlitz gesondert wird. Der Mantelraum ist infolge fehlender Verwachsung der äusseren Kiemenlamellen mit der Mantelwand nicht in zwei getrennte Kammern getheilt.

Die Nahrungsströmung verläuft, wie in der allgemeinen Darstellung schon ausgeführt wurde. Es ist noch hinzuzufügen, dass auch längs der an den oberen, hier freien Enden der äusseren Kiemenlamellen befindlichen Rinne eine zuführende Strömung zieht, welche ebenfalls zum Munde führt. Die Flimmerung an der inneren Fläche



Schematisches Bild von *Mytilus*. Die Pfeile geben die Richtung der Wandströmungen an. *Aa* vorderer Adductor; *Ml* Mundlappen; *K* Kieme; *V* Verwachsungsstelle des Mantels zwischen Einstromungs- und Auswurfsöffnung; *Ap* hinterer Adductor; *oMb* obere Mantelbucht.

der Mundlappen ist vom Mund weg gerichtet und führt auf die untere Rückströmung. Diese ist bei *Mytilus* sehr lebhaft und, wie ich in meiner citirten vorläufigen Mittheilung gesagt habe, fängt dieselbe vorn in der Mundgegend an und zieht sich bis unterhalb der Verwachsungsstelle des Mantels ventralwärts der Auswurfsöffnung hin, so dass die Ausmündungsstelle der Rückströmung an der hinteren und oberen Grenze der infrabranchialen Kammer sich befindet. Diese Rückströmung zieht in einer Mantelrinne, welche dadurch zustande kommt, dass die innerste Mantelrandfalte sich etwas nach aufwärts krümmt. Die Flimmerhaare sind, wie die histologische Untersuchung zeigt, an der entsprechenden Stelle des Mantels höher und stärker entwickelt als an anderen Manteltheilen. Textfigur 1 zeigt den Verlauf der Wandströmungen bei *Mytilus*.

* * *

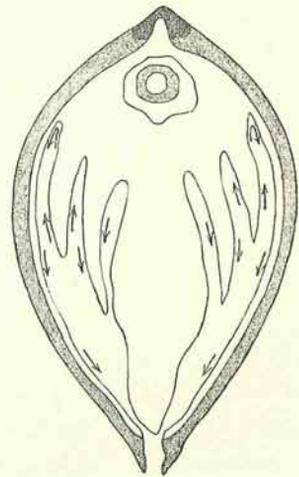
Arca, die einen ganz offenen Mantel, sowie keine Trennung von Kammern im Mantelraume aufweist, zeigt in Bezug auf die Nahrungsströmung eine merkwürdige Abweichung. Diese verläuft lediglich in der Rinne, welche in den umgebogenen freien Enden der aufsteigenden Lamellen des inneren und äusseren Kiemenblattes beiderseits sich befindet, sowie längs der ventralen Rinne an der Befestigungslinie beider Kiemenblätter. Die dem allgemeinen Schema nach dem Stromgebiete der Nahrungsströmung angehörenden Kiemenflächen, sowie die Rinne am unteren Kiemenrande zeigen bei *Arca* eine Strömung, welche wie die an der Mantelfläche zu der Rückströmung führt. Die hinteren Kiemenenden, die hier sehr beweglich sind, berühren von Zeit zu Zeit die Mantelwand, so dass die Rückströmung in der unteren Kiemenrinne sich dann auf die Mantelwand direct fortsetzt und hier nach aussen zieht. Auch die Innenflächen der Mundlappen flimmern in der Richtung vom Mund weg, und gehören demnach wie die von *Mytilus*, dem Gebiete der Rückströmung an.

Dieses abnorme Verhalten bei *Arca* wird sich vielleicht aus Umständen, die mit der Lebensweise zusammenhängen, erklären.

* * *

Eine ebenso abweichende Erscheinung zeigen die äusseren Kiemenblätter bei den drei von mir untersuchten Unionidenformen, *Anodonta*, *Unio* und *Margaritana*, welche zwar keine Verwachsungsstelle des Mantels, aber vollkommen getrennte Mantelkammern besitzen. Hier sind an beiden Lamellen des äusseren Kiemenblattes die Strömungen von unten nach oben gerichtet, so dass die Strömung der Aussenlamelle des äusseren Kiemenblattes auf die Innenfläche des Mantels sich fortsetzt, durch dessen Flimmerung sie zur unteren Rückströmung und schliesslich nach aussen führt, die der Innenlamelle des äusseren Blattes dagegen sich auf das innere Kiemenblatt fortsetzt. Die auf beiden Lamellen der inneren Kiemenblätter bestehenden Strömungen hingegen ziehen in der Richtung gegen den freien Kiemenrand. Bei den Unioniden gehört also das

Fig. 2.



Schematischer Querschnitt von *Anodonta* (nach HOWES aus LANG). In denselben sind die Richtungen der Wandströmungen eingezeichnet.

innere Kiemenblatt, sowie die Innenlamelle des äusseren Kiemenblattes dem Stromgebiete des zuführenden Nahrungsstromes an, während die äussere Lamelle des äusseren Kiemenblattes mit ihrer Flimmerrichtung dem Gebiet der unteren Rückströmung angehört.

Ich möchte hier anschliessend einer Eigenthümlichkeit gedenken, welche sich in der Entwicklung der äusseren Kiemenblätter der Unioniden zeigt. Die äusseren Kiemenblätter entstehen nämlich hier nicht gleichzeitig mit den inneren, sondern viel später als diese, erst nachdem die inneren Kiemenblätter bereits ausgebildet sind; ihre Entwicklung vollzieht sich auch sehr langsam. Ob aber zwischen der späteren Entwicklung der äusseren Kiemenblätter der Unioniden einerseits und dem entgegengesetzten Verhalten beider Kiemenblätter hinsichtlich der Strömungsrichtung andererseits ein engerer Zusammenhang besteht, möge vorderhand dahingestellt bleiben.

Was die Rückströmung des Mantels selbst betrifft, so konnte ich dieselbe bei allen drei Unionidenformen nachweisen. „Am lebhaftesten ist sie bei *Margaritana*, bei welcher auch die Schleimabsonderung am reichlichsten sich zeigt. Der Anfang der längs der inneren Mantelrandfalte sich hinziehenden unteren Rückströmung wurde erst hinter dem Fusse beobachtet, während das Ende bis unmittelbar an den unteren Rand der Einströmungsöffnung verfolgt werden konnte. Dieser Hauptstrom hat seinen Ursprung in kleinen seitlichen Rückströmen, welche vom Fuss und von der Mantelfläche nach dem Mantelrand hin gerichtet sind.“ (Pag. 523 meiner angeführten Mittheilung.)

* * *

Bei *Cyclas* sind wieder Eigenthümlichkeiten sowohl der Kiemenströmungen als auch der Rückströmung zu verzeichnen. Die Nahrungsströmung verläuft, wie es im allgemeinen Schema angegeben wurde, von hinten nach vorne am unteren freien Kiemenrand. Zu dieser Hauptströmung ziehen die Wandströmungen der Kiemenflächen, mit Ausnahme der Strömung an der Innenlamelle des äusseren Kiemenblattes, welche in der Richtung nach oben flimmert. Diese Strömung setzt sich aber nicht auf die äussere Lamelle des inneren Kiemenblattes fort, wie es bei den Unioniden der Fall ist, sondern mündet in eine gegen den Mund hin flimmernde zuführende Rinne, welche sich an der Befestigungslinie der Kiemen jederseits befindet.

Die Rückströmung verläuft im Allgemeinen nach hinten und gegen den Mantelrand hin bis zu einem Punkt, wo der Mantel-

rand weniger tief retractil erscheint. An dieser Stelle biegt die Rückströmung, indem sie sich dem Rande nähert, um, geht eine kurze Strecke nach vorn und ergiesst sich nach aussen an einer dem hinteren Rand des ausgestreckten Fusses entsprechenden Stelle des Mantelrandes. Vor dem Fusse zeigt der Mantel einen mit kleinen Tentakeln besetzten pigmentirten Saum, der eine enge Spalte begrenzt, durch welche man zuweilen Wasser in die geschlossene Schale einströmen sieht.

Die bei *Cyclas* so eigenthümlichen Verhältnisse der Strömungen lassen sich vielleicht aus der verkürzten und abgerundeten Körperform, aus dem stark ausgehöhlten Mantelraume sowie aus dem beweglichen, weit ausstreckbaren Fusse erklären. Ueberhaupt scheint der Umfang und die Beweglichkeit des Fusses eine den Verlauf der Rückströmung bestimmende Bedeutung zu besitzen, wie es bei *Cyclas* und bei den Unioniden zu sehen ist und weiter bei *Cardium* und bei *Solen* ersichtlich sein wird.

* *

Pecten, welcher einen vollständig offenen Mantel und keine Trennung von Mantelkammern besitzt, gehört zu jenen Formen, welche, wie gesagt wurde, durch plötzliches Zuklappen ihrer Schale das Mantelwasser entfernen und auf diesem Wege sich der Fremdkörper entledigen, die in ihrem Mantelraume sich befinden. Dementsprechend fehlt bei *Pecten* eine untere Rückströmung vollständig. Einer solchen wäre übrigens die sehr hohe innerste Mantelrandfalte, welche nach Art eines Vorhanges die Mantelöffnung bis auf eine Spalte ringsum verdeckt, ein Hinderniss. — Die Flimmerung des Fusses zeigt eine Richtung nach vorn.

* *

Bei *Lima* verläuft die Nahrungsströmung nach dem allgemeinen Schema. Die Rückströmung fehlt gänzlich, was aus dem Umstand, dass der Mantel ganz offen sowie dessen Rand von mehreren Reihen von Tentakeln besetzt ist, verständlich erscheint. Ausserhalb der Tentakelzone ist ein ganz schwacher Flimmerstrom knapp am äussersten Rande wahrnehmbar, welcher nach hinten zieht. Es sei noch bemerkt, dass der Athemwasserstrom durch die Oscillation der hinter den Kiemen quer liegenden inneren Mantelrandfalte verstärkt wird.

* *

Cardium (Taf. I, Fig. 1), eine Form, welche zwei Verwachungsstellen am Mantel und zwei kurze Siphonen sowie getrennte Mantelkammern besitzt, weist bei der Nahrungsströmung nur die kleine Abweichung auf, dass die äusseren Kiemenblätter, welche höher als die inneren liegen, infolge dessen keine zuführende Rinne am freien Rand besitzen, während ihre Strömungen sich auf die äussere Lamelle der inneren Kiemenblätter fortsetzen, deren Randrinne erst die Nahrung zum Mund befördert. Die Rückströmung ist bei *Cardium* deutlich sichtbar, vermittelt aber nicht direct eine Ausfuhr der Fremdkörper nach aussen. Die Wimperbewegung hört vielmehr in der Bucht hinter dem Fuss gänzlich auf, so dass die Fremdkörper sich dort ansammeln und wahrscheinlich erst durch plötzliches Schliessen der Schale mit dem Mantelwasser entfernt werden. Dem Gebiete der Rückströmung gehört die ganze innere Fläche des Mantels sowie die des proximalen (visceralen) Theiles des Fusses an. Es ist nicht schwer einzusehen, dass die Fremdkörper von der Rückströmung bis zu einem solchen Punkt geführt werden, von wo aus sie am leichtesten hinausbefördert werden können. Etwas Aehnliches werden wir weiter unten bei *Solen* sehen.

* * *

Aehnlich wie bei *Cardium*, eher in noch geringerem Grade, konnte ich nur den Anfang einer Rückströmung bei *Ostrea* constatiren. In der Mundgegend anfangend, zieht dieselbe nach rückwärts bis zu gewissen Erhebungen an der inneren Mantelfläche, wo die Carminkörnchen sich zu Fäden zusammenlegen, die eine mit dem Mantelrand parallele Lage einnehmen, und wahrscheinlich durch das Zuklappen der Schale, gleicherweise wie bei anderen offenen Formen, nach aussen befördert werden.

* * *

Zwei andere offene Formen (und zwar bloss deren Mantelrand) habe ich an Schnitten untersucht. „Schnitte von *Meleagrina* und *Anomia* zeigten an der inneren Mantelrandfalte keine Spur von Flimmerhaaren, was sich möglicherweise daraus erklärt, dass der Mantel dieser beiden festsitzenden Formen offen ist — vorausgesetzt, dass der Mangel an Wimpern am Präparat nicht etwa auf ungenügender Conservirung der Stücke beruhe.“ (Meine citirte Mittheilung, pag. 523.) Es wäre doch möglich, dass bei diesen Formen Anfänge der Rückströmung an der Seitenwand des Mantels vorhanden seien und diese nur am Rande des Mantels fehlen, was zu bestätigen der Beobachtung des lebenden Thieres vorbehalten bleibt.

* * *

Ich gehe nun an die Besprechung einer Form, welche in mancher Beziehung, besonders aber hinsichtlich der Rückströmung, von allen bisher besprochenen sich auszeichnet, das ist *Pinna*.

Die umfangreiche, stark gefaltete Kieme von *Pinna* erzeugt mit ihrer Wimperung einen Wasserstrom nach innen, der sehr mächtig ist und reichliche Mengen von Nahrungstheilchen, darunter auch grössere, nicht bloss mikroskopisch wahrnehmbare Planktonorganismen, mitführt. Es wird angegeben, dass der Mantel von *Pinna* vollständig offen sei. Nichtsdestoweniger besteht eine schmale Verbindung der beiden Mantellappen, sowie eine Trennung der beiden Mantelkammern; sie kommt dadurch zustande, dass Kiemen und Mantel sowie beide Kiemen median mit einander nicht etwa durch Gewebe verwachsen sind, sondern durch eine besondere Wimpereinrichtung, die zuerst von GROBBEN¹⁾ an *Meleagrina*, *Avicula*, *Perna* wie auch an *Pinna* nachgewiesen wurde, fest aneinander haften. Es sind nämlich in einander greifende Wimperleisten, die sich am oberen Kiemenrand und an der Mantelwand in entsprechender Höhe und Ausdehnung finden und eine haftende Befestigung der Theile bewerkstelligen, ähnlich wie die Cilienbürsten (Haftwimperbürsten) an den Kiemenfäden mancher Kiemen. Durch diese von GROBBEN „Haftwimperleisten“ genannten Einrichtungen sind die Kiemen sowohl mit einander als mit dem Mantel in dauernder Verbindung erhalten, so dass dadurch im Mantelraume zwei Kammern getrennt erscheinen, und zwar auch in Bezug auf ihre Oeffnungen; denn zwischen der Einströmungs- und der Cloakenöffnung liegt eine bandförmige Brücke, die aus zwei vom Mantelrand herkommenden, durch eine Haftwimperreihe verbundenen Hälften besteht, an welcher auch die Kiemenenden befestigt sind. Functionell ist also hier eine ebenso scharfe Trennung der Kammern und der Mantelöffnungen gegeben wie in solchen Fällen, wo sie durch Gewebsverwachsung der Theile zustande kommt. Es kann allerdings eine Loslösung der durch Haftwimpern verbundenen Theile künstlich herbeigeführt werden. Dann sehen wir aber, dass sich die getrennten Theile nach und nach einander nähern und die gewöhnliche Verbindung durch die träge spielende Bewegung der Haftwimpern selbst, wodurch das Ineinandergreifen derselben bewirkt ist, wieder herstellen. Bei diesem Vorgang der Annäherung getrennter Theile spielen übrigens die dem lebenden Gewebe innewohnende Elasticität, sowie der

¹⁾ C. GROBBEN, Zur Kenntniss der Anatomie und Morphologie von *Meleagrina* sowie der *Aviculiden* im Allgemeinen. Denkschriften der kais. Akademie der Wiss., Math.-nat. Classe, LXIX. Bd. Wien 1900, pag. 487—496.

Blutdruck wohl auch eine Rolle. GROBBEN konnte die Wiedervereinigung der Haftwimperbürsten von *Mytilus* erlangen.¹⁾ Ich habe das Experiment mit gleich gutem Erfolg an *Pinna* und, wie später erwähnt werden wird, an *Solen* wiederholt, indem ich beide Kiemen längs ihrer ganzen medianen Verbindungslinie vorsichtig von einander löste. Nach drei Stunden war, durch die Elasticität der Gewebe sowie durch die bei *Pinna* besonders an den Kiemenenden deutlichen Muskelcontractionen eine Wiedervereinigung auf gute zwei Drittel der getrennten Strecke hergestellt.

Dass solche Trennungen unter den natürlichen Lebensumständen vor sich gehen, dürfte, wenigstens bei *Pinna*, unwahrscheinlich sein; denn bei der Unbeweglichkeit dieser Form sind überhaupt Zerrungen an ihren Weichtheilen ausgeschlossen. Eine Loslösung der Haftwimpern findet aber meistens statt bei der Conservirung der Thiere. Dass das Aufhören der Wimperbewegung an den Leisten dabei eine Rolle spielen mag, ist nicht unwahrscheinlich. Und aus dem Umstand lassen sich manche Angaben in der Literatur erklären, wonach in einigen Fällen die Kiemenenden als ganz frei, der Mantelrand als ganz offen dargestellt werden, während ursprünglich eine Verbindung mittels Haftwimpern besteht.

Die Vorderenden der Kiemen von *Pinna* sind aber mit dem Rumpfe direct verwachsen, an welcher Stelle auch die Kiemengefäße ein- und austreten.

Diese Vorrichtung von Haftwimpern, welche bei den Kiemen der Aviculiden, von *Pinna* und von *Solen* vorkommt, bewerkstelligt also eine ebenso vollständige Trennung der Mantelkammern, wie die bei anderen Lamellibranchiaten vorhandene directe Verwachsung zwischen Kieme und Mantel, sowie zwischen beiden Kiemen. Ein ähnliches Verhalten bemerken wir auch im Darm von *Anodonta*, wo durch diese Art der Verbindung an einer Stelle der Darmwand ein getrenntes Divertikel (Krystallstielsack) gebildet wird, dessen Trennung von der übrigen Darmhöhle später noch vollständiger wird, dadurch dass die Haftwimperverbindung durch echte Gewebsverwachsung ersetzt wird.²⁾

Die Nahrungsströmung verhält sich bei *Pinna* typisch: es ziehen die Wandströmungen vom oberen befestigten zum unteren freien Rand der Kieme und vereinigen sich in den Wimperrinnen am freien Kiemenrand, an denen eine Strömung nach vorn, zu den

¹⁾ GROBBEN, a. a. O. pag. 494, 495.

²⁾ S. B. MITRA, The Crystalline Style of Lamellibranchia. Quart. Jour. Micr. Sc. (N. S.) Vol. 44, 1901, pag. 591—602.

Mundsegeln, hinzieht, zwischen welche die Vorderenden der Kiemen jederseits eindringen. Ueberdies sind zuführende Wimperrinnen an den Befestigungslinien der Kiemen am Mantel vorhanden, welche ebenso zu den Mundlappen führen, ähnlich wie wir dies bei *Mytilus* gesehen haben.

Die Flimmerung der Mundsegel zeigt bei *Pinna* eine zweifache Richtung, und man kann hier zwei Stromgebiete unterscheiden. Legt man an einer Seite beide Mundsegel auseinander, so bekommt man eine Fläche zu sehen, die etwa einem gleichschenkeligen Dreieck entspricht. Den gleichen Seiten im Dreieck entsprechen die unteren Ränder der Mundlappen; der Basis des Dreieckes entsprechen die beiden hinteren Ränder; die Höhe des Dreieckes ist die obere mediane Linie an den Mundsegeln. Diese mediane Linie, welche die Fortsetzung der unteren Kiemenrinne bildet, zeigt wie letztere eine Richtung der Flimmerung nach dem Munde zu; während die übrige innere geriefte Fläche der Mundsegel (wie auch bei allen anderen Formen, die ich gesehen habe) eine nach hinten und unten, also vom Munde weg gerichtete Strömung zeigt, welche schliesslich auf die Rückströmung führt. Das Fortschieben der Nahrungstheilchen zwischen beiden bei *Pinna* ungemein langen Mundlappen wird wahrscheinlich durch die Muskelbewegung der Mundlappen selbst unterstützt, welche gelegentlich eine wurmförmige Bewegung nach vorne zeigen.

Nicht alles, was zum Munde kommt, wird aber aufgenommen. Ob eine Auswahl der Nahrung stattfindet, ob das vor der Mundöffnung gelegene Organ (nach POLI vielleicht eine Speicheldrüse) dabei eine Rolle spielt, ist noch nicht festgestellt. Vielleicht treffen die Mundlappen hier nur insoferne eine Wahl, als sie zu grosse Nahrungstheile eliminieren. Ich konnte sehr oft im ausziehenden Schleim in der Wimperrinne von *Pinna* zahlreiche grössere Planktoncrustaceen finden, welche offenbar zu gross gewesen zu sein scheinen, um als Nahrung aufgenommen zu werden, nicht aber kräftig genug, als dass sie der reissenden Gewalt des einziehenden Wasserstromes hätten Widerstand leisten können. Auch ein Ausstossen bereits aufgenommener Nahrung wurde schon von LOTSY und GRIESEBACH sowie von mir bei *Pinna* beobachtet.¹⁾ Die nicht aufgenommene Nahrung wird wie ein Fremdkörper durch die untere Rückströmung nach aussen befördert.

Im Zusammenhange mit der reichlichen Menge von Nahrung, die in den Mantelraum von *Pinna* hineinkommt, ferner im Zusammen-

¹⁾ Citirt bei RAUSCHENPLAT, a. a. O. pag. 45, 46.

hange mit der eigenthümlichen festsitzenden Lebensweise der *Pinna*, sowie der Röhrenform ihres Mantels ist die untere Rückströmung bei *Pinna* ausserordentlich stark entwickelt, derart, dass, ihr entsprechend, an der Innenfläche des Mantels eine besondere, bei anderen offenen Formen nicht vorkommende Differenzirung sich vorfindet, nämlich die Wimperrinne.

Bevor ich jedoch von dieser spreche, möchte ich hier eine kurze Bemerkung über die eigenthümliche festsitzende Lebensweise von *Pinna* einschalten. Es wird sehr selten ausdrücklich zwischen den verschiedenen Arten der festsitzenden Lebensweise bei den Lamellibranchiaten unterschieden. Festsitzend leben sowohl *Mytilus* als *Pholas*, *Teredo*, *Pinna*, *Ostrea*, *Anomia* und dergleichen mehr. Doch ist bei diesen Formen die Art des Festsitzens nicht überall die gleiche, ein Unterschied, welcher sich auch in der Verschiedenheit der Organisation ausprägt. Die Art, wie *Ostrea* und ähnliche Formen festsitzen, ist durch das, was JACKSON¹⁾ „direct cemented fixation“ nennt, gekennzeichnet. Damit hängen zusammen: die mehr oder minder kreisförmige Schale, die Verschiedenheit der unteren und oberen Schale, die Drehung der Längsaxe des Körpers in Bezug auf die Schlossaxe, die Rückbildung des vorderen Adductors und des Fusses, die subcentrale Verschiebung des mächtiger gewordenen hinteren Adductors, die Bildung von Tentakeln am Mantel und die vorhangartige Entwicklung der inneren Mantelrandfalte. Es hängt damit auch zusammen (können wir hinzufügen) die Verkümmernng bis zum gänzlichen Schwinden der Rückströmung, was sich freilich auch bei Formen wie *Pecten* zeigt, die selbst nicht dauernd festsitzen. Von dieser Art der festsitzenden Lebensweise müssen wir die am meisten verbreitete unterscheiden, als deren Vertreter etwa *Mytilus* gelten möge. Endlich sind aber solche extreme Fälle zu unterscheiden, wie sie bei *Teredo* und bei *Pinna* vorliegen.

Bei dieser letzteren ist der Vordertheil des Körpers, offenbar im Zusammenhange damit, dass derselbe im Sande steckt, stark rückgebildet, das freie nach oben vorragende Hinterende sehr mächtig, sowohl in der Längsrichtung als auch dorsoventral entwickelt. Trotz dieser eigenthümlichen Entwicklung lässt *Pinna* ihre Verwandtschaft mit den Aviculiden deutlich erkennen, nicht nur in dem Bau der Kiemen, sondern auch in der Anordnung der Mantelretractoren, an der hohen Retractilität des Mantels, dann

¹⁾ R. T. JACKSON, Phylogeny of the Pelecypoda. The Aviculidae and their Allies. Memoirs Boston Soc. of Nat. Hist. Vol. IV, 1890, pag. 282.

an dem Besitz von Haftwimpern, sowie einer oberen Mantelraumbucht, alles Merkmale, welche bei Aviculiden zu finden sind. Die Länge von *Pinna*, die fast mit einem Röhrenthier zu vergleichen ist (und der lichtempfindliche Afterfortsatz macht den Vergleich vielleicht noch zutreffender), ihre Unbeweglichkeit, die Unmöglichkeit bei vielen Individuen, die Schale hinten überhaupt zu schliessen, — das scheinen hinreichende Bedingungen zu sein, die eine mächtige Entwicklung der unteren Rückströmung begünstigen.

Als Ausdruck dieser besonders starken Entwicklung der Rückströmung erscheint nun bei *Pinna* die Wimperrinne des Mantels, deren Beschreibung ich aus meiner oft angeführten Mittheilung (pag. 521, 522) entnehme.

„An der inneren Fläche des Mantels von *Pinna* zieht sich, in gewisser Entfernung vom Rande, mit diesem im Grossen und Ganzen parallel verlaufend, eine an beiden Mantellappen symmetrische schmale, bandähnliche Falte (Wimperrinne) hin, welche von zwei nebeneinander verlaufenden wulstigen Auftreibungen der inneren Mantellamelle gebildet wird. Ihren Anfang nimmt diese Falte vorn, ungefähr auf der Höhe der Mundsegel; ihr Ende liegt bei der Verbindungsbrücke zwischen den beiden Mantellappen, an welcher auch die Kiemenenden befestigt sind. . . Als besonders differenzirter, schleimabsondernder Flimmerapparat des Mantels führte dieses Gebilde zunächst auf die Vermuthung, in dieser Einrichtung mit Rücksicht auf die Lebensweise der *Pinna* eine zur Nahrungsaufnahme bestimmte ähnliche Vorrichtung zu erblicken, wie sie bei Tunicaten beschrieben worden ist.“ (Tafel I, Fig. 2.)

Es lag nämlich der Gedanke nahe, die Wimperrinne des Mantels von *Pinna* als ein Analogon des bei *Doliolum*¹⁾ zur Nahrungsaufnahme dienenden Endostyls zu betrachten. Da zeigte aber die einfache Betrachtung des lebenden Thieres, dass diese Wimperrinne bei *Pinna* eine ausführende ist, dass sie das in diesem Falle sehr deutlich ausgeprägte Strombett der unteren Rückströmung vorstellt.

Die Wimperrinne des Mantels von *Pinna* liegt nicht am Rande und die Rückströmung verläuft folglich nicht wie bei anderen Formen daselbst, sondern in einiger Entfernung davon. Das lässt sich nicht schwer aus der starken Zurückziehbarkeit des Mantels bei

¹⁾ Siehe H. FOL, Études sur les Appendiculaires. Genève 1872, pag. 7—9. — H. FOL, Ueber die Schleimdrüse oder den Endostyl der Tunicaten. Morph. Jahrb. 1. Bd. 1876. — C. GROBBEN, Doliolum und sein Generationswechsel. Arb. Zool. Inst. Wien. Tom. IV, 1882, pag. 14.

Pinna erklären, wodurch vornehmlich derjenige Theil desselben, welcher ausserhalb der Rinne liegt, zusammengezogen und gefaltet wird. Es kann so auch bei Retraction des Mantels die Rückströmung ungestört weiter ziehen. Es ist noch zu bemerken, dass die Flimmerung der ganzen inneren Mantelfläche der infrabranhialen Kammer von allen Seiten in der Richtung nach der Wimperrinne zieht, auf welcher alles, was am Mantel liegt, sich schliesslich sammelt, um nach aussen befördert zu werden.

Die Schleimsecretion, welche die Thätigkeit aller Wandströmungen bei den Lamellibranchiaten begleitet, ist auf der Wimperrinne sehr reichlich. Man könnte die Wimperrinne daher, wie FOL den Endostyl, als Schleimdrüse bezeichnen. Die Strömung in der Wimperrinne ist sehr rasch. Im ausziehenden Schleimfaden sind vor allem zahlreiche Diatomaceen, dann auch Infusorien, Bakterien und sogar grössere Planktoncrustaceen zu finden. Sobald der Schleimfaden am hinteren oberen Ende der infrabranhialen Kammer angelangt frei ins umgebende Wasser fällt, schwimmt er gewöhnlich in die Höhe, denn er enthält zahlreiche Gasbläschen, die wahrscheinlich durch die Lebensthätigkeit der chlorophyllhaltigen Diatomaceen erzeugt werden.

Bevor ich an die histologische Beschreibung der Wimperrinne von *Pinna* gehe, möchte ich bemerken, dass ich über diese so auffallende Manteldifferenzirung gar keine Angaben in der mir zugänglichen Literatur gefunden habe. Auch POLI¹⁾, welcher der *Pinna* eine eingehende Besprechung widmet, erwähnt diese Mantelfalte nicht, obwohl die Wimperrinne auf Tafel XXXVI des POLI'schen Werkes, wo das Thier von *Pinna* nach dem Leben dargestellt ist, an beiden Mantellappen wiedergegeben erscheint. Allerdings ist dort eine Ungenauigkeit wahrzunehmen. Es sind nämlich die Endverästelungen der Mantelretractoren (*musculi ramosi* von POLI), welche im Bindegewebe unterhalb der epithelialen Wimperrinne liegen, an einer Seite (rechts) so dargestellt, als ob sie oberhalb derselben hinzögen. Möglicherweise handelt es sich um einen Zeichenfehler, da die Tafeln nicht vom Autor selbst herrühren.

Zur histologischen Untersuchung der Wimperrinne von *Pinna* wurden sowohl Isolationen als auch die Schnittmethode angewendet. Das von der k. k. zoologischen Station in Triest gelieferte Material wurde mit absolutem Alkohol, mit Sublimat, mit PERENYI'scher Flüssigkeit conservirt. Die besten Resultate ergab jedoch die Fixirung

¹⁾ J. X. POLI, Testacea Utriusque Siciliae etc. Parma 1791.

mit starker FLEMMING'scher Flüssigkeit. Die in Paraffin eingebetteten Stücke wurden in einer Dicke meist von 5 μ . geschnitten, obwohl auch dünnere Schnitte angefertigt wurden. Als Färbung wurde Hämatoxylin nach DELAFIELD, vor allem aber Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN angewendet, welches feine Details deutlich sichtbar macht. Es wurden auch Doppelfärbungen vorgenommen, so mit Eisenhämatoxylin und Eosin, mit Hämatoxylin und Eosin, auch mit Methylgrün und Eosin. Auch die HOYER'sche Thioninfärbung zur Darstellung des Mucins wurde angewendet.

Als eine Differenzierung des Mantels zeigt die Wimperrinne von *Pinna* dieselbe histologische Beschaffenheit, wie der Mantel selbst, nämlich ein einschichtiges Epithel mit darunter liegendem Bindegewebe; nur sind ihre Epithelzellen im Vergleich zu den übrigen Epithelzellen der inneren Mantelfläche an Höhe und Grösse bedeutend überlegen, was sich aus der gesteigerten Thätigkeit der Wimperrinne von selbst ergibt.

Die Wimperrinne entsteht, wie gesagt, durch zwei parallele, faltenähnliche Auftreibungen der inneren Mantellamelle. Ein senkrechter Querschnitt durch diese beiden Falten (Taf. 1, Fig. 3) sieht je nach dem Contractionszustand des Mantels verschieden aus. Im Leben stehen dieselben oft senkrecht zur Mantelebene, ähnlich wie die innere Mantelrandfalte bei *Pinna* und bei anderen Formen, z. B. *Pecten*, welche gewöhnlich vorhangartig aufgerichtet ist. An fixirten Exemplaren dagegen erscheint die Wimperrinne mehr oder minder abgeflacht.

Im Allgemeinen sind die Falten am Querschnitt etwa keulenförmig. Ihre rundlichen Umrisse erscheinen am freien Ende aufgetrieben, während ihr proximaler Theil sich verschmälert. Das die Wimperrinne auskleidende Epithel ist ein einschichtiges, dicht mit Wimperhaaren besetztes Cylinderepithel. Seine Höhe ist, je nach dem Alter und der Grösse des Thieres, verschieden. Im Epithelverbande unterscheidet man folgende Arten von Zellen (Taf. I, Fig. 4):

I. Zahlreiche, die ganze Höhe des Epithels einnehmende Schleimdrüsenzellen, die einen sehr zarten blasigen Inhalt aufweisen. Der Zellkern liegt basal, um ihn herum sind Reste von undifferenzirtem Plasma zu sehen. Es sind auch neben diesen Zellen nicht wenige Lücken von derselben Höhe zu sehen, welche auf Schleimzellen zurückzuführen sind, die ihren Inhalt nach aussen ergossen haben und denselben regeneriren. In den Lücken sieht man feine, netzartig angeordnete Plasmafäden und an dem basalen Ende einen Kern.

II. Schmale, dreieckige Stützzellen, deren breiteres Ende distal liegt. In diesem befindet sich ein meist grosser Kern. Ihr freier Rand trägt die Wimperhaare auf einer sich deutlich abhebenden Cuticula, die bei schwacher Vergrösserung als eine Doppelcontour erscheint, sich jedoch bei Anwendung eines stärkeren Systemes an Eisenhämatoxylinpräparaten in zwei Reihen von Basalkörpern auflösen lässt.

III. Runde, mit stark lichtbrechender Wand versehene Drüsenzellen, welche einen grobkörnigen Inhalt führen. Der Kern liegt wandständig basal. Diese Zellen finden sich in relativ geringer Zahl im Epithel. Sie nehmen nicht die ganze Höhe der epithelialen Schicht ein, sondern erstrecken sich von der Epithelfläche, wo ihr Inhalt austreten kann, nach der Basis des Epithels zu nur ungefähr um die Hälfte seiner Höhe. Ob diese Zellen auch Schleimzellen sind, oder ob ihnen eine excretorische Bedeutung vielleicht zukommt, habe ich nicht ermitteln können. Doch habe ich gefunden, dass sie mit den zuerst genannten Schleimdrüsenzellen nicht in Beziehung stehen, etwa in dem Sinne, dass sie ein verschiedenes Bildungsstadium derselben vorstellten. Denn man sieht zuweilen auch diese grobkörnigen Zellen ihren Inhalt ausgiessen.

Auch hinsichtlich der tinctoriellen Reaction verhalten sich diese grobkörnigen Zellen von den Schleimdrüsenzellen verschieden. Mit Hämatoxylin (nach DELAFIELD) werden nämlich diese letzteren zart violett gefärbt, während die grobkörnigen Zellen gar nicht gefärbt werden. Diese nehmen aber Eosin sehr begierig auf, bezw. die Inhaltskörnchen in ihnen. Der Kern mit umgebenden Plasma-resten bleibt nach Eosinbehandlung ungefärbt, zieht aber Hämatoxylin an. Bei Anwendung der Doppelfärbung Methylgrün-Eosin (wässerige concentrirte Lösung) tritt eine allerdings wenig haltbare, tinctorielle Differenzirung besonders deutlich hervor, da die Schleimdrüsenzellen grün, die grobkörnigen roth erscheinen. Diese letzteren werden auch von Bismarckbraun specifisch gefärbt.

Die HOYER'sche Thioninfärbung zum Nachweis von Mucin zeigt, dass die Schleimdrüsenzellen einzellige Mueindrüsen sind, während der Inhalt der grobkörnigen Zellen, welcher Thionin gar nicht aufnimmt, eine andere Substanz zu sein scheint.

Das Epithel der Wimperrinne von *Pinna*, welches einschichtig ist, enthält also ausser Stützzellen, deren dichter Flimmerbesatz eine kräftige Wandströmung zu erzeugen imstande ist, zwei Arten von Drüsenzellen, nämlich Schleimdrüsenzellen und kleinere, grobkörnige Zellen, deren Bedeutung unerwiesen bleibt, möglicherweise eine

excretorische sein könnte. Das schon wiederholte Male hervorgehobene Zusammentreffen von Flimmerzellen und Schleimzellen¹⁾ ist auch bei der Wimperrinne des Mantels von *Pinna* zu constatiren.

Das oben beschriebene Epithel wird von einem Bindegewebe getragen, welches vom übrigen Bindegewebe des Mantels nicht wesentlich verschieden ist. Zahlreiche feine und gröbere Fasern durchkreuzen es nach allen Richtungen. Zarte Membranen erscheinen zwischen den Fasern ausgespannt. Muskelzüge begleiten die Wimperrinne an ihrer Basis längs ihres ganzen Verlaufs. Beachtenswerth erscheint die Thatsache, dass die Nerven entweder eingeschlossen in je einem Bündel der Mantelretractorenfasern verlaufen, oder den Muskelbündeln dicht anliegen. Blutlacunen von verschiedener Weite sind an den Schnitten sehr zahlreich zu sehen. In den Lacunen bemerkt man oft gewöhnliche Blutzellen, ausserdem Zellen, welche einige stark lichtbrechende Einschlusskörnchen führen. Man sieht ferner grössere Zellen, die voll von gelben Körnchen sind, mit deutlicher Wand und wandständigem Kern. Auch maulbeerartige Anhäufungen von Körnchen sind hier und da in den Bindegewebsmaschen zu beobachten. Schliesslich befinden sich überall zu grösseren oder kleineren Haufen unregelmässig zerstreute Pigmentkörnchen im Bindegewebe selbst, welche durch die Farbstoffe nicht verändert werden. Diese verleihen der Wimperrinne ihre eigenthümliche gelbe Färbung.

Ob diese Pigmentkörnchenanhäufungen durch Einwanderung von pigmentführenden Zellen aus den Lacunen in das Bindegewebe zustande kommen, vermag ich nicht zu entscheiden.

* * *

Wir kommen nun zu einer Form, welche ebenso auffallende Eigenthümlichkeiten aufweist wie *Pinna*, nämlich *Solen*. Von dieser Gattung wurden zwei Arten untersucht, *Solen vagina* und *Solen siliqua*, welche nicht nur bezüglich ihrer Schalencharaktere, sondern auch im äusseren Bau des Thieres von einander abweichen, worauf auch RAWITZ schon hingewiesen hat.²⁾

Bei *Solen vagina* sind die Mantellappen an der ventralen Seite des Thieres ihrer ganzen Länge nach miteinander verwachsen, so dass der Mantel ein Rohr bildet, mit einer vorderen Oeffnung für

¹⁾ B. RAWITZ, Der Mantelrand der Acephalen. Jenaische Zeitschr., 27. Bd., 1892, pag. 8. — J. JOHNSTONE, On the Structure and Life History of the Common Cockle. Proc. and Trans. Liverpool Biol. Soc., Vol. XIV, 1900, pag. 190.

²⁾ A. a. O. pag. 111, 112.

den Fuss und den zwei hinteren Oeffnungen der Siphonen. Die Epicuticula der Schale ragt über die Ränder jederseits vor und überzieht die äussere Fläche des Mantels, mit welcher sie verwachsen ist. Die Siphonen sind verhältnissmässig lang und können in die Schale nicht eingezogen werden. Sie zeigen oft die Erscheinung der Autotomie.

Bei *Solen siliqua* sind die Mantellappen nur im hinteren Abschnitte miteinander verwachsen. Gegen die Mitte des Thieres befindet sich eine kleine längliche ventrale Oeffnung am Mantel, deren Rand mit Tentakelchen besetzt ist. Von dieser Oeffnung nach vorn hin sind die Mantelränder jederseits frei und stehen in loser Berührung miteinander. Die Epicuticula überragt nur wenig den Schalenrand und ist mit der äusseren Mantelfläche nicht verwachsen. Die Siphonen sind klein, sie können in die Schale eingezogen werden und zeigen nicht Autotomie.

Die Kiemen, welche vorn bei den Mundlappen ihren Anfang nehmen, reichen bei beiden untersuchten Arten nach hinten bis zu den Siphonen. Es besteht bei *Solen* eine Trennung der Mantelkammern und dieselbe ist noch vollständiger ausgeprägt als bei *Pinna*, da bei *Solen* nicht einmal eine Communication zwischen beiden Kammern hinter dem Rumpfe sich findet. Denn die Kiemen, welche am Mantel durch Bindegewebsleisten angewachsen sind, sind sowohl am Rumpfe als auch median unter einander durch sehr auffällige Haftwimperreihen verbunden. Diese Haftwimperreihen erscheinen dem freien Auge als weisslich glänzende Linien. Die Haftwimpern zeigen die von GRÖBBEN¹⁾ bei *Pinna* beschriebene träge spielende Bewegung, welche sich längs der medianen Haftwimperlinie als eine nach hinten hin ziehende Wellenbewegung fortpflanzt.

Die Haftwimpern von *Solen* können ebenso wie die von *Pinna* eine Wiedervereinigung beider Kiemen herbeiführen, wenn diese von einander getrennt werden.

Die Hauptnahrungsströmung verläuft an den unteren Kiemenrändern. Die Rückströmung weist bei *Solen vagina* eine ebenso ansehnliche Entwicklung auf wie bei *Pinna*. Ihr Gebiet beginnt vorn an den Mundlappen und erstreckt sich hier seitlich an der inneren Mantelfläche. Die kleinen Nebenströmungen vereinigen sich in einer durch die Verwachsung beider Mantellappen entstandenen medianen Wimperrinne zu einer nach hinten gerichteten Hauptströmung. Diese Wimperrinne wird durch zwei flache parallele Mantelerhebungen

¹⁾ A. zuerst a. O. pag. 494.

seitlich begrenzt und erstreckt sich von der hinteren Grenze des Rumpfes bis zum unteren Siphos. Die im vorderen Theile des Mantels ziehenden Strömungen verlaufen rechts und links vom Rumpf, und es weist diejenige Strecke, über welche der Fuss beim Ausstrecken und Zurückziehen sich bewegt, keine Wimperung und keine Strömungen auf. Diese Besonderheit ist, ähnlicherweise wie bei *Cyclas* und *Cardium*, eine Folge des Einflusses, welchen die Lage und Grösse des Fusses auf den Verlauf der Rückströmung ausüben. Bei Formen, welche wie *Pinna* und *Mytilus* einen rückgebildeten Fuss besitzen, zieht sich die Rückströmung in nahezu paralleler Richtung mit dem Mantelrand hin.

Durch die Rückströmung gelangen bei *Solen* die Fremdkörper in die Nähe des unteren Siphos, um bei kräftiger Adduction der Schalen durch das heraustretende Wasser entfernt zu werden. Eine grössere Wahrscheinlichkeit für die Entfernung von Fremdkörpern ist somit durch den Umstand gegeben, dass durch die Rückströmung letztere in unmittelbare Nähe der Austrittsöffnung gelangen. Daraus ist ersichtlich, dass, wie schon bei *Cardium* angedeutet wurde, die untere Rückströmung auch bei solchen Formen, die durch Herauspressen ihres Mantelwassers eine Entfernung von Fremdkörpern bewerkstelligen können, einen Dienst leistet dadurch, dass sie die Fremdkörper bis zu einem solchen Punkt führt, von dem aus ihre Entfernung aus dem Mantelraum am leichtesten bewerkstelligt wird.

Bei *Solen siliqua* verhalten sich die Strömungen an der inneren Mantelfläche im Grossen und Ganzen wie bei *Solen vagina*. Eine geringe Abweichung weist nur der Verlauf der unteren Rückströmung in dem Sinne auf, dass dieselbe im vorderen Mantelabschnitt beiderseits längs der freien Ränder des Mantels, welche etwas verdickt sind, verläuft, in der Gegend der ventralen Oeffnung um den Rand dieser letzteren jederseits umbiegt, und erst hinter derselben einen einzigen in der Medianlinie verlaufenden Strom bildet, welcher wie bei *Solen vagina* bis zum Septum des unteren Siphos zieht.

Die unpaare ventrale Wimperrinne, die auch bei *Solen siliqua* (Taf. I, Fig. 5) vorhanden ist, ist durch sehr hohe und kräftige Wimpern ausgezeichnet. Das Epithel zeigt eine dicke Basalmembran, die nur hier und da in Folge der aus dem darunterliegenden Bindegewebe hindurchtretenden Schleimmassen unterbrochen erscheint.

Die Epithelbekleidung besteht lediglich aus Wimperzellen, deren Kerne in der Mitte der Zellen liegen. Die freie Fläche des Epithels besitzt eine homogene Cuticula, unterhalb welcher die Basalkörperreihe der Wimpern parallel mit ihr verläuft.

Schleimdrüsenzellen liegen in dem darunterliegenden Bindegewebe. Ihr Ausführungsgang tritt zwischen die Epithelzellen hindurch. Ihr Inhalt besteht, wie die HOYER'sche Thioninreaction beweist, aus Mucin. Ausserdem enthält das Bindegewebe wie gewöhnlich zahlreiche Bindegewebsfasern und Membranen, sowie durch einen eigenthümlichen Glanz ausgezeichnete Muskelfasern und grössere und kleinere Blutlacunen.

* *

Auch bei *Psammobia*, welche einen ventral offenen Mantel besitzt, der hinten in zwei Siphonen sich auszieht, ist eine untere Rückströmung vorhanden. Dieselbe verläuft an der Innenseite einer am Mantelrande sich befindenden Verdickung und reicht bis zum Ansatz des unteren Siphos.

* *

Nachdem ich die von mir untersuchten Formen einzeln besprochen habe, möchte ich hier nur das kurz zusammenfassen, was sich auf die untere Rückströmung bezieht. Wir haben gesehen, dass die Entfernung der in der infrabranchialen Kammer befindlichen Fremdkörper bei verschiedenen Lamellibranchiatenformen auf verschiedene Weise vor sich geht.

I. Offene Formen, wie *Pecten*, *Lima*, *Meleagrina*, *Anomia*, welche ihre Schale kräftig zusammenklappen und dadurch das Mantelwasser austossen können, entfernen auf diese Weise die im Mantelraume vorhandenen Fremdkörper.

II. Bei anderen Formen dagegen wird die Entfernung von Fremdkörpern aus der infrabranchialen Kammer von der Flimmerung an der inneren Mantelwand besorgt, welche eine längs des Mantelrandes verlaufende Wandströmung nach hinten erzeugt, d. i. die untere Rückströmung. Und zwar führt diese Rückströmung a) entweder ganz nach aussen, indem sie die Fremdkörper bis an die hintere obere Grenze der infrabranchialen Kammer führt (wie bei *Mytilus*, *Arca* und *Pinna*), b) oder aber nur auf einer gewissen Strecke in der Richtung nach hinten, bis zu einer Stelle (gewöhnlich unmittelbar vor dem unteren Siphos), von wo aus die Fremdkörper durch Ausstossen des Mantelwassers (was bei siphoniaten Formen besonders kräftig geschieht) entfernt werden, wie es bei *Ostrea*, *Cardium*, *Psammobia*, den Unioniden und *Solen* der Fall ist.

Der Verlauf der unteren Rückströmung an der Innenfläche des Mantels ist überall durch stark entwickelte Wimperhaare und zahlreiche Schleimdrüsenzellen ausgezeichnet. Bei *Solen*, besonders

aber bei *Pinna*, ist das Strombett der unteren Rückströmung durch eine eigenthümliche Differenzirung des Mantels, nämlich eine Wimperrinne, gekennzeichnet.

In Bezug auf den nachdrücklich hervorgehobenen Unterschied zwischen Wasserströmen und Wandströmungen im Mantelraume der Lamellibranchiaten sei hier auf die Zusammenfassung am Ende des ersten, allgemeinen Theiles dieser Abhandlung verwiesen.

* * *

Am Schluss meiner Arbeit angelangt, erfülle ich die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, dem Herrn Professor Dr. KARL GROBBEN, für die mannigfache Förderung und Unterstützung, welche er meiner Arbeit stets angedeihen liess, meinen innigsten Dank auszusprechen. Herrn Professor Dr. THEODOR PINTNER, der mir bei meinen Untersuchungen freundlichst mit Rath und That beistand, sowie Herrn Privatdocenten Dr. FRANZ WERNER, welcher mir lebendes Unionidenmaterial zur Verfügung stellte, danke ich aufs beste.

Tafelerklärung.

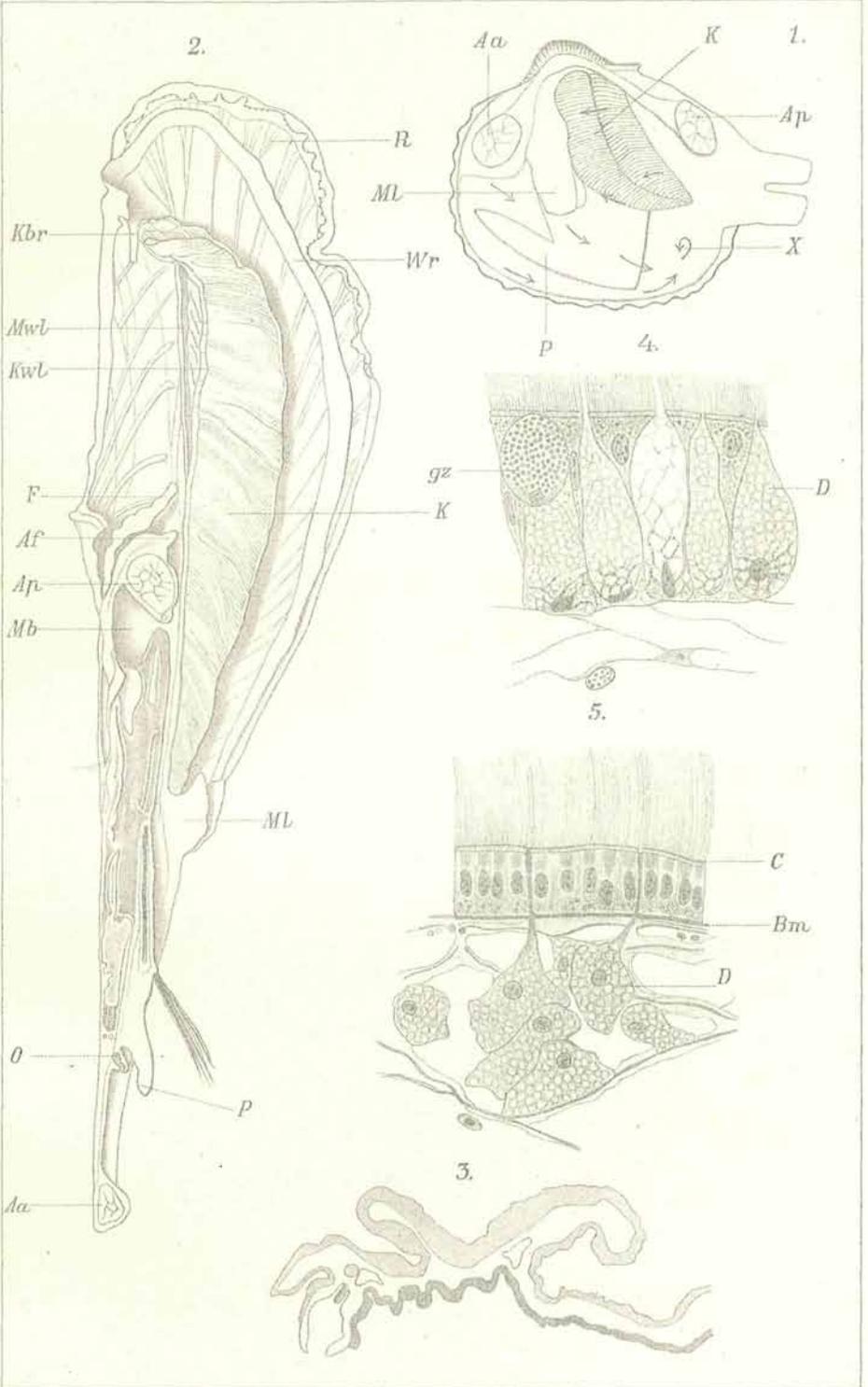
Fig. 1. *Cardium*. Umrisszeichnung, etwas modificirt, nach JOHNSTONE. *Aa*, vorderer Schalenadductor. *Ml*, linke Mundlappen. *P*, Fuss, sehr stark zurückgezogen. *X* bezeichnet die Stelle, bis wohin die untere Rückströmung, welche hier aufhört, die Fremdkörper führt. *Ap*, hinterer Schalenadductor. *K*, Kiemen. Die Pfeile bezeichnen die Richtung der Wandströmungen. Für die nähere Beschreibung vergl. den Text pag. 17.

Fig. 2. Längsschnitt durch *Pinna* in natürlicher Grösse, nach einem Spiritus-exemplar. *Aa*, vorderer Schalenadductor. *P*, Fuss. *O*, Mundöffnung. *Ml*, rechte Mundlappen. *Mb*, die für die Aviculiden charakteristische Mantelraumbucht. *Ap*, hinterer Schalenadductor. *Af*, Afterpapille. *F*, erectiler Fortsatz, sehr stark zusammengeschrumpft. *K*, die rechte Kieme. *Kwl*, mediane Haftwimperleiste, welche beide Kiemen miteinander verbindet. *Mwl*, Haftwimperleiste am Mantel, wodurch die Kieme am Mantel befestigt ist. Die Verbindung ist hier gelöst. *Wr*, die Wimperrinne des Mantels, in welcher die untere Rückströmung verläuft. *Kbr*, die Kiemenbrücke, welche beide Mantellappen verbindet, an der die Kiemenenden durch Haftwimpern befestigt sind. *R*, die Retractoren des Mantels.

Fig. 3. Querschnitt durch den Mantelrand und die Wimperrinne von *Pinna*. Vergr. 30mal. Dunkler schattirt die äussere Mantellamelle, heller die innere Mantellamelle, sowie beide Falten der Wimperrinne. Vergl. den Text pag. 24.

Fig. 4. Einige Zellen aus dem Epithel der Wimperrinne von *Pinna* im Querschnitte. Vergr. ca. 600mal. *gz*, grobkörnige Zelle. *D* Schleimdrüsenzelle. Vergl. den Text pag. 24, 25.

Fig. 5. Einige Zellen aus der Wimperrinne von *Solen siliqua* im Querschnitte. Vergr. ca. 600mal. *C*, homogene Cuticula. *Bm*, Basalmembran. *D*, Schleimdrüsenzelle. Vergl. den Text pag. 28, 29.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Stenta Mario

Artikel/Article: [Zur Kenntniss der Strömungen im Mantelraume der Lamellibranchiaten. 211-240](#)