© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Entwicklung der sogenannten Lungen bei den Arachniden und speciell bei Trochosa singoriensis Laxm., nebst Anhang über die Crustaceenkiemen.

Von

Dr. A. Jaworowski in Lemberg.

Mit Tafel III und 2 Textfiguren.

Die Entwicklung der sogenannten Lungen der Arachniden war wegen der bei den Untersuchungen sich darbietenden Schwierigkeiten ungenau und nur theilweise ermittelt. Dies veranlasste, dass verschiedene Forscher theils auf dem vergleichend-anatomischen, theils auf dem entwicklungsgeschichtlichen, allenfalls mit Hypothesen verknüpften Wege über ihr Wesen und Enstehungsweise zum richtigen Schlusse gelangen wollten.

Leydig (18, p. 390) sagt bereits: »Was die sog. Lungen der Spinnen betrifft, so hat bereits Leuckart (17) mit aller Bestimmtheit ausgesprochen, dass diese Organe nichts Anderes sind als modificirte Tracheen. Ich sehe, dass der feinere Bau vollkommen der gleiche ist . . . . . «.

O. Schmidt (28, p. 185) spricht sich diesbezüglich folgendermaßen aus: »Als eine Modifikation eines Büschels platter, unverästelter Tracheen kann man die sog. Lungen der Scorpioniden, Phryniden und Araneen betrachten, die eine auf der Lokalisirung des Apparates beruhende, oberflächliche Ähnlichkeit mit den gleichnamigen Organen der Wirbelthiere haben. Die Höhlungen (acht bei den Scorpioniden, vier bei den Phryniden und Mygaliden, zwei bei den übrigen Araneen), welche paarweise in den Hinterleibssegmenten liegen, und deren jede mit einer Spaltöffnung mündet, entsprechen den längeren oder kürzeren Stämmen, von denen die platten, bandförmigen, unverästelten Tracheen entspringen. Letzteren aber sind die blätterförmigen und ihrer Form wegen fächerförmig geordneten Hautduplikaturen, aus Chitin bestehend,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

homolog, welche auf der konvexen Fläche der Höhlen stehen, so dass von den Höhlen aus die Luft in sehr dünnen Schichten zwischen die Lamellen der einzelnen Blätter eindringt.«

Gleiche Anschauungen, dass die Höhlung der Tracheen den Hauptstamm, die Lamellen die Tracheenzweige bilden, finden wir in Lehrbüchern vor.

Dass der auf dem anatomisch-vergleichenden Wege gezogene Schluss ein unrichtiger zu nennen ist, ergiebt sich aus unseren entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen. Erwähnt sei jedoch vorerst, dass die Embryologen, die die Entwicklung der sog. Lungen verfolgten, über ihre Entstehungsweise verschiedener Meinung sind. Herold (9, Taf. I, Fig. 38), dem ältesten Spinnenembryologen, sowie Claparède (7, p. 58) war es bereits bekannt, dass die Bildung der sog. Lungen im embryonalen Zustande stattfindet, sie geben jedoch über ihre Entwicklung nichts Näheres an. Salenski (24) glaubt, dass die Bildung der sog. Lunge in Folge der Einstülpung des Abdominalanhanges zu Stande komme und eben so Bruce (6, p. 26), der wohl zuerst ein gewisses Stadium der Lungenentwicklung, namentlich die Lamellenbildung beobachtete, aber meint, dieselbe auf Grund Lankester's Theorie (15) der Entstehung der Lungen durch Einstülpung der Kiemen erklären zu dürfen. Locy (19, p. 89), Morin (23, p. 65) und Kishinouye (13, p. 70) führen richtig an, dass die sog. Lungen bei den Spinnen ektodermalen Ursprungs sind, sie geben jedoch nicht genau an, wie die einzelnen Lamellen derselben sich entwickelt haben. Gleicher Ansicht sind Metschnikoff (21, p. 225), Kowalewski und Schulgin (14, p. 532) bezüglich der Entstehung der Lungen aus dem Ektoderm, — der Erstere aber hebt auch hervor, dass beim Skorpion die Wandungen sich einfalten und auf diese Weise die Lamellen zu Stande kommen. Schimkewitz (25, p. 62 und 26, p. 316) gebührt das Verdienst, ein bestimmtes Stadium einer Embryonaltrachee, aus der sich die Lunge entwickelt, beobachtet zu haben. Dies sind seine eigenen Worte: »Mais les poumons des Araignées, qui se developpent par invagination de l'ectoderme, présentent pendant la vie embryonaire des vraies trachées en faisceaux, dont le tronc principal se divise en cinq branches secondaires, plongées dans la lacune sanguine.« Eine gleich ähnliche Angabe bezüglich der Lungentracheen findet sich auch in seiner letzten Arbeit (27, p. 561), welcher auch eine Zeichnung Fig. 1 auf Taf. XXII beigeschlossen wird. — Die Art und Weise also, wie aus den Embryonaltracheen die sog. Lungen sich entwickelt haben, blieb bis jetzt unermittelt, und dies hatte zur Folge, dass man ihre Entstehung nicht mehr aus den Tracheen, sondern aus den Kiemen eines Limulus ableiten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wollte [v. Beneden (3 und 4), Milne-Edwards (22), Lankester (15), Kingsley (12), Bruce (6), MacLeod (20), Kishinouye (13), Laurie (16) u. A.].

Eingehende Untersuchungen bezüglich der Entwicklung der sog. Lungen der Arachniden führten mich zu folgenden Resultaten:

Nach der Reversion des Embryo von Trochosa singoriensis ist der Athmungsapparat, die sog. Lunge, bereits angelegt. An Sagittalschnitten späterer Stadien in ventro-dorsaler Richtung findet man am vorderen Theil des Abdomens unter dem Anhang des ersten Abdominalpaares gewöhnlich eine sackartige Einstülpung, deren Wände einander dicht anliegen. An etwas dickeren Schnitten gewahrt man jedoch, dass diese sackartige Einstülpung in der Dorsalrichtung sich verengt und in eine Röhre übergeht (Taf. III, Fig. 1), wie ich schon in meiner vorläufigen Mittheilung (11) zur Kenntnis brachte. Die sackartige Einstülpung bildet daselbst den Vorraum, die Röhre, in die derselbe übergeht, den Hauptstamm, und dieser wieder endigt, wie an den Schnitten ersichtlich, in zwei der Länge nach durchschnittenen Ästen, und noch einen dritten, der seitwärts gegen das Rückengefäß verläuft und daselbst weitere Zweige bildet.

An einem anderen Schnitte, Fig. 2, Taf. III bemerkt man ähnliche Verhältnisse, doch ist der Hauptstamm etwas kürzer und endigt mit wenigstens fünf Ästen, die sich im weiteren Verlaufe verzweigen.

An ziemlich dicken Schnitten ist es ersichtlich, dass der Hauptstamm immer in ein Büschel von Ästen übergeht, die in Folge ihrer Durchsichtigkeit und äußerst zarter Wandungen den Verlauf genau zu verfolgen schwer zulassen. Aus diesen und anderen Schnitten ist es jedoch klar, dass die sog. Lungen der Spinne im embryonalen Zustande vielfach verzweigte Tracheen sind, auf welche Thatsache, wie oben bemerkt, Schimkewitz zuerst hinwies.

Es sei hier von vorn herein bemerkt, dass die Tracheenäste nicht mit den Septalbändern zu verwechseln sind, da die ersteren im weiteren Verlauf von der Richtung derselben nach vorn ziemlich stark abweichen.

Um nun weiter die Frage, wie die sog. Lunge der Spinne aus der Embryonaltrachee mit der Zeit sich entwickelt haben mag, zu beantworten, müssen wir vor Allem den allgemeinen Bau und die Entwicklung einzelner Bestandtheile näher in Betracht ziehen.

Der Vorraum, zu dem die Stigmenöffnung unter dem Anhang des ersten Abdominalpaares führt, wird stark in die Quere erweitert; er bildet mit dem Hauptstamme einen Trichter. In dieser Erweiterung des Vorraumes gewahrt man bei gewöhnlicher Betrachtung senkrecht zum Tracheenverlauf mehrere Zellreihen, deren Zellkerne deutlich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hervortreten. Gewiss nur diesen Theil der Embryonaltrachee hat Locy (19, p. 89) beobachten können, wenn er schreibt, dass: »In sagittal sections of early stages the lungs appear as oblong plates of cells, the large oval nuclei of which are arranged in parallel rows (Pl. XI, Fig. 73)«, und ebenso konnte auch Morin (23, p. 65 Fig. 27 und 31, Taf. II) veranlasst gewesen sein, an schiefen Querschnitten des Abdomens mit Recht anzunehmen, dass in der ektodermalen Einstülpung insbesondere am inneren blinden Ende die Zellen in mehreren Kreisen geordnet sich vorfinden. — An Frontalschnitten sehen wir, dass diese Theile mehr oder weniger trapezförmig sind und im Abdomen einen beträchtlichen Raum einnehmen und dass ihre Querausdehnung zur Längsache des Körpers eine geneigte ist (siehe Fig. 7, Taf. III). Bei näherer Betrachtung treten bei Heben und Senken des Mikroskoptubus neue Zellreihen zwischen den bereits existirenden auf, ja es kommen zuweilen Zellen zum Vorschein, die an den Grenzen dieser Zellreihen zerstreut liegen. Bei genauer Orientirung gelangt man zum Schluss, dass diese Zellreihen durch parallele Einfaltungen der Vorraumwand entstanden sind, — in jüngeren Entwicklungsstadien der Embryonaltrachee hingegen sehr schwach angedeutet sind. Dass die Wand des Vorraumes, abgesehen von der cuticularen Innenwand einfach und nicht mehrschichtig ist, wie es Morin annimmt, überzeugen uns insbesondere die Frontalschnitte. Daselbst sieht man ganz deutlich (Fig. 3—5, Taf. III) die einschichtige Lagerung der Zellen und die Faltung der aus ihnen gebildeten Haut, — die somit einer gefalteten Epithelmembran der Trachee entspricht. Die specielle Beobachtung an Sagittalschnitten ergiebt weiter, dass die Bildung der Falten, d. i. der Lamellen an der zunächst der Körperoberfläche gelegenen Wand in allen Fällen zuerst beginnt (Fig. 1 und 2, Taf. III), von da allmählich gegen den Hauptstamm der Trachee vorrückt, — und endlich ganz aufhört. Man findet daher an entsprechenden Schnitten bisweilen verschiedene Übergangsstadien wo die Außenlamellen zuweilen vollkommen entwickelt sind, während die Innenlamellen nur durch Zellreihen repräsentirt werden. Die Frontalschnitte (Fig. 3, Taf. III) hingegen beweisen, dass der Beginn der Lamellenentwicklung im Vorraume vorn, d. i. der dem Oralpol zugewendeten Seite stattfindet, und von da nach hinten stufenweise Übergänge bildet, bis die Zellen ebenfalls wie in Reihen (in Folge der schwachen Faltung der Vorraumwand) geordnet sind. Es ergiebt sich daraus, dass die Thätigkeit der meist energischen Faltung der Vorraumwand vorzüglich nahe der unteren Körperoberfläche, doch vorn beginnt, also nothwendigerweise an jener Stelle, wo dem Athmungsorgane das Blut in großem Maße zugeführt wird. — Diese Beobachtung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

stimmt zum Theil mit Angaben von Morin (23, p. 65, überein. Ihm gelang es zuerst zu konstatiren, dass die Bildung der respiratorischen Lamellen nicht überall gleichzeitig beginnt, und dass solche an der der Deckplatte zugewendeten Seite in der Entwicklung bereits weiter vorgeschritten waren. Auch Bertkau (5, p. 211 und 212) dürfte einen ähnlichen Fall vor sich gehabt haben. Es heißt bei ihm: »Mit dem Wachsthum der Spinne wächst auch der Luftsack und zwar stärker als das Stigma, so dass seine Spitze bald weit von demselben entfernt ist. Die erste Anlage eines Fächers zeigt sich in Auftreibungen des Bodens des Luftsackes, von diesen die jedesmalig jüngste dicht neben der nächst älteren entsteht und durch Intussusception neuen Bildungsmaterials wächst.« Um indessen die Frage, wer die Faltung der Vorraumwand bei den Spinnen zuerst beobachtet hatte, zu beantworten, möchte ich dieses Verdienst Bruce (6) zuschreiben. Derselbe stellt mittels Fig. LXXIX' Taf. VI einen Schnitt vor, an dem man im Inneren der Einstülpung eine schön entwickelte Falte (respiratorische Lamelle) sieht, die er mit *L'* bezeichnet, er hat sie jedoch in Folge der Annahme der Lankester'schen Theorie der Entstehung der sog. Lungen aus den Kiemen nicht richtig gedeutet.

Zur Bildung einer respiratorischen Lamelle meint MacLeod (20, p. 8), Locy (37, p. 90) und eben so Kishinouye (13, p. 69), sind zwei Reihen von Zellen erforderlich, die die Wände eines hohlen Sackes bilden. Es ist wahr, dass die Wände der durch Faltung entstandenen Lamelle im optischen Querschnitt wie aus zwei Reihen von Zellen gebildet erscheinen (Fig. 5) und deren Kerne je nach dem Alter der respiratorischen Lamelle einander mehr oder weniger genähert sind, doch darf man nicht außer Acht lassen, dass der Vorraum, der einen Theil der embryonalen Trachee bildet, außerdem noch eine zweite Lage hat, die chitinöse Membran. MacLeod und Locy, denen die Entwicklung der respiratorischen Lamelle durch Faltung noch nicht bekannt war, sind der Ansicht, dass die Lamellarzellen eine dünne Chitinlage ausscheiden. Der Letztere schreibt: »The outer surface of each lamella is covered with a continuous thin chitinous secretion from these cells« und unterscheidet eben so wie MacLeod vorher an einer respiratorischen Lamelle zwei sie zusammensetzende chitinöse Membranen, eine Rücken- und eine Ventralmembran, die sich von einander im Wesentlichen dadurch unterscheiden, dass die Ventralmembran glatt und gleich dick ist, während die Dorsalmembran vorzüglich an den Rändern zahnähnliche Vorsprünge besitzt, die auf der anderen nicht anzutreffen sind. — Hiermit stimmen meine Untersuchungen nicht überein. Ich finde vielmehr, und dies bei den noch nicht ausgeschlüpften Embryonen, dass sowohl die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Außen- als auch die Innenseite (Rücken- und Ventralmembran MacLeod's) einer jeden Lamelle, die durch Faltung entstanden ist, noch durch eine Lage verstärkt ist, die gleichförmig mit äußerst zarten Körnchen besetzt ist, und die gleichfalls an den Rändern der respiratorischen Lamellen, wie es MacLeod und Locy beschreiben, am deutlichsten und zahnähnlich hervortreten können. Die Existenz dieser mit zahlreichen, körnchenähnlichen Protuberanzen besetzten, dabei allen respiratorischen Lamellen gemeinsamen Chitinmembran beweist, dass der Vorraum der Embryonaltracheen, der sich in die sog. Lunge umwandelt, im Wesentlichen denselben Bau aufweist, wie sonst die Tracheen auch bei anderen Spinnen (z. B. Lycosa saccata, siehe Leydig, 18, p. 390, Fig. 202 *D*) ihn haben. Da jedoch die Chitinmembran der Insektentracheen glatt ist und keine körnchenähnliche Protuberanzen aufweist, hat uns das Entstehen solcher bei Trochosa besonders interessirt, doch es gelang uns nicht zu konstatiren, ob die Embryonaleihaut, die den ganzen Embryo umkleidet und unter dem Abdominalfüßchen eine tiefere Einstülpung bildet wie Fig. 11 darstellt, die respiratorischen Lamellen überdeckt.

Eine respiratorische, allenfalls in der Entwicklung weit vorgeschrittene Lamelle beschreibt Locy genauer, aber ähnlich wie MacLeod. Bei dem Ersteren heißt es, die Kerne der parallelen Reihen unterliegen der Formveränderung, sie verflachen sich auf der einen Seite und werden konvex auf der anderen, wobei sie so geordnet sind, dass die konvexen nach dem Inneren der Lamelle gerichteten Oberflächen aller Nuclei in einer Reihe direkt entgegengesetzt waren den konvexen Oberflächen derselben Zahl Nuclei der anliegenden Reihe, dass die Anzahl der Zellen in den Reihen übereinstimmt, und da sie mit einander verschmolzen zu sein scheinen, Säulen einer protoplasmatischen Substanz bilden, die die Wände der Lamelle verbindet.

Locy war es also, ähnlich wie bei erwachsenen Spinnen MacLeod bekannt, dass der Raum der respiratorischen Lamelle im embryonalen Zustande durch kurze, zweizellige Säulen in Intervallen unterbrochen ist, dass das Blut zu den respiratorischen Lamellen freien Zutritt hat, indem er nicht nur die Blutkörperchen daselbst, sondern auch das koagulirte Plasma des Blutes, welches die Höhlen der Lamellen mehr oder weniger komplet ausfüllte, gesehen hat, — wir finden jedoch keine näheren Angaben, wie diese Zellreihen sich entwickelt haben. Die Angabe, dass die Zellen der zwei Schichten sich so ordnen, dass je zwei von ihnen sich mit einander verbinden und zweizellige Säulen darstellen, die später aus einander rücken, bezieht sich auf den letzten Entwicklungsprocess der respiratorischen Lamelle.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

An den durch Faltung in der Entstehung begriffenen respiratorischen Lamellen bei Trochosa singoriensis befanden sich die Kerne in je einer Reihe geordnet (Fig. 6). Sie waren 0,0076—0,0114 mm groß, rund, aber meist elliptisch, abgeplattet und gewöhnlich mit mehreren Kernkörperchen versehen. Ihre Anzahl zur Bildung einer respiratorischen Lamelle an den Schnitten verschiedener Embryonen schien verschieden groß zu sein, doch war sie stets zunehmend in der hinteren Region des Vorraumes, wo sie im optischen Querschnitt in Folge einer anderen Stellung sich auch kleiner darstellten. Das Protoplasma einzelner Zellen, denen die Kerne angehören, scheint wie verflossen zu sein, wenigstens sind die Grenzen der Zellen nicht sichtbar. Auch in einem etwas späteren Stadium, wenn die respiratorische Lamelle durch Faltung bereits gebildet ist, und ihre Wände im optischen Querschnitt durch zwei Reihen von Kernen repräsentirt werden, ist der Kontour der Zellen noch unsichtbar. Dieser Fall tritt erst dann ein, wenn die sog. Lunge ihrer vollkommenen Entwicklung sich nähert, wenn der Hauptstamm der Trachee sammt seinen Verzweigungen rudimentär wird (Fig. 8) oder ganz verschwindet.

Die ersten Entwicklungsvorgänge der respiratorischen Lamelle lassen sich an den Frontalschnitten ermitteln. Fig. 5, Taf. III stellt uns vier (*a*—*d*) durch Faltung der Wand entstandene Lamellen vor. In der ersten Lamelle *a* sind die Kerne der Epithelzellen einander noch sehr genähert, aber sie bilden dennoch zwei Reihen, — in der Lamelle *b* treten die Kerne oben einander näher und berühren sich, unten aber gehen sie aus einander, ihr Zwischenraum ist ähnlich wie in der vorhergehenden respiratorischen Lamelle mit einer protoplasmatischen Substanz ausgefüllt. In der Lamelle *c* gehen die Kerne auch in ihrer Querrichtung aus einander. Dies das Bild bei derselben Einstellung des Tubus, durch Heben und Senken desselben jedoch nähern sich die Wände und damit ihre Kerne, oder gehen aus einander. Bei näherer Orientirung gelangt man zur Überzeugung, dass die Kerne der in Entwicklung begriffenen respiratorischen Lamellen Anfangs gewöhnlich dicht neben einander stehen, später aber während der weiteren Entwicklung, insbesondere durch das Wachsthum der Lamelle veranlasst, aus einander treten. In mehreren Fällen konnte ich mit Sicherheit konstatiren, dass in den respiratorischen Lamellen freie Räume zwischen den einzelnen Zellen sich allmählich bilden, dass die Kerne den Wänden nicht immer dicht anliegen, sowie in dem die Chitinmembran überkleidenden Protoplasma nicht einzeln, sondern auch zu je zwei beiderseits sich vorfinden, ein Fall, der später entweder selten, oder gar nicht mehr angetroffen wird. Sie behielten ihre ursprüngliche Größe, waren

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

abgeplattet und dabei elliptisch. Ihre Stellung zu einander war eine verschiedene, oft unter einem Winkel zu einander geneigt, zu beiden Seiten jedoch der respiratorischen Lamelle eine gleiche. Das Protoplasma, das sie allseits umgab, war feinkörnig und entsprechend vertreten. An Fig. 12 sind diesbezügliche sechs respiratorische Lamellen abgebildet. In den drei ersten Lamellen war die Vertheilung der Kerne eine solche, wie sie Locy beschreibt. Sie sind mit konvexen Flächen nach dem Inneren der Lamelle zu einander gewendet und stehen einander gegenüber. Das Protoplasma beider Zellen, in dem sie eingebettet liegen, steht quer zur Längsrichtung der Lamelle in Verbindung. In den drei übrigen Lamellen ist die Vertheilung der Zellkerne eine noch unregelmäßige, einerseits sind die Hohlräume, die für den Zutritt des Blutes gebildet werden, bald größer, bald kleiner, andererseits ist die Anzahl der Zellkerne verschieden. Bei α, δ und $\varkappa$ sind die Kerne bereits normal vertheilt, die Fortsätze des sie umgebenden Protoplasmas stehen mit einander in Verbindung, sind dabei bedeutend breiter als in den ersten zwei vorhergehenden Lamellen, — bei γ und ζ stehen je zwei Kerne auf der einen Seite und ein Kern auf der anderen, eine Erscheinung, die vielleicht durch den Schnitt zu erklären ist, — bei β, ε und ι sind aber mehrere Kerne vorhanden, sie treten später aus einander, wenn sich ein neuer Hohlraum bildet, der in allen Fällen Anfangs rundlich oder elliptisch, wie bei $\varkappa$, später bei zunehmendem Auseinandertreten der Zellen stark länglich wird. Die unregelmäßige Vertheilung der Kerne an den Wänden der respiratorischen Lamelle ist manches Mal auch im postembryonalen Zustande anzutreffen, wofür die Angabe von MacLeod (21) spricht, der bei gewissen Spinnen ihrer zu je zwei, aber auch, doch selten, zu drei findet.

Locy und eben so MacLeod war es bekannt, dass entgegengesetzte Zellen durch protoplasmatische Fortsätze mit einander nur in die Quere verbunden waren. Es ist mir indessen auf jüngeren Entwicklungsstadien zu konstatiren gelungen, dass die Protoplasmafortsätze der Zelle auch in der Längsrichtung Fig. 8, 12 u. 17 mit einander in Verbindung stehen, dass somit die amöboiden Zellen zwischen den Chitinmembranen ein Netzwerk bilden, durch dessen Maschen die Blutkörperchen bis an die Lamellenwand kommen. Es sei hier noch bemerkt, dass einzelne Arme dieser sternförmigen Zellen zuweilen fehlen können.

Bei den eben ausgeschlüpften Individuen ist die Gestalt und die Größe der Kerne noch eine sehr wechselnde. Bald besitzt der Kern α Fig. 7 zwei Kernkörperchen, ist dabei 0,0076 mm lang und 0,0038 mm breit, bald liegen ganz kleine Kerne α_1 neben einander und sind von durchschnittlicher Größe 0,0028 mm ohne Kernkörperchen, — bald wie-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der γ und δ ist der Kern von typischer Gestalt, wie ihn Locy beschreibt, indem er aus mehreren Kernkörperchen besteht und an der Wandseite abgeplattet und an der Innenseite konvex ist, bald wieder ε und η liegen zwei Kerne mit Kernkörperchen neben einander, und nicht weit davon zwei Haufen Kerne ohne Kernköperchen ζ. In Anbetracht dessen, dass die typischen Kerne der Zellen mit mehreren Kernkörperchen versehen sind und auch ihre Größe eine bedeutende ist, während in den Fällen α, ζ und ϑ nur kleinere Kerne ohne Kernkörperchen vorhanden sind, bin ich geneigt anzunehmen, dass der Epithelkern der Trachee, somit die Zellkerne der respiratorischen Lamelle zusammengesetzt sind, und dass im Verlauf weiterer Entwicklung derselbe einem Zerfalle anheimfällt.

Die Gestalt einzelner respiratorischer Lamellen während der Entwicklung ist eine ziemlich verschiedene. Vorzüglich sind die in das Lumen vorspringenden Kanten mehr oder weniger (Fig. 1 u. 2) wellenförmig. In gewissen Fällen sind die der Bauchseite zunächst liegenden Lamellen stark wellenförmig, während die weiter entlegenen diesen Charakter immer mehr verlieren (Fig. 9, 14—16), und noch in anderen Fällen ist die Kante der respiratorischen Lamelle höckerig (Fig. 8).

Der Hauptstamm der Embryonaltrachee (Fig. 1 u. 2) ist bald länger, bald kürzer, was von dem Entwicklungsgrad der sog. Lunge abhängig sein muss. An seinen Wänden sind die Kerne der Epithelzellen gewöhnlich sichtbar, sie sind jedoch kleiner als die Kerne des Epithels der respiratorischen Lamellen, was durch regressive Entwicklung zu begründen ist. Körnchen, die die Oberfläche der Chitinmembran bedecken, konnte ich daselbst nicht auffinden.

Die aus dem Hauptstamme dorsalwärts entspringenden Äste dringen seitwärts bis an das Rückengefäß vor und zerfallen daselbst in ganz kleine Ästchen. In allen Fällen bestehen sie nur aus einer zarten, durchsichtigen, homogenen Membran, welche zuweilen bei guter Beleuchtung und entsprechender Vergrößerung ein solches Bild der Chitinmembran mit Vorsprüngen nach innen gestattet, wie Leydig (p. 390) für Tetragnatha anführt und es die Fig. 6* vorstellt. Damit will ich durchaus nicht die Existenz der Epithelmembran an den Ästen der Tracheen anderer Spinnen in Zweifel ziehen, da Schimkewitz (25, p. 62) sie beobachtete und angiebt, dass eine solche aus sehr abgeplatteten und sehr zerstreut liegenden Zellen besteht.

Es ist also ersichtlich, dass der Bau des Vorraumes, des Hauptstammes und der Zweige wesentlich ein verschiedener ist, dass somit die Rückbildung der Embryonaltrachee von den Ästen sammt Zweigen ab beginnt und an dem Hauptstamme endet. Der Vorraum der Embryonaltrachee allein wird zur sog. Lunge der Spinne. An der Grenze zwischen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

den beiden ersten Hauptbestandtheilen findet sich schief aufwärts ein lamellenartiger Vorsprung *di* Fig. 6, der die sog. Lunge dorsalwärts verschließt. Die Reste des Hauptstammes und der Äste degeneriren und im Verlauf der weiteren Entwicklung der Spinne verschwinden sie ganz.

Bei dem Umstand, dass die Rückbildung der Embryonaltrachee bei Trochosa singoriensis von den äußersten Enden beginnt, und im Vorraum behufs Entwicklung der sog. Lungen durch zum Längsverlauf der Trachee senkrechte Faltung der Wände neue Erscheinungen auftreten, liegt der Gedanke nahe, dass die Querstreifung der Tracheen bei den Tracheaten nicht durch einfache Verdickung der Chitinmembran, sondern durch äußerst zarte Lamellenbildung zu Stande kommt. Diese Ansicht findet vorzüglich darin die Stütze, dass bei Chironomus z. B. und anderen verwandten Wasserinsektenlarven die Tracheen Anfangs als ganz zarte, homogene Röhren sich repräsentiren, und erst später vielleicht in Folge raschen Wachsthums der Trachee in ihrer Längsrichtung die Streifung erhalten. Die Faltung der Chitinmembran und eine nachherige oder gleichzeitig um sich greifende Verdickung derselben dürfte hier Platz haben. Wenn also bei gewissen Spinnen (z. B. Lycosa saccata) an den Tracheen die Streifung nicht mehr vorhanden ist, so ist diese Thatsache so zu erklären, dass die Faltung an der ganzen Trachee überhaupt nicht zu Stande kam, — oder in Folge der Rückbildung der Embryonaltrachee verschwand.

Der Muskelapparat des Vorraumes der Embryonaltrachee bildet sich noch vor Abschluss der Entwicklung der sog. Lunge der Spinne. Er besteht aus zweierlei Muskeln; die einen zerspalten ziehen sich zum Anheftungspunkt an die respiratorischen Lamellen Fig. 13, sind ganz durchsichtig, und ihre Fasern enthalten Muskelkerne, — die anderen Fig. 15 sind bedeutend lang, und an dem Anheftungspunkt an die Lunge stark verdickt. In beiden Fällen schwimmen sie im Blutraum, welcher dorsalwärts aus der Vereinigung zweier Blutströme gebildet wird (Fig. 16 α, β, γ). — Am Frontalschnitt bemerkt man die Muskeln nur im unteren Theil (Fig. 3 und 5). — Mit Rücksicht auf den ektodermalen Ursprung der Trachee einerseits und die Anheftung dieser Muskeln andererseits müssen wir beide eben angeführten Arten von Muskeln in genetischer Hinsicht zu den modificirten Hautmuskeln zuzählen.

Die Anheftung der Hautmuskeln an den Vorraum der Embryonaltrachee ist nicht nur der Trochosa eigenthümlich, sie findet auch bei anderen Spinnen statt, wo er sich in die sog. Lunge umwandelt, ja solche Muskeln kommen auch an den in Lungen nicht umgebildeten Tracheen vor. MacLeod (p. 27, Fig. 7) beschreibt die letzteren von

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Argyroneta, und ihre Anwesenheit an dem Vorraum der hinter den sog. Lungen liegenden Tracheen bei dieser Spinne scheint mir den Beweis zu liefern, dass die Muskulatur der sog. Lunge nicht erst in Folge der Rückbildung der Embryonaltrachee sich entwickelt hat, sondern eben ihre Entwicklung die Rückbildung der Trachee herbeiführen konnte. Das Eingehen des Hauptstammes sammt seinen Ästen auf Grund der Ernährung der Spinnen vom Blute niederer Thiere zu erklären scheint nicht stichhaltig zu sein, da bei Ixodes ricinus die Tracheen wohl entwickelt sind.

In allen Fällen, wie aus Fig. 1 und 2 ersichtlich, ist sowohl die sog. Lunge, als auch der ganze Rest der Tracheen von zahlreichen vacuolenartigen Gebilden verschiedener Größe, die zuweilen schaumartig aussehen, so wie von Blutzellen, umgeben.

Wir sehen also, wie die sog. Lunge aus dem Vorraum der Embryonaltrachee[1] entstand, demgemäß muss Salenski's sowie Bruce's Ansicht, dass sie durch Einstülpung des Abdominalfüßchens und nachherige Umbildung desselben in die sog. Lunge entstehe, als eine irrige bezeichnet werden. Wir müssen vielmehr Morin's (p. 47) sowie Kishinouye's (p. 70) Beobachtungen für richtig annehmen, dass das Abdominalfüßchen sich abplattet und zum Operculum der sog. Lunge wird.

Die Stigmenöffnungen der Tracheen und der sog. Lungen liegen bei verschiedenen Arachniden im ausgebildeten Zustande nicht nur am Abdomen, wie die Kiemen bei Limulus, sondern auch am Cephalothorax. Bei Trombidium finden sich die Stigmen neben den Mundwerkzeugen, bei Myobia, Hydrachnida, Acarina und einigen Phalangiden am Thoraxtheile und am Abdomen, bei den anderen Arachniden nur am Abdomen. Diese Entwicklungsweise der Stigmen längs des ganzen Körpers bei den Arachniden spricht ausreichend dafür, dass diese Thiere den Tracheaten zuzuzählen sind.

In Anbetracht dessen, dass die Tracheen bei Trochosa singoriensis Laxm. wirklich der Rückbildung unterliegen, können wir annehmen, dass bei Linguatulida, Tardigrada und einem Theil der Acarina die Tracheen ganz verschwunden sind (oder sich gar nicht entwickelten), dass bei einem anderen Theil der Acarina, Phalangida, Pseudoscorpionidae und Solifugae die Tracheen normal entwickelt, und bei Araneina verschieden ausgebildet sind. Bei den letzteren, insbesondere mit einem Paar wohlentwickelter sog. Lungen, können hinter diesen auch nor-

[1] Die Entwicklung der Embryonaltrachee bei den Spinnen stimmt in allen Hauptmomenten mit der der Insekten nach Graber (8) überein, die Trachee erweitert sich jedoch sehr frühzeitig zu eben erwähntem Vorraum, d. i. zur Bildung der sog. Lunge.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mal entwickelte Tracheen vorkommen, wie bei Argyroneta, Segestria, Dysdera, — bei Spinnen, die mit zwei Paar sog. Lungen athmen, sind die Tracheen nicht mehr vorhanden. Meine Vermuthung (10), dass die Di- und Tetrapneumones auf polystigmatische Formen zurückzuführen wären, ist somit eine höchst wahrscheinliche. Der Grad dieser Wahrscheinlichkeit wird auch noch durch den Umstand gesteigert, dass bei den Spinnen die Abdominalanhänge sich vorfinden, die die Stigmen bedecken, und die Tracheen in Rückbildung begriffen sind. Als Anzahl der Abdominalanhänge bei den Spinnen werden nach Balfour (1, 2) allgemein vier Paar angegeben, Claparède (7, Fig. 37) zeichnet ihrer bei Clubione sechs, ich fand hingegen bei Trochosa singoriensis fünf Paar vor und sagte dabei (10): ».... charakteristisch ist es, dass solche im Allgemeinen nach hinten zu immer kleiner werden, so dass das fünfte Paar am sechsten Abdominalsegment ganz verkümmert erscheint.« Diese Beobachtung, dass am sechsten Segment der Abdominalanhang weit schwächer entwickelt ist, stimmt mit der von Korschelt und Heider (13a, p. 582) später gemachten überein. Der letztere Umstand leitet uns auf den Gedanken, dass unter einem jeden Abdominalanhang der Spinnen, wie verkümmert er auch ist, das Stigma oder die Rückbildung der Trachee noch anzutreffen sein wird, wie ich auch wirklich eine solche bei Trochosa unter dem zweiten Abdominalanhangspaar gefunden zu haben glaube, und dass weiter die Rückbildung der Tracheen am Stamme von hinten nach vorn stattfand. Die Existenz der Abdominalanhänge bei den Insekten und Arachniden, sowie das Auftreten der Tracheenstigmen am ganzen Stamm spricht nicht nur für ihre Verwandtschaft mit einander, sondern auch in phylogenetischer Hinsicht für die Ableitung derselben aus einem ähnlichen, doch nicht gleichen aber heteropoden und polytracheaten Stamme.

Die Ansicht der Embryologen somit, dass die sog. Lunge und die Tracheen der Arachniden ganz heterogenen Ursprungs sind, wird sich auch in dem Falle nicht erhalten können, wenn die Tracheenäste nicht mehr entdeckt werden sollten, da die Funktion des ganzen Athmungsapparates bereits auf der Lokalisirung beruht, und die übrigen Theile der Tracheen von jeher dem Schwund sich nahen konnten. Ich glaube nunmehr, dass es aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen nothwendig ist, den Terminus Lunge oder Lungentrachee aus der Wissenschaft zu eliminiren, und die Tracheen der vollkommen entwickelten Arachniden in Sack- oder Fächertracheen und in verzweigte Tracheen (Baumtracheen) einzutheilen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schlussfolgerung.

Der Beweis, dass die sog. Lunge bei den Spinnen aus einem Theil der Embryonaltrachee entsteht, führt uns um einen Schritt weiter, die bekannte Theorie, dass sie aus den Kiemen etwa eines Limulus entstanden, nicht zu billigen. Es liegt aber der Gedanke nahe, dass Limulus, der fast in allen Körpertheilen die Arachnidennatur verräth, auch in dem Athmungsorgan, wie dies MacLeod zutreffend schildert, dennoch eine gewisse Beziehung zu Spinnenthieren haben müsse.

Um nun endlich auch diese Frage zu lösen, so beachten wir vorerst, dass die sog. Lungenlamellen der Spinnen, wie dies MacLeod zeigte, den Kiemen an der Hinterseite der Extremität des Limulus homolog sind, dass ihr Bau ein gleicher ist und endlich, dass auch die Anlage des ganzen Athmungsapparates gleich hinter der Extremität stattfindet, ferner dass nach Kingsley (12a, p. 16 Fig. 37 und 38) die Kiemen des Limulus bei der Anlage etwas unter das Niveau der Ventralfläche eingesenkt werden, und können dann ohne Weiters die bestehende Annahme billigen, dass die sog. Lunge für die Kiemen gelten könne. Da die Ableitung der Spinnenlunge auf Grund ihrer Entwicklung aus den Kiemen des Limulus unmöglich ist, so wollen wir vorerst versuchen, ob der umgekehrte Fall stattfinden könne, d. h. wir müssen gewisse Beweisgründe vorführen, dass Limulus kein Krebs, sondern ursprünglich ein Landthier gewesen ist. Genaue diesbezügliche Erörterungen liefert Simroth (41), und ich erlaube mir auf den Inhalt dieses Werkes zu verweisen. Nach ihm ist Limulus zweifelsohne ein Landthier, das sich an das Wasser angepasst und bis heute gewisser biologischen Momente nicht entledigt hat. So heißt es dort (p. 250—252): »Morphologisch durch das Trilobitenstadium ihrer frei im Meere schwimmenden Larven mit diesen, den Trilobiten, wenigstens einigermaßen verknüpft auf der einen Seite, auf der anderen den Merostomen nächstverwandt, weisen sie biologisch entschieden auf früheres Landleben ihrer Vorfahren hin; die Begattung findet auf dem Lande statt, die Eiablage geschieht in der höchsten Fluthlinie im Sand. Wie man von unseren Seeschildkröten etwa den terrestrischen Ursprung als selbstverständlich ansieht wegen der auf dem Lande vollzogenen Fortpflanzung, so muss man bei den Xiphosuren auf dieses Merkmal um so mehr Gewicht legen, als es ihrer ganzen Organisation wenigstens der ihrer Athemwerkzeuge, zu widersprechen scheint. — Mit anderen Worten: die letzten lebenden Vertreter der Xiphosuren, Merostomen und Trilobiten weisen auf das Land zurück.«

Ist Limulus ein Landthier gewesen, so konnte es nur ein Arachnid

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

repräsentiren, d. h. ebenfalls einen Arthropoden, der durch Tracheen bezw. durch Lungen athmete. Diese Thatsache unterstützt eben die Entwicklung der Kiemen.

Bei diesem Spinnenthier, das sich an das Wasserleben anpasste, musste einst das Wasser statt der Luft in die Lungenhöhle hineinströmen, und in Folge dessen aus physikalischen Gründen dürfte das Stigma in gleichem Maße sich erweitern. Eine derartige Anpassung ist jedoch zulässig, da es bereits (39) endgültig festgestellt ist, dass eine echte Lunge bei Schnecken auch als Kieme fungiren kann. Das Anpassen des Athmungsorgans bei Limulus an das Wasser war noch zu jener Zeit möglich, als dieses Spinnenthier noch eine größere Anzahl von Lungenpaaren als die heut lebenden besaß, und dies begründet auch, warum Argyroneta und gewisse Milben echte Wasserthiere nicht sein können.

Ich habe schon oben bemerkt, dass die Entwicklung der Lamellen des Athmungsapparates bei Trochosa vorzüglich vorn stattfindet, während die übrigen Lamellen rückwärts in verschiedenen Übergängen, aber immer schwächer entwickelt erscheinen. Gleiches, wenn auch nur vorn, ist bei Limulus zu ersehen. Kingsley verdanken wir nämlich die Beobachtung, dass die Anlage der Kiemen unter das Niveau der Ventralfläche eingesenkt stattfindet, d. h. dass auch bei Limulus die Überreste der sog. Lungenhöhle während der Entwicklung vorhanden sind und dass an ihrer Vorderseite sich noch die Respirationslamellen bilden, die, um die Wasserathmung zu erleichtern, gleichzeitig mit der Extremität über die Ventralfläche sich erheben. Fig. 37 und 38, Taf. XXXIX, die Kingsley vorführt, sprechen noch für die Identität gleichen Baues und gleicher Entwicklung der Kiemen und Lungen bei Limulus und Spinnen, denn daselbst sind die durch Faltung entstandenen und dem distalen Ende zugewendeten Kiemen größer als die nächstfolgenden, ein ähnlicher Entwicklungsvorgang wie bei der Entstehung der Lungenlamellen. Fig. 38 beweist uns aber auch, dass die Entwicklung der Kiemen an allen Extremitäten nicht gleichartig stattfindet, dass somit die Limulusspinne ursprünglich die Lungenhöhle auch nicht im gleichen Maße entwickelt besaß.

Wir sehen somit, dass bei der Annahme, dass die MacLeod'sche Theorie bezüglich der Respirationsorgane bei Limulus und Spinnen als die zutreffendste bezeichnet wird, wir für die Ableitung der Kiemen aus den sog. Lungen der Spinnen keinen Anstand finden und dass die Anpassung der luftathmenden Arthropoden an das echte Wasserleben möglich ist.

Dieser Fall der Möglichkeit der Umwandlung der Respirations-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lamellen sog. Lungen bei den Spinnen in die Kiemen bei Limulus veranlasst uns zur weiteren Umsicht nach ähnlichen Beispielen im Crustaceenreich.

Wir wollen zuerst die Anhaltspunkte besprechen, die auf dem vergleichend-anatomischen Wege die Thatsache aufklären.

Bei gewissen Amphipoden und zwar nach Wrześniowski (42) bei Boruta tenebrarum sind außer den Kiemensäckchen noch accessorische Kiemen vorhanden. Auch ich (35) fand die accessorischen Kiemen bei Niphargus leopoliensis mihi, zeichnete sie auf Taf. IV, Fig. 37 und 38, Taf. VIII, Fig. 75, bezeichnete sie aber im deutschen Résumé »als kleine Zapfen«. In beiden Fällen sind die Kiemen in der Längsrichtung an die Extremität angeheftet, und wenn wir diese mit denen des Limulus vergleichen, so finden wir, dass auch hier die dem distalen Ende der Extremität zunächstliegende Kieme größer ist als die vorhergehende, die der Verkümmerung anheimgefallen ist.

Verhältnisse, die sich auf den Urzustand der Limulusextremität beziehen, findet man, wie ich glaube, auch bei den Decapoden. Bei Astacus fluviatilis z. B. stehen die Kiemen in Gruppen von je dreien an jeder der Thoraxgliedmaßen vom dritten Kieferfuß bis zum vorletzten Gehfuß und noch zwei am zweiten Kieferfuß so, dass die dem distalen Ende der Extremität zunächst liegende Kieme, die Podobranchie, am stärksten entwickelt ist, während die zwei nächsten, die Arthrobranchien, stufenweise kleiner sind, ja außer diesen noch eine vierte (33, Fig. 15), die Pleurobranchie, rudimentär erscheint. Eine solche Lagerung der Kiemen einzelner Gruppen und zwar immer in der Richtung der Längenausdehnung der Extremität, sowie der Entwicklungsgrad der Kiemen, wenn sie auch etwas verschoben sind, geben uns dennoch das Bild einer Limulusextremität in den Hauptumrissen. Der Unterschied ist höchstens der, dass bei einem erwachsenen Limulus die Kiemen in großer Anzahl (bis 150) vorkommen und nach hinten gerichtet sind, hier hingegen reducirt und anders gelagert erscheinen. Bei dem Umstand, dass bei Astacus die Kiemen der Verkümmerung anheimgefallen sind und auch jetzt solche Kiemen noch als Überreste vorkommen, darf man annehmen, dass die Urahnen des Flusskrebses ihrer mehr besaßen.

Auch bei anderen Crustaceengruppen bietet der Vergleich der Extremitäten resp. die Lage der Kiemen, in so fern sie nicht in der Einzahl vorkommen, oder in derselben Richtung homologe Theile aufweisen, keine weiteren Schwierigkeiten dar. So z. B. sehen wir dies, vgl. Fig. 268 *C* und Fig. 269 in Korschelt-Heider Lehrbuch (13 a), dass die mit *ep'* bezeichneten Kiemensäckchen, resp. ihre Anlagen eines Apus

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

cancriformis und einer älteren Peneuslarve kleiner sind als die mit *ep* bezeichnete Epipodialplatte. Letztere ist aber ähnlich wie bei Limulus in der Längsrichtung der Spitze der Extremität näher gelegen, — hier haben wir somit gleiche Anhaltspunkte für die Entwicklung der Athemorgane, wie bei den Amphipoden, Decapoden und Limulus.

Wir hätten, wie ich glaube, überhaupt keine Anhaltspunkte, dass die Ahnen der freilebenden Copepoden einst durch Kiemen athmeten, wenn nicht bei ihnen das Auftreten der Theilung der Extremitäten in Exo- und Endopodit, das bis jetzt als ein charakteristisches Merkmal ausschließlich für Crustaceen angesehen wird, gewisse Aufschlüsse geben würde. Bekanntlich ist gewöhnlich das Exopodit an den Extremitäten kleiner als das Endopodit. Bei den Copepoden ist es an das Basipodit seitlich angewachsen und vergleichen wir diesen Fall, ich will der bequemeren Orientirung halber mich an die von Korschelt und Heider in das Lehrbuch aufgenommenen Figuren berufen, und zwar auf Fig. 267 *A* mit Fig. 268 *C*, so finden wir, dass das Exopodit bei der Peneuslarve in der Längsrichtung der Extremität in derselben Reihe wie die Epipodialplatte und die Anlage des Kiemenschlauches liegt, — wir dürfen somit auch das Exopodit der Copepoden der Anlage nach als eine Kiemenlamelle des Limulus auffassen, die in Folge der Anpassung den Fußcharakter angenommen und sich somit gegliedert hat. In der Fig. 268 *A* von Calanella ist das Exopodit noch gar nicht gegliedert und sieht wie ein seitlicher Anhang an der Extremität aus, ja unter ihm ist noch eine Erhabenheit mit einer Borste versehen, — was wieder an die Anlage einer Kieme erinnert.

So erkläre ich mir das Zustandekommen des Exo-, resp. Endopodites bei den Crustaceen aus einer ursprünglichen Respirationslamelle. Es entsteht nun noch die Frage, ob dies überall auf die Extremitäten sich anwenden lässt, und vor Allem, ob es auch für die Antennen und Mundtheile gültig sein kann.

Sehen wir uns im oben citirten Lehrbuch die Fig. 270 *A*, *B*, *C* von Apus an, so finden wir, dass in allen drei Larvenstadien dieses Phyllopoden die Antenne des zweiten Paares nicht nur Exo- und Endopodit enthält, sondern auch am Coxopodit einen dritten Anhang hat, welcher mit dem vorhergehenden in der Längsrichtung in derselben Linie sich anheftet. Berücksichtigen wir hier auch die Mandibel, so erweist sich ein Gleiches, und wir dürfen nun behaupten, dass sowohl die Antennen wie die Mandibeln die morphologischen Charaktere einer Limulusathmungsextremität in ihrer ersten Anlage aufweisen.

Dass die Anlage der Maxillen bei den Crustaceen eine gleich ähnliche ist, dies kann man leicht aus verschiedenen Zeichnungen ersehen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ich habe eben vorher betont, dass das Vorkommen des Exo- und Endopodits an den Extremitäten als charakteristisches Merkmal nur den Crustaceen, als den an das Wasserleben angepassten Arthropoden zugeschrieben wird. Ich habe indessen (10) zur Kenntnis gebracht, dass bei den luftathmenden, und zwar bei der Trochosa, die Exo- und Endopodite an den letzten fünf Paaren der Cephalothoraxextremitäten deutlich vorkommen, später (34) nachgewiesen, dass im embryonalen Zustande an der Extremität sich noch ein dritter Fortsatz vorfindet, den ich als Epipodit, und in Ausnahmsfällen noch einer, den ich mit x bezeichnete. Trochosa singoriensis besitzt den Athmungsapparat bereits am Abdomen, die Tracheen, resp. Lungen haben sich am Cephalothorax rückbilden müssen, und als letzte Produkte dieser Thätigkeit sehen wir an den Cephalothoraxextremitäten in Folge der Vorwölbung der Lamellen noch die Ausstülpungen (Endo- und Epipodit) im embryonalen Zustande bestehen, die später aber der Rückbildung anheimfallen.

Es ist hiermit die Bildung des Endo- resp. Exopodits an den Extremitäten der Arthropoden nicht dem Anpassen der Thiere an das Wasserleben, sondern der Umbildung des Athmungsapparates zuzuschreiben. Wichtige Anhaltspunkte zum Beweis des eben Gesagten liefern uns auch die Insekten, und es ist ausreichend unter anderen nur in Graber's Arbeiten (31, 32) Einsicht zu nehmen. Daselbst findet man, dass bei Gryllotalpa, Melolontha, Hylotoma, Mantis, Hydrophilus, Lina u. A. die Anlage der Extremitäten am Kopf eine ganz verschiedene ist von denen, neben welchen die Stigmen liegen, und dass sie in vieler Hinsicht auf dieser Entwicklungsstufe ganz denen der Crustaceen entsprechen.

Was die Myriopoden anbelangt, so liegen noch zu wenig Beobachtungen vor, doch glaube ich, dass auch hier die Zweitheiligkeit der Kopfanhänge auf ein allgemeines Entwicklungsschema zu bringen nichts abhalten wird. Interessant scheinen mir die Verhältnisse nach Kennel (36) und Sedgewick (40) bei Peripatus zu sein. Bei ihnen tritt auf der Außenseite der zweitheiligen Kiefer eine Falte auf, und vor dieser wieder eine andere schwächer entwickelte. Beide Falten stehen mit der Extremität in enger Beziehung, und ich glaube in der Annahme mich nicht geirrt zu haben, dass sie auf ein tracheales Athmungsorgan zurückzuführen sein werden.

Es ist somit ersichtlich, dass wir zur Ableitung der Kiemen der übrigen Crustaceen, ja auch der Formveränderung der Extremitäten auf dem vergleichend-anatomischen Wege gewisse Ansprüche haben

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dürfen; nun wollen wir die Anhaltspunkte der Entwicklungsgeschichte näher berücksichtigen.

Embryologische Angaben, die für die Ableitung der Kiemen aus den Lungentracheen sprechen, haben wir bis jetzt gar keine, — wir finden aber in der uns zugänglichen Litteratur gewisse Zeichnungen, die, wenn sie auch anders erklärt wurden, doch die Kiementheorie mindestens unterstützen.

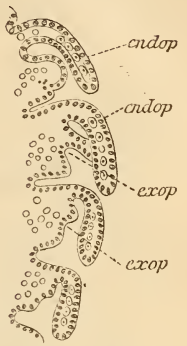


Fig. I.

Auf Schnitten ist die Anlage der Extremitäten bei Ligia und Oniscus nach Nusbaum (38b) ganz ähnlich der Extremität von Limulus, wie dies die Fig. 45, Taf. III darstellt, von der ich einen Theil hier wiedergebe (siehe Holzschnitt I). Im Wesentlichen besteht hier höchstens der geringe Unterschied, dass bei Limulus drei Einfaltungen, bei Ligia hingegen nur zwei anzutreffen sind. Bei der letzteren würde ich jedoch die Entstehung derselben durch Einstülpung des Exopodits, wie es Nusbaum thut, zu erklären nicht wagen, da der Protopodit ganz in Wegfall kommen müsste.

Auch bei Decapoden finden wir gewisse entwicklungsgeschichtliche Anhaltspunkte, insbesondere bei Astacus fluviatilis vor. Wie sehr die Kieme bei ihm die säckchenartige Form in Folge der Oberflächenvergrößerung zum Zwecke der Athemfunktion verändert hat, so ist in allen Fällen für ihre Anlage bereits nach Bobretzki (29) aus Fig. 21 bis 25 besonders aus Fig. 22 zu ersehen, dass auch hier an der Extremität Aussackungen sich bilden, — ich möchte hier noch weiter gehen und in der Fig. 21 sehen, dass zwischen der Extremität und der Seite des Embryo noch eine schwache Einsenkung des Ektoblastes unter die Oberfläche vorhanden ist, was hier an eine gleichähnliche bei Limulus erinnert. Aus der Lage der Einsenkung unter die Oberfläche des Embryokörpers und der Lage der Extremität im embryonalen Zustande tritt uns der Gedanke nahe, dass das Stigma der sog. Lunge bei den Urahnen des Krebses eine gleiche Lage hatte wie bei den Embryonen der Insekten.

Ob irgend welche, wenn auch vorübergehende Andeutungen der ersten Anlagen der Tracheen resp. sog. Lungen bei den Crustaceen sich vorfinden, darüber giebt uns die Entwicklungsgeschichte keinen Aufschluss. Nusbaum, der entsprechende Gebilde bei Ligia und Oniscus gesehen hat, erklärt sie ganz anders. So heißt es bei ihm (38a): »Nach außen von den Extremitäten (mit Ausnahme der vier vordersten Paare) giebt es paarige Verdickungen des Ekto-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

derms, die eine ähnliche Lage haben, wie die Stigmenöffnungen in den Keimstreifen der Tracheaten und die Anlagen der seitlichen Falten darstellen.« Er giebt weiter an, dass der peripherische, distale Theil dieser später in die Länge ausgezogenen Gebilde zu Pleuren, der proximale hingegen zur Epimerenbildung beiträgt, er verwickelt sich aber in der Erkenntnis der einzelnen Bestandtheile der Crustaceenextremität und glaubt nun einen Theil den Epipoditen gleichzusetzen. In der Fig. 36, Taf. III, deren entsprechenden Theil ich hier wiedergebe (siehe Holzschnitt II), bezeichnet er mit *ep'* die Pleura, die er dem Epipodit gleichsetzt, mit *epim* die Epimere. Zwischen dem Endopodit und der Epimere sind aber noch zwei Aussackungen vorhanden, die Nusbaum gezeichnet, doch ihre Deutungen übersehen hat, — die eine von ihnen (*b*) ist das Exopodit, und die andere (*a*) das Epipodit. Wir müssen nun die nach außen von den Extremitäten gebildeten Ektodermverdickungen anders erklären, und sie in Anbetracht dessen, dass die Crustaceen terrestrischer Abkunft sind, die einst durch Tracheen haben athmen müssen, als erste Anlagen der Tracheen deuten, ja mit Bezug auf die Thatsache, dass diese Verdickungen im späteren Stadium von Extremitäten sich wegschieben, und am Querschnitte eine schwache Einsenkung unter die Körperoberfläche verrathen, ähnlich wie bei Limulus, annehmen, dass an diesen Stellen, bei den Urahnen der Crustaceen die Tracheen resp. sog. Lungen wirklich ausgebildet waren, auf deren Rückbildung nun die Epimeren und vielleicht auch die Pleuren zurückzuführen sind.

Fig. II.

Durch die eben gegebene Ableitung der Athmungsorgane und anderer Anhänge an den Extremitäten der Crustaceen stehen wir im starken Gegensatz zu der bis heute bestehenden Theorie der Entwicklung der Lokomotions- resp. Respirationsorgane. Bekanntlich wird die Zweiästigkeit des Crustaceenbeins auf die entsprechende Gestalt der Annelidenparapodien direkt bezogen und man glaubt gerechtfertigt zu sein, den Epipodialanhang des Crustaceenbeines von Dorsalkiemen des Annelidenparapodiums abzuleiten.

Gegen diese Theorie der Entwicklung der Crustaceenextremitäten nur aus den Parapodien der Anneliden sprechen folgende Thatsachen:

1) Die Branchien bei den Anneliden stehen dorsalwärts (ausnahmsweise auch ventralwärts) und einzeln, dabei können sie einfach oder

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

verästelt sein. Die Erklärung, dass nach ihrer ventralwärtigen Verlagerung und nachheriger Elevation des entsprechenden Körpertheils das Protopodit gebildet werde, ist unzureichend, da, wie wir oben bemerkt haben, bei Boruta und Niphargus leop. auch accessorische Kiemen, — ferner bei Astacus und anderen Decapoden in der Dorsoventralrichtung mehrere verzweigte Kiemen vorkommen.

2) Wir haben überhaupt keine Anhaltspunkte in der Entwicklung der Crustaceen, dass das Epipodit, das gewöhnlich im Dienste der Athemfunktion steht und der Annelidenkieme entsprechen müsste, in einer gewissen Entfernung vom Protopodit seine erste Anlage haben sollte. Die Zeichnungen von Nusbaum widersprechen dieser Theorie.

3) Es ist nicht ein nothwendiges Postulat, die Crustaceen von kiemenathmenden Anneliden abzuleiten, da es einerseits viele Crustaceen giebt, die gar keine Kiemen besitzen, andererseits die Larven der übrigen Crustaceen solcher nicht bedürfen. Die Kiemen müssen als mit der Zeit durch das Wasserleben neuerworbene Organe angesehen werden.

4) Die Crustaceen sind, nach Erörterungen von Simroth, terrestrischen Ursprungs. Die Anneliden hätten also durch Anpassung an das Landleben ihre Kiemen verlieren und statt deren solche Athemorgane erwerben müssen, wie die übrigen Arthropoden.

Für die Richtigkeit der oben gegebenen Ableitung der Kiemen aus den Lamellen sog. Lungen sprechen folgende Thatsachen:

1) Die Identität der Lage und des Baues des Athmungsapparates bei den Spinnen und Limulus.

2) Die Möglichkeit der Zurückführung der Crustaceenextremitäten auf den allgemeinen Typus der Limulusextremität.

3) Bei den noch lebenden Tracheaten ist die Verästelung der Extremitäten nur noch dort anzutreffen, wo die Tracheen gar nicht mehr zur Ausbildung gelangen.

4) Die Anlage des Athmungsapparates in Form von verdickten Ektodermplatten ist bei Crustaceen (Isopoden), wie bei Insekten, anzutreffen.

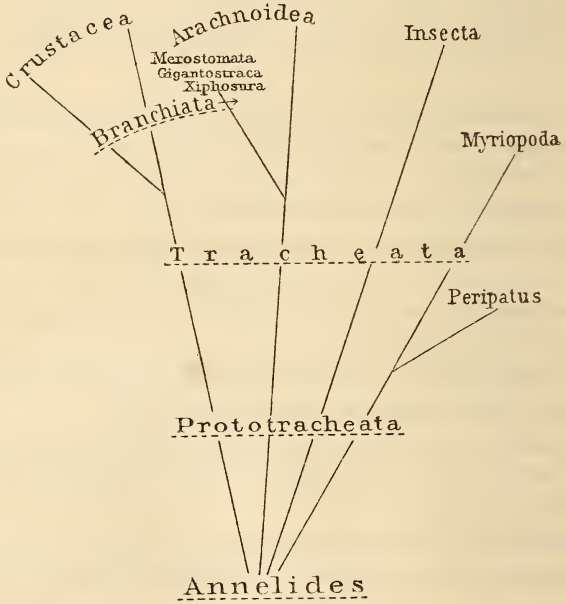
5) Die beliebige Anzahl der Kiemen oder deren Schwund durch Rückbildung ist leicht erklärbar.

Auf Grund des Vorhergehenden können wir behaupten, dass für die Lagerung der Kiemen der Crustaceen, falls sie in der Mehrzahl vorkommen, ein allgemeines Gesetz gelten müsse, das zur Aufklärung der Entstehungsweise derselben in phylogenetischer Hinsicht einen gewissen Aufschluss geben muss. — Ich glaube bei Erwägung, dass das Athmungsorgan der Crustaceen mit den Extremitäten in engster Be-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ziehung steht, dass weiter durch die Elevation der Extremitäten neue Theile hinzutreten, die bei den Tracheaten nicht anzutreffen sind und auf Grund gleichähnlichen Baues der Respirationslamellen von sog. Lungen der Spinnen und Kiemen des Limulus, mit Recht annehmen zu dürfen, dass ein solches aus den Tracheen resp. sog. Lungen abgeleitet werden darf. Wohl sind die Charaktere der Entwicklung stark verwischt, der Entwicklungsmodus verschleiert, meine Ansichten vielleicht zu kühn, doch das dürfen wir nicht außer Acht lassen, dass wir, wie dies Simroth genau erörtert, die Crustaceen von den Landthieren abzuleiten haben, somit von Arthropoden, die durch Tracheen athmen mussten.

Danach ist es nun möglich, dass die Paläostraken, die die Arachnidenorganisation durchwegs verrathen, sich in gewissen Epochen in Folge der Anpassung ihrer sog. Lungen und der Umwandlung ihrer



Lamellen in Kiemen an das Wasserleben accommodiren konnten. Limulus ist nun der Repräsentant des noch heut zu Tage lebenden Wasserarachnids, und danach leuchtet uns ein, warum bei ihm die Naupliusform, ein für die Crustaceen so charakteristisches Entwicklungsstadium fehlt. Wenn wir übrigens die Kiemen, die für die Existenz der Crustaceen nicht von ausgeprägtem Belang sind, als Maßstab zur phylogenetischen Beurtheilung nehmen und berücksichtigen, dass viele der Crustaceen sie auch im verkümmerten Zustande besitzen, so müss-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ten wir urtheilen, dass die Kiemenlosen als rückgebildete Crustaceen anzusehen sind.

Die nach Claus (30) als Urahnen der Crustaceen bezeichneten Protostraken sind somit, glaube ich, den Prototracheaten der Arthropoden im Allgemeinen gleich zu setzen. Diese dürften vielleicht von ähnlicher Organisation gewesen sein, wie die noch heute lebenden Peripatusarten. Als Tracheaten hingegen würden jene Arthropoden zu bezeichnen sein, wo das Athmungsorgan bereits in enger Beziehung zu den Extremitäten steht.

Das allgemeine, phylogenetische Schema der Arthropoden dürfte nun folgendes sein: s. p. 74.

Dieser Entwicklungsmodus steht mit der Auffassung Hatschek's (32a) und Kennel's (37), dass Nauplius mit der Trochophora der Würmer zu verbinden sei, in Einklang, er verschafft aber auch einiges Licht, warum die Arthropoden im Allgemeinen in Bezug auf ihre innere Organisation und Entwicklung einander so nah verwandt sind.

Lemberg, im Februar 1894.

Verzeichnis der einschlägigen Schriften.

1. J. M. Balfour, Handbuch der vergl. Embryologie. Übersetzt von Vetter. Bd. I. 1880.
2. —— Notes on the development of the Araneina. Quart. Journ. of Micr. Science. Vol. XX. 1880.
3. Ed. v. Beneden, De la place, que les Limules doivent occuper etc. Journal de Zool. T. I. p. 41. 1870.
4. —— Sur la structure et la signification de l'appareil respiratoire des Arachnides. Bull. sc. dépt. du Nord. 1882. p. 299—301.
5. Ph. Bertkau, Über die Respirationsorgane der Araneen. Archiv für Naturgesch. Jahrg. XXXVIII. 1872. p. 208—233.
6. A. T. Bruce, Observations on the Embryology of Insects and Arachnids. Baltimore 1887.
7. E. Claparède, Recherches sur l'evolution des Araignées. Utrecht 1862.
8. V. Graber, Beiträge zur vergleichenden Embryologie der Insekten. Denkschriften der kais. Akad. der Wiss. zu Wien. Bd. LVIII. 1891.
9. M. Herold, Von der Erzeugung der Spinnen im Eie. 1824.
10. A. Jaworowski, Über die Extremitäten bei den Embryonen der Arachniden und Insekten. Zool. Anz. Nr. 363 u. 364. 1891. — Dasselbe polnisch: Kosmos. Lemberg 1891.
11. —— Kilka słów o rozwoju t. zw. płucotchawek u pająków (Einige Worte über die Entwicklung der sog. Lungentracheen bei den Spinnen). Polnisch. 1893.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

12. J. S. Kingsley, a) Notes on the embryology of Limulus. Quart. Journ. of Micr. Sc. 1885. — b) The Embryology of Limulus. Journ. of Morphol. Vol. VII.
13. K. Kishinouye, On the development of Araneina. Journ of the College of Sc. Univ. Japan. Vol. IV. 1890.
13a. Korschelt u. Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere. Jena 1891.
14. Kowalewski u. Schulgin, Zur Entwicklungsgeschichte des Skorpions (Androctonus ornatus). Biol. Centralblatt. Bd. VI. p. 525—532. 1887.
15. E. Ray Lankester, A new hypothesis as to the relationship of the lung-book of Scorpio to the gill-book of Limulus. Quart. Micr. Sc. XXV. 1885. p. 339—342.
16. M. Laurie, On the Development of the Lung-Books in Scorpio fulvipes. Zool. Anz. XV. 1892. p. 102—105.
17. A. Leuckart, Über den Bau und die Bedeutung der sog. Lungen bei den Arachniden. Diese Zeitschr. 1849. p. 246—254.
18. Fr. Leydig, Lehrbuch der Histologie. 1857.
19. W. A. Locy, Observations on the development of Agelena naevia. Bulletin of the Museum of Comp. Zoölogy at Harvard College. Vol. XII. No. 3. Cambridge 1886.
20. J. MacLeod, Recherches sur la structure et la signification de l'appareil respiratoire des Arachnides. Arch. de Biol. T. V. 1884.
21. E. Metschnikoff, Embryologie des Skorpions. Diese Zeitschr. Bd. XXI. 1870.
22. Milne-Edwards, Études sur les Xiphosures. Mission scientif. au Mexique. 1873.
23. J. Morin, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Spinnen. in: Schriften der Neurussischen Naturforschergesellschaft. Odessa 1888. Russisch. — Anzeige in: Biol. Centralblatt. Bd. VI. 1887.
24. B. Salenski, Entwicklungsgeschichte der Spinnen. Russisch. in: Schriften der Naturforscher-Gesellschaft zu Kiew. 1871.
25. Wł. Schimkewitz, Materialien zur Kenntnis der embryonalen Entwicklung der Spinnen. Russisch. St. Petersburg 1886.
26. —— Les Arachnides et leur affinités. Archives slaves de Biologie. 1886.
27. —— Études sur le developpement des Araignées. Arch. de Biol. T. VI. 1887.
28. O. Schmidt, Handbuch der vergleichenden Anatomie. 7. Aufl. Jena 1876.

Anhang.

29. N. Bobretzki, Die Entwicklung des Flusskrebses. (Russisch.) Kiew 1873.
30. K. Claus, Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceensystems. Wien 1876.
31. V. Graber, Über die Polypodie bei Insektenembryonen. Morph. Jahrb. Bd. XIII.
32. —— Vergleichende Studien am Keimstreif der Insekten. Denkschriften der kais. Akad. der Wiss. Wien. Bd. LVII. 1890.
32a. B. Hatschek, Studien zur Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Arb. Zool. Inst. Wien. I. Bd. 1878 (Über die Bedeutung des Nauplius und die Phylogenie der Crustaceen).
33. T. H. Huxley, Der Krebs. Leipzig 1881.
34. A. Jaworowski, Über die Extremitäten, deren Drüsen und Kopfsegmentirung bei Trochosa singoriensis. Zool. Anz. Nr. 392. 1892.
35. —— Nowe gatunki fauny studziennej miast Krakowa i Lwowa. (Neue Arten der Brunnenfauna von Krakau und Lemberg.) Polnisch mit deutschem Resumé. Lemberg 1893.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

36. J. Kennel, Entwicklungsgeschichte von Peripatus Edwardsii und P. torquatus. Arb. des zool. Inst. Univ. Würzburg. Bd. VII u. VIII. 1885 u. 1886.
37. J. Kennel, Die Verwandtschaftsverhältnisse der Arthropoden. Schriften der Dorpater Naturforschergesellsch. Bd. VI. 1891.
38. J. Nusbaum, a) Beiträge zur Embryologie der Isopoden. Biol. Centralbl. Bd. XI. 1891. — b) Materyały do embryogenii i histogenii równonogów (Isopoda). (Materialien zur Embryogenie und Histogenie der Isopoden.) Polnisch. in: Sitzber. der Akad. der Wiss. zu Krakau. Ser. II. T. V. 1893.
39. W. Pauly, Über die Wasserathmung der Limnaeiden. München 1877.
40. A. Sedgewick, The development of the Cape Species of Peripatus. Part. I—IV. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. XXV—XXVIII. 1885—1888.
41. H. Simroth, Die Entstehung der Landthiere. Leipzig 1891.
42. A. Wrześniowski, O trzech kiełzach podziemnych. Pam. Fiz. T. VIII. Warszawa 1888. Dasselbe deutsch: Über drei unterirdische Gammariden. Diese Zeitschr. Bd. L.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen.

a, Ast der Trachee; *b*, Blut; *c*, Cuticula; *ch*, Chorion; *c—t*, Cephalothorax; *d*, Dotter; *di*, Diaphragma?; *e*, Ektoderm; e_1, Extremitäten; *h*, Hauptstamm der Embryonaltrachee; *l*, sog. Lungenlamelle; *m*, Muskeln; *n*, Nervensystem; *o*, Operculum (Abdominalanhang); *r*, Reste der die Tracheen umgebenden Theile; *s*, Stigmenöffnung; *S*, Stomodaeum; *sb*, Septalband; *V*, sog. Lungentrachee; *v*, vacuolenartige Bläschen; *vh*, Vorraum der Trachee.

Alle Figuren beziehen sich auf Trochosa singoriensis Laxm.

Tafel III.

Fig. 1. Ein Sagittalschnitt durch die Embryonaltrachee, aus deren vorderem Theil, dem Vorraume, die sog. Lunge sich entwickelt. Vergr. Zeiss D, O. 3.

Fig. 2. Eine Embryonaltrachee mit einem Büschel von Ästen, die aus dem kurzen Hauptstamme entspringen. Der hintere Theil des Vorraumes bei *x* ist etwas abgebrochen. Die respiratorischen Lamellen unter dem Ektoderm in Entwicklung bedeutend vorgeschritten. Vergr. Zeiss D, O. 3.

Fig. 3. Ein Frontalschnitt durch den Vorraum d. i. durch die sog. Lunge. Hinten (α) treten parallele Reihen von Kernen in Folge der Faltung der Wand auf, vorn (β) sind die respiratorischen Lamellen stark entwickelt. Vergr. Zeiss D, O. 2.

Fig. 4. Ein Frontalschnitt durch die sog. Lunge, der nur einen Theil der respiratorischen Lamellen getroffen hat. Vergr. Zeiss D, O. 2.

Fig. 5. Mehrere respiratorische Lamellen, dem Schnitte der Fig. 3 entnommen, repräsentiren die allmähliche Auseinanderschiebung ihrer Zellkerne. Bloße Stellen dazwischen sind am Präparat und unter dem Mikroskop wie verschwommen, beim Heben oder Senken des Tubus weisen sie aber Kerne auf (die Muskellage ist ausnahmsweise nur an einer Stelle so breit). Vergr. Zeiss F, O. 4.

Fig. 6. Der Vorraum der Embryonaltrachee nebst der zuletzt entwickelten respiratorischen Lamelle der Fig. 1 entnommen. Vergr. Zeiss F, O. 4.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 6*. Ein Stück eines Astes der Embryonaltrachee.

Fig. 7. Formen verschiedener Zellkerne der respiratorischen Lamellen eines eben ausgeschlüpften Embryo.

Fig. 7*. Ein Frontalschnitt, um die Größe und Stellung der sog. Lungen zu zeigen. Vergr. Zeiss A, O. 1.

Fig. 8. Die sog. Lunge der Länge nach durchschnitten. Die Kerne im Protoplasma der respiratorischen Lamellen zu je zwei neben einander. Vergr. Zeiss D, O. 3.

Fig. 9. Ein etwas schief geführter Sagittalschnitt durch die sog. Lunge, in der die respiratorischen Lamellen wellenförmig gebogen sind, der Hauptstamm aber kurz ist. Vergr. Zeiss F, O. 3.

Fig. 10. Die respiratorischen Lamellen von ihrem Rande abgeschnitten. Die Kerne unregelmäßig geordnet. Bei tieferer Einstellung des Tubus im Blutraum weiße elliptische Räume (Blutkörperchen?) b_1. Vergr. Zeiss D, O. 3.

Fig. 11. Ein Sagittalschnitt, der die Einstülpung der Chorionhaut unter das Abdominalfüßchen (Operculum) darstellt. Vergr. Zeiss D, O. 1.

Fig. 12. Mehrere Lamellen auf verschiedener Entwicklungsstufe. Links drei Lamellen mit regelmäßig vertheilten Kernen, rechts jüngere Lamellen mit unregelmäßig vertheilten Kernen und verschieden großen Hohlräumen (α—$\varkappa$). Vergr. Zeiss F, O. 1.

Fig. 13. Eine durch den Blutraum neben der sog. Lunge geführter Schnitt, um die Muskeln bloßzulegen. Im Blutraum Blutkörperchen b und elliptische Räume (weiße Blutkörperchen?) b_1. Vergr. Zeiss D, O. 3.

Fig. 14. Ein Sagittalschnitt durch die sog. Lunge und den Hauptstamm. Die respiratorischen Lamellen verschiedenartig gekrümmt. Vergr. Zeiss D, O. 3.

Fig. 15. Eine Embryonaltrachee der Länge nach durch den Hauptstamm getroffen. Vorn an der sog. Lunge die Anheftung eines Pumpmuskels. Vergr. Zeiss D, O. 3.

Fig. 16. Ein Schnitt durch die sog. Lunge, ihren Hauptstamm und die Blutwege (α, β, γ). Vergr. Zeiss D, O. 3.

Fig. 17. Lamellen aus einander gelegt. Oberhalb der Linie x—y bei oberflächlicher Einstellung des Mikroskops beide Seiten (Rücken- und Ventralmembran) der Lamelle mit Körnchen bedeckt, unterhalb der Linie x—y bei tiefer Einstellung, — die Zellen mit amöboiden Fortsätzen. Vergr. Zeiss D, O. 3.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: 58

Autor(en)/Author(s): Jaworowski Anton

Artikel/Article: Die Entwicklung der sogenannten Lungen bei den Arachniden und speciell bei Trochosa singoriensis Laxm., nebst Anhang über die Crustaceenkiemen. 54-78