ler[1]) — aufgewunden, als die megalosphärischen Schalen. Wegen der kleinen Embryonalkammer hat man sie als mikrosphärische Formen bezeichnet.

Wie aus den Schwärmern die mikrosphärischen Schalen ihren Ausgang nehmen, ist im Einzelnen noch nicht sichergestellt, wenn auch nach den vorliegenden Thatsachen (vgl. Schaudinn) an die Herkunft der mikrosphärischen Schalen von den Schwärmern an sich nicht zu zweifeln ist. Lister[2]), dem wir neben Schaudinn die Aufklärung über die Fortpflanzungsverhältnisse der Foraminiferen zu danken haben, hat die Vermutung ausgesprochen, dass die Schwärmer miteinander konjugieren, bevor sie die mikrosphärische Schale aufzubauen beginnen; ich habe mich[3]), weitere Gründe beibringend, dieser Vermutung Lister's angeschlossen. Schaudinn hat die Kopulation von Schwärmern direkt bei dem zwar nicht zu den Foraminiferen selbst gehörigen aber ihnen doch nah verwandten und ebenfalls eine doppelte Fortpflanzungsweise besitzenden Hyalopus[4]) beobachtet.

Es ist also sehr wahrscheinlich, dass auch die zuletzt angeführten Foraminiferen abwechselnd eine Vermehrung ohne Konjugationserscheinungen und eine Vermehrung, bei der Konjugation stattfindet, in mehr oder minder regelmäßigen Zeitperioden durchmachen.

(Viertes Stück folgt.)

Ueber die Bewegung der Lungenschnecken, ein Wort der Entgegnung.

Von Dr. **H. Simroth**.

Als ich vor achtzehn Jahren mich mit schwerem Herzen entschloss, die Theorie von den extensilen Muskelfasern, die sich mir bei der Untersuchung der Schneckenlokomotion aufgedrängt hatte, zu veröffentlichen, geschah es in der Hoffnung, zur Nachprüfung des nicht eben leichten Problems anzuregen, und in der Erwartung, auf vielfachen Widerspruch zu stoßen. Im Allgemeinen hat wohl inzwischen die morphologische Seite der Zoologie, speziell die Malakozoologie, die besten Kräfte absorbiert; und was für physiologisch-biologische Fragen frei bleibt, findet an den elementarsten Vorgängen noch so viel zu thun, dass für die Beschäftigung mit einer speziellen und beschränkten physiologischen Ausprägung zunächst kaum Zeit bleibt. Gelegentlich ist wohl einmal meine Theorie erwähnt und mit ein paar Zeilen nebenbei abgethan worden, aber eben nur nebenbei und flüchtig und dann an Objekten, welche meiner Meinung nach in keiner Weise

1) Verhandl. der deutsch. zool. Gesellschaft, 1897.

2) Phil. Trans. Roy. Soc. London, Vol. 186, 1895, p. 401—453.

3) Zool. Centralblatt, S. 449.

4) Sitzungsber. Gesellschaft naturf. Freunde, Jahrg. 1894, Nr. 1, Nr. 21.

zu einer entscheidenden Antwort geeignet sind, so von Graber, Haller, Thiele. Ich glaube aber das Gebiet nach seinen Grenzen so weit durchschritten und abgesteckt zu haben, dass es zum mindesten notwendig ist, sich auf demselben gründlich zu orientieren, bevor man sich mit flüchtigen allgemeinen Vorstellungen über die Schwierigkeiten hinweghilft. Da begrüßte ich denn die Arbeit von Dr. Car[1]), welche in ausführlicherer Weise auf das Thema eingeht, mit Freuden. Leider aber finde ich bei genauer Lektüre, dass sie für mich nicht überzeugend sein kann; und so wenig ich ein Freund überflüssiger Fehden bin und zumeist die Zurückweisung eines kritischen Angriffs der klärenden Zeit überlasse, so möchte ich in diesem Falle doch nicht schweigen, damit auch nicht ein „consentire videtur" aufkommen könne.

Herr Car hat die Liebenswürdigkeit, meinen Schluss, dass die Längsmuskulatur auch bei der Lokomotion der Limnaeen die Hauptsache leistet, ausdrücklich anzuerkennen, sie soll aber durch dorsoventral gerichtete Fasern auf das Wesentlichste unterstützt werden. Den Kernpunkt indess übergeht er, er betont nicht, dass diese Längsfasern nach seiner Auffassung wie gewöhnliche Muskeln kontraktil sind, nicht aber, wie ich annehmen zu sollen glaubte, extensil, dass sie sich also auf Reiz verkürzen und nicht verlängern. Er hält bloß eine Hypothese in meiner Ableitung für bedenklich, die Myosingerinnung nämlich, und darauf möchte ich zunächst eingehen.

Für mich war an und für sich diese Gerinnung vollständig nebensächlich, oder kam doch in zweiter Linie. Das erste war die durch die verschiedensten Untersuchungen und Ueberlegungen gewonnene Ueberzeugung, dass nur, wie schon die älteren französischen Arbeiten annehmen, die Längsmuskeln das Gleiten besorgen können. Da aber dieses in einer unausgesetzten Verlängerung der Sohle am Vorderende besteht, bei entsprechender Verkürzung am hinteren, so blieb nur übrig, diese Längsmuskeln, entsprechend dem von hinten nach vorn über die Sohle gleitenden Wellenspiel, für extensil zu halten, so dass sie sich stetig vorn verlängern und hinten verkürzen.

Der Versuch, dieses auffällige Verhalten mit den allgemeinen Muskeltheorien in Einklang zu bringen, führte dann weiter zur Zuhilfenahme der Myosingerinnung. Auch wenn ich darin mich geirrt haben sollte, würde ich erst durch neue durchschlagende Argumente dazu gebracht werden können, die Annahme von der Extensilität aufzugeben. Die Gerinnung aber habe ich herangezogen, weil sie sich von allen Einzelerscheinungen des thätigen Muskels am schärfsten dokumentiert. Ueber Muskelwirkung als den energischsten Ausdruck tierischer Wesenheit eine begründete Ansicht zu entwickeln, gehört

1) Dr. Lazar Car in Agram, Ueber den Mechanismus der Lokomotion der Pulmonaten. Diese Zeitschrift, XVII, 1897, S. 426—438.

bekanntermaßen zu den schwierigsten Problemen schlechthin, die man ohne Ueberhebung den entwicklungsmechanischen Ableitungen an die Seite stellen darf; und man kann mit Verworn recht wohl darauf hinweisen, dass es ungefähr so viel Muskeltheorien giebt als Muskelforscher. Ich bin absichtlich dieser Schwierigkeit möglichst aus dem Wege gegangen und habe nur an die Gerinnung als an das Phänomen mich gehalten, das man am leichtesten bei jeder Muskelkontraktion wahrnimmt und das sich, wie ich glaube, nirgends besser ad oculos demonstrieren lässt, als an geeigneten Schneckensohlen, namentlich der von *Limax maximus* in seinen massenhaften Varianten. Die Gerinnung ergiebt sich aus der Erhärtung jedes thätigen Muskels so gut, wie aus der Totenstarre, beim *Limax* aber trennt sich die durchscheinende Substanz der weißen Muskelsohle in dem Augenblick, wo die Wellen entstehen, augenblicklich in eine fast durchsichtige Grundsubstanz und in die Wellen, die so gut wie undurchsichtig sind und in dem Kanal, den die Mittelsohle darstellt und der oben von der Fußdrüse und von Quermuskelschichten überdeckt wird, als feste Querbrücken erscheinen, die nach vorn fortschreiten. Sie werfen einen Schatten im Innern der Sohle, bald nach vorn, bald nach hinten, je nach dem Standpunkt der Lampe oder Lichtquelle. Mehr Schwierigkeiten macht schon die Annahme, dass der eigentliche Charakterstoff, auf dem die Gerinnung beruht, bei der Koagulation einen größeren Raum einzunehmen strebt, ähnlich dem Wasser. Doch scheint die eigentümliche Aufquellung jedes Muskels und jeder Muskelfaser im Moment der Thätigkeit kaum besser erklärt werden zu können als durch die Vorstellung, dass eine in ein Rohr eingeschlossene, ihr Volumen vergrößernde Substanz sich der Kugelform zu nähern strebt, d. h. innerhalb derselben Umhüllung einen möglichst großen Raum einnimmt; denn die Kugel hat von allen Körpern mit demselben Inhalt die kleinste Oberfläche. Für die Art, wie ich bei schneller Leitung des Nervenreizes die Verkürzung des Muskels, bei langsamer aber die Verlängerung ableitete, und wie sich die langsame Nervenleitung aus der Geschwindigkeit der Wellen ergab, muss ich auf meine früheren Arbeiten verweisen; erwähnen will ich das einigermaßen parallele, aus der Physiologie bekannte Phänomen, dass ein übermäßig belasteter Muskel auf einen Nervenreiz hin sich gleichfalls verlängern kann anstatt sich zu verkürzen.

Bei dem allen habe ich schon eine Voraussetzung gemacht, welche auf Herrn Car's Untersuchungsgang nicht zutrifft, ich habe mich nämlich auf Stylommatophoren bezogen, anstatt auf Basommatophoren. Das ist aber für die Beurteilung in erster Stelle maßgebend. Ich wenigstens habe meine Untersuchungsmittel für unzulänglich erklären müssen, an irgend einer Wasserschnecke die Mechanik des lokomotorischen Wellenspiels aufzuhellen. Die einzigen Formen, bei denen

man auf Erfolg rechnen kann, sind die, welche die verschwommenen Wellen, die sich ursprünglich mehr oder weniger diffus über die ganze Sohle ausbreiten, auf einer höheren Arbeitsteilung in eine bestimmte Anzahl regelmäßig verteilter Querwellen zusammenfassen. Das geschieht aber nur unter dem Einflusse des Landlebens, bei dem die ganze Körperlast zu bewegen ist, während das Wasser den allergrößten Teil des Körpergewichtes trägt und mithin an den Bewegungsmechanismus viel geringere Anforderungen stellt. Schon aus diesem Grunde haben wir uns nur an die Stylommatophoren zu halten und unter diesen wieder an diejenige Gruppe, welche die Differenzierung in der Sohle am weitesten getrieben hat, an die Aulakopoden, welche die Seitenfelder von dem mittleren lokomotorischen durch Längsrinnen scharf abgrenzen. Zu ihnen gehört aber bekanntlich *Limax*. Nur bei derartigen Formen halte ich eine eingehende Erörterung für ersprießlich, weil es nur hier möglich ist, die Untersuchung bis zu der Schärfe zwingender Beweisgründe durchzuführen.

Alle übrigen Vorstellungen können meiner Meinung nach weiter nichts sein als mögliche Kombinationen, die man schwerlich über ihren Wahrscheinlichkeitswert hinaus diskutieren kann. Wenn ich mich auf eine kurze Auseinandersetzung mit Herrn Car's Anschauung einlasse, so geschieht es hauptsächlich, um ihre Unwahrscheinlichkeit zu erweisen. Denn so viel ich sehe, halten die einzelnen Faktoren, aus deren Zusammenwirken er die Lokomotion herleitet, vor genauerer Prüfung nicht Stand. Er nimmt erstens die oben erwähnten dorsoventral gerichteten Fasern zu Hilfe, und zwar solche, die bei *Limnaea* überall in der Sohle vorhanden sein sollen, ohne mit dem System des von der Spindel ausstrahlenden Retraktors zusammenzuhängen. Es mag schwer sein, bei der Schlammschnecke die einzelnen Muskelbündel genau auf ihren Ursprung zurückzuführen, da weder die Wellen geordnet, noch der Spindelmuskel kräftig aus der Haut herausgeschält ist, wie bei den Stylommatophoren. Ich verweise daher auf die Abbildung, die ich von der Fußmuskulatur des *Limax cinereoniger* gab, und die im Großen und Ganzen an die Verhältnisse der Turbellarien, welche in der Bewegung den Gastropoden am ähnlichsten sind, erinnert (Ztschr. f. wiss. Zool. XXXII T. XVI). Hier sehen wir hauptsächlich über dem Epithel der Mittelsohle Längsmuskelbündel, diejenigen, welche ich als lokomotorisch und extensil deute, sodann vereinzelte Längsmuskelbündel im ganzen Fuß zerstreut, welche die seitlichen Biegungen des Körpers oder die Verkürzung der ganzen Schnecke bewirken, sodann ein System von dorsoventralen Bündeln, die auf beiden Leibesseiten herabsteigen, so dass jedes System, das der rechten wie der linken Körperhälfte, über die ganze Sohlenbreite weg ins Epithel ausstrahlt. Es werden also allemal diejenigen Bündel welche am meisten nach der Mediane zu liegen und die Leibeshöhle

begrenzen, am weitesten nach der Gegenseite abgelenkt. Somit haben wir unter der Leibeshöhle in der Mitte lediglich schräge Bündel, welche sich von links und rechts kreuzen. Am lebenden Tiere finden diese Bündel einen beredten Ausdruck in einer eigentümlichen Retraktion der weißen Mittelsohle, welche vollständig zwischen den einander bis zur Berührung sich nähernden schwarzen Seitenfeldern verschwindet. Von eigentlich dorso-ventralen Muskeln ist in und über der ganzen Mittelsohle nichts zu spüren. Wenn aber bei dieser hochdifferenzierten Gleitsohle die Lokomotion ohne dorsoventrale Fasern zu stande kommt, so ist ein gleiches auch für die Limnaeensohle zu fordern; zum mindesten ist nicht ohne zwingenden Grund anzunehmen, dass sich hier eine Ausnahme vorfindet.

Der zweite Punkt ist noch leichter zu erledigen. Herr Car hat offenbar die Limnaeen auf ihre Wellen nur beim Gleiten an der Oberfläche beobachtet, er hat sie nicht an der Glasfläche untersucht. Das würde auch nicht viel geholfen haben, denn man sieht dann an der Sohle nichts besonderes. Bei der in umgekehrter Lage schwimmenden Schnecke aber lässt sich in keiner Weise beurteilen, ob die Wellenberge oder die Thäler auf die gerade wirksamen Muskeln fallen. Da muss man wieder zu den Stylommatophoren greifen. Und doch hätte vielleicht auch die Beobachtung jeder Wasserschnecke gezeigt, dass die gleitende Sohlenfläche am Glase sich hinschiebt, ohne dass an irgend einer Stelle, worauf gerade das wunderliche Gleiten beruht, eine Lösung von der Unterlage statthat, ein Zwischenraum sich bildet. Sobald aber ein kontinuierlicher Zusammenhang zwischen Sohlenfläche beim Kriechen erhalten bleibt, fallen Herrn Car's Deduktionen, die mit einer durch die dorsoventralen Muskelfasern bewirkten Abhebung einzelner Sohlenpunkte rechnen, von selbst in sich zusammen.

Nun liegt mir nichts ferner, als eine absprechende Kritik von Herrn Car's Arbeit. Mir scheint nur, worauf es hier vor allem ankommt, dass er sich im Objekt vergriffen hat. Und darauf möchte ich im Interesse weiterer Studien, zu denen anzuregen mir am Herzen liegt, hinweisen. Wer die Gastropodenlokomotion studieren will, muss zu Stylommatophoren greifen, bei denen die höchst eigenartige Bewegung des Gleitens, die — von dem Wimperspiel niederer und kleinerer Tiere abgesehen — nur noch bei Landplanarien in ähnlicher Vollkommenheit vorkommt, ihren höchsten Ausdruck gefunden hat, er muss die Wellen an der frei gehaltenen Sohle studieren, um ihr Hervortreten über den Körperumriss hinaus zu erkennen (im Gegensatz zu Herrn Car's Vorstellung), er muss am Glase kriechen lassen, um die Fläche mit den Wellen klar beobachten zu können, er muss Aulakopoden nehmen, um ein pigmentfreies lokomotorisches Feld beobachten zu können, er muss ferner Gehäuseschnecken mit Belastung arbeiten lassen, um einerseits den Ursprung der lokomo-

torischen Wellen und ihr Verhältnis zum Nervensystem (— das Phänomen der „stabilen" Wellen —), andererseits die Wirkung des Spindelmuskels zu studieren, und zwar jeden Faktor experimentell getrennt. Soweit bin ich, wie ich glaube, früher mit aller Bestimmtheit gekommen, und trotz manchen Nachdenkens sehe ich noch keinen andern Weg. Vielleicht könnte man den experimentellen Einblick dadurch noch etwas weiter treiben, dass man sich an tropische beschalte Aulakopoden wendete, große Zonitiden u. dgl.; vielleicht bietet schon die südosteuropäische Gattung Zonites selbst einen passenden Angriffspunkt. Indess sind mir doch keine derartigen bekannt, außer den kleinen Vitrinen u. dergl., die ein so vollkommen pigmentloses lokomotorisches Feld besäßen wie die echten Limaces, die in dieser Hinsicht geradezu ideal sind.

Wenn ich zwei Punkte präzisieren darf, welche durch histologische Analyse und Experiment zunächst noch festzustellen sind, so weise ich auf folgende hin: den Anteil der Blutschwellung und das Verhalten des lokomotorischen strickleiterförmigen Nervennetzes. Dass die Hämolymphe zur Schwellung der Sohle mitwirkt, ist sicher, bei den Vaginuliden gelang der Nachweis der Stauung am deutlichsten (Simroth, Ueber einige *Vaginula*-Arten, Zool. Jahrb. Abteilung f. System. etc. V); aber es ist in keiner Weise aufgeklärt, ob und inwieweit Schwellung bei der Erzeugung der einzelnen Welle mitwirkt. Bezüglich des Nervensystems, das völlig automatisch-sympathisch wirkt, so lange das Gleiten anhält, ließe sich vielleicht das Centrum feststellen, welches das Spiel auslöst und es dann wieder hemmt und seinen Gang unterbricht. Die experimentelle (und histologische) Untersuchung müsste wohl die Pedal- und die Pleuralganglien ins Auge fassen.

Auf einige kleine Missverständnisse Herrn Car's bezüglich des leichteren Problems, wie die Schnecken an der Oberfläche des Wassers hingleiten, als wenn sie fest wäre, muss ich noch eingehen. Es sind seit meiner Erörterung des Themas, die bei der Untersuchung der Lokomotion nebenbei mit abfiel (Zeitschr. f. wiss. Zool. XTXVI), eine Anzahl Arbeiten über den Gegenstand erschienen, meist ohne meine Darstellung zu kennen. So viel ich weiß, ist neues dadurch nicht weiter hinzugefügt worden. Ich brauche wohl die Abweichungen in Herrn Car's Auffassung nicht im einzelnen anzuführen. Das Vermögen läuft auf ein von der Sohlenfläche abgeschiedenes Schleimband hinaus, das dem der Landschnecken vollkommen entspricht. Nur muss die Schnecke gelernt haben, ihren Fuss an der Oberfläche auszubreiten. Das Band, der Schwimmer, haftet stets in ganzer Länge an der Sohle und rückt nur hinten über dieselbe hinaus, im Verhältnis der Abscheidung. Das Schleimband wird zunächst nicht vom Wasser benetzt, sondern schwimmt auf dem Wasser, ohne eine Wasserschicht über

sich zu haben. Je länger der Schwimmer wird, um so größer ist die Stabilität. Im Anfang, wo er noch nicht über das Hinterende hinausragt, also wo noch kein freier Schwimmer vorhanden ist, hat die Schnecke natürlich die meisten Schwierigkeiten und sinkt bei bewegtem Wasser leicht unter. Sie lässt ihre nach oben gekehrte Sohlenfläche trichter- oder kahnförmig einsinken, was vermutlich rein unwillkürlich durch den Zug des Spindel- oder Schalenmuskels bewirkt wird, da es demselben noch an einer Fläche fehlt, an der er sich ausbreiten könnte. Die Einsenkung drückt aber das spezifische Gewicht herab.

Selbstverständlich ist sie von der Schleimschicht ausgekleidet, nicht aber von einem losgelösten Bande überdeckt. Genau wie sich viele Landschnecken an dem Sohlenschleimbande, das immer als Spur hinter ihnen zurückbleibt, mehr oder weniger hoch von Gegenständen durch die Luft herablassen können, je nach ihrer Schwere, sowie nach der Menge und Zähigkeit des Schleims, können sich viele Wasserschnecken an einem Schleimband, das sich mehr fadenartig auszieht, in die Tiefe lassen; und wenn sie von einer untergetauchten Wasserpflanze zur andern übergehn, bleibt ebenso ein Band als Schleimspur, das sich wohl auch von manchen Haftpunkten loslöst und freier ausspannt. Schwimmer und untergetauchte Bänder können von der erzeugenden Schnecke so gut wie von anderen als Unterlagen beim Kriechen benutzt werden. Das Schicksal der Schleimbänder ist jedenfalls, allmählich im Wasser aufzuquellen und somit zu verschwinden. Wie lange sie sich in ihrer Kontinuität nachweisen lassen, ist wohl noch nicht festgestellt. Schließlich mag noch bemerkt werden, dass es systematische Grenzen für das Schwimmvermögen innerhalb der Gastropoden, soweit sie Gleitsohlen haben, nicht zu geben scheint. Wenn die Last nicht gar zu groß ist, wenn das Wasser ruhig bleibt und der Schleim reichlich genug fließt, vermögen nicht bloß die Wasserlungenschnecken an der Oberfläche zu kriechen, als ob sie Balken hätte, sondern selbst relativ so enorm schwere Formen wie *Neritina* und *Conus*.

Leipzig. Im Oktober 1897. [117]

Zur Frage der Extremitätenhomologie.

Von Dr. **P. Eisler.**

Qui tacet, consentire videtur, — in diesen Verdacht möchte ich nicht geraten, nachdem Herr Prof. Stieda letzthin[1]) wiederum für seine neue Theorie der Extremitätenvergleichung energisch eingetreten ist und meine ebenso wie Melzer's Auffassung — „eigentlich nur

1) Ueber die Homologie der Brust- und Beckengliedmaßen. Diese Zeitschrift, Bd. XVII, Nr. 20.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: 18

Autor(en)/Author(s): Simroth Heinrich Rudolf

Artikel/Article: Ueber die Bewegung der Lungenschnecken, ein Wort der Entgegnung. 86-92