Die Entwickelung des Spinnapparates bei Trochosa singoriensis Laxm. mit Berücksichtigung der Abdominalanhänge und der Flügel bei den Insekten.

Von

A. Jaworowski in Lemberg.

Mit Tafel III u. IV.

Ein Blick in die Litteratur des Spinnapparates bei den Araneina zeigt uns sofort, daß derselbe weit besser in anatomischer als in entwickelungsgeschichtlicher Hinsicht bekannt ist. Der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung stellten sich Schwierigkeiten in den Weg, die nicht leicht zu überwinden waren. Ich gelangte daher erst nach einer langen Reihe von Untersuchungen zu Resultaten, die vielleicht in einer viel kürzeren Zeit in gleichem Maßstabe erzielt wären, wenn mir meine Standesobliegenheiten als Gymnasialprofessor es gestatteten, und ein frisches Material [1]) fortwährend zur Verfügung gestanden wäre.

Da die Entwickelung der Spinnwarzen nur zum Teil und dies nur oberflächlich bekannt war, so hatte dies zur Folge, daß einerseits die Ursache des Auftretens ihrer verschiedenen Anzahl (4 oder 6) bei den Araneina unbekannt blieb, andererseits bei den

---

1) Trochosa sing. findet sich bekanntlich am äußersten Rande Ostgaliziens und in der Ukraina vor.

Spinnen Organe, z. B. Cribellum vorkommen, deren Natur und Entstehung erst noch zu ermitteln nötig war.

Der Spinnapparat bei Trochosa singoriensis während der Entwickelung besteht aus folgenden Bestandteilen: aus a) den 6 Spinnwarzen samt den Spinndrüsen, b) einem rudimentären Cribellum, c) den Spinnklauen und d) einem Calamistrum. Einen jeden dieser Bestandteile will ich einzeln besprechen, doch, wie die Entwickelungsgeschichte es erfordert, die Entstehung der Spinnwarzen und des Cribellums gleichzeitig behandeln.

I. Die Entwickelung der Spinnwarzen, des Cribellums und der Spinndrüsen.

Herold (26) kennt im embryonalen Zustande nur die Stelle, „das Ende des Bauchfleckens", an welcher die Spinnwarzen entstehen.

Claparède (14) kannte die Entwickelung der Spinnwarzen noch nicht. In der Fig. 26 u. 27, Taf. III von Pholcus spilionides stellt er sie in der Zahl 4 dar, ohne eine nähere Angabe über ihre erste Entstehungsart.

Salenski (49) gebührt das Verdienst, zuerst behauptet zu haben, daß das dritte und vierte Paar der Abdominalanhänge am Schluß der Embryonalentwickelung sich in die Spinnwarzen umwandelt, doch ließ er bezüglich der Entstehung der vollen Zahl der Spinnwarzen die Frage offen, indem er schreibt: „Von den drei Paaren der Spinnwarzen entwickeln sich in der zweiten Periode nur zwei Paare. Das dritte Paar entwickelt sich bedeutend später und auf eine ganz andere Weise. Dieser Unterschied in der Entwickelung entspricht dem Unterschiede ihrer Lage und Größe. Das dritte Paar entwickelt sich nicht aus den Abdominalfüßchen, sondern erscheint zwischen dem ersten, über der nach hinten gelegenen Oeffnung in Gestalt zweier konischen Erhebungen. Beim Embryo, wie auch beim entwickelten Tier sind sie bedeutend kleiner als die zwei letzten Paare."

Balfour (3) war bezüglich der Entwickelung der Spinnwarzen im Unklaren. Er glaubt, daß die vier Paare der Abdominalanhänge verschwinden, und zweifelt, ob sich die zwei letzten Paare in Spinnwarzen umwandeln.

Locy (38, S. 82) bestätigt die Beobachtung von Salenski,

doch bezüglich der Entstehung des dritten Paares der Spinnwarzen ist er mit seinem Urteile sehr vorsichtig, wenn er sich, wie folgt, äußert: „In addition to these two large pairs there is a pair of smaller median mamillae, the origin of which I have not traced.“

Wie schwierig die Erkenntnis der Entwickelung der vollen Anzahl der Spinnwarzen sich auch anderen Forschern während der Untersuchungen darbot, ergiebt sich aus ihren verschiedenen Angaben.

Schon vorher hatte Schimkiewitz (51) vermutet, daß die Entwickelung der Spinnwarzen auf eine Art von Neubildung zurückzuführen sei, eine Ansicht, die durch Untersuchungen von Barrois (4, S. 544) ihre Bestätigung findet. Der letztere schreibt: „les filières elles-mêmes naissent à cette époque sous forme d'assez larges soulèvements de la peau, situés à la limite postérieure des plaques sternales; elles n'apparaissent d'abord qu'au nombre de deux paires: la troisième, plus petite, ne se forme que plus tard.“

Morin (40) führt die Angabe Salenski's an, nämlich daß das dritte und vierte Paar der Abdominalanhänge, d. i. am vierten und fünften Abdominalsegment, zu Spinnwarzen werden, das zweite Paar hingegen, am dritten Abdominalsegment, der Rückbildung anheimfällt, was erst Kishinoye (31) ganz richtig abbildet. Der letztere Forscher glaubt auch, daß die Entwickelung des dritten Spinnwarzenpaares bei Agalena erst nach dem Ausschlüpfen aus dem Eie, somit im postembryonalen Zustande, stattfinde.

Die neuesten Untersuchungen finden wir in Korschelt-Heider, Lehrbuch der vergleichenden Embryologie, vor. Es wird hier angegeben, daß die Spinnwarzen mit Rücksicht auf die Konstatierung einer größeren Anzahl der Abdominalanhänge aus dem vierten und fünften Paar hervorgehen, wozu vielleicht noch das sechste Paar miteinbezogen werden dürfte.

Lang (36, S. 539) stellt es auf Grund vergleichend-anatomischer Betrachtungen als sehr wahrscheinlich hin, daß die zwei oder drei Paar Spinnwarzen rudimentäre Abdominalgliedmaßen seien, das Cribellum hingegen der letzte Rest eines weiteren (vierten) abdominalen Gliedmaßenpaares sei.

Wir sehen also, daß die Entwickelung der vollen Anzahl der Spinnwarzen bis jetzt unbekannt ist, daß aber auch das erste Entstehen derselben verschiedene Darstellungen erfahren hat.

Meine Untersuchungen an Trochosa singoriensis berechtigen

mich, die eben erzielten Resultate zu veröffentlichen. Da es sich aber vor allem darum handelt, aus welchen Abdominalanhangspaaren die Spinnwarzen entstehen, so muß ich die Ergebnisse der darauf gerichteten Untersuchungen gleich vorausschicken.

Bekanntlich wird die Anzahl der Abdominalanhänge mit vier Paaren angegeben (Salenski, Balfour, Schimkiewitz, Kishinoye, Locy und Morin), bei Trochosa fand ich (27) seiner Zeit 5 Paare, das letzte jedoch stark reduziert, und Claparède hatte schon vorher bei Clubione 6 Paare gefunden. Die Dislokation, resp. die Entwickelung der eben erwähnten Anhangspaare scheint verschieden zu sein. Salenski fand bei Clubione, Schimkiewitz bei Agalena und seiner Zeit auch ich bei Trochosa am ersten Abdominalsegment kein Anhangspaar vor, Claparède, Balfour und andere zeichnen das erste Paar der Anhänge am ersten Abdominalsegment, und die neuesten Untersuchungen von Korschelt und Heider (32) sind insofern von Wichtigkeit, als sie bei einer nicht näher bestimmten Spinnenart je ein Abdominalanhangspaar nicht nur am ersten, sondern auch am sechsten Segment als rückgebildet schildern, somit die Beobachtungen Claparède's bestätigen. Der letzte Fall veranlaßte mich zu wiederholten, seiner Zeit an vielen Embryonen angestellten Untersuchungen, und ich fand nun bei Trochosa folgendes vor.

In einem Stadium, aber vor Reversion (Fig. 1) sind am zweiten, dritten, vierten und fünften Abdominalsegment die Anhänge in derselben Linie wie die Cephalothorax-Extremitäten ausgebildet, nach hinten stufenweise immer kleiner und von verschiedener Form. Nach vorn von der Basis der Abdominalanhänge und gegen die Mittellinie des Körpers ist in einem jeden Segment eine deutliche ektodermale Verdickung, die Anlage des Ganglions, sichtbar. Am ersten Abdominalsegment des Trochosaembryos treten bei einer stärkeren Vergrößerung dieselben Teile auf, doch ist das Abdominalfüßchen ganz rückgebildet, wie dies aus der Fig. 2 zu ersehen ist. Ein derartiger Sachverhalt läßt uns schließen, daß alle Spinnen ursprünglich auch am ersten Abdominalsegment entsprechende Anhänge hatten, doch im Laufe der Zeit ein Teil von ihnen sie schon frühzeitig der Rückbildung anheimfallen ließen. Ich muß jedoch hier ausdrücklich bemerken, daß mir die konstante Anzahl von sechs Paar Abdominalanhängen an der Bauchseite der Araneinen dennoch recht zweifelhaft scheint, da man in gewissen Fällen (Fig. 3) sie nicht nur am 2.—6. Segment bei Trochosa sing. deutlich entwickelt findet, sondern deutliche Spuren auch am 7.—10.

Segment mit nach hinten allmählich abnehmender Größe zum Vorschein kommen. Ein derartiges Verhalten bringt die Spinnen nicht nur in eine nähere genetische Beziehung zu den Skorpionen, sondern macht es auch wahrscheinlich, daß sie ähnlich wie die Insekten nach Graber (19) in phylogenetischer Hinsicht von den polypoden bezw. pantopoden Formen, die etwa den Würmern ähnlich waren, abzuleiten sind

Die Rückbildung der Abdominalanhänge bei Trochosa sing. findet weniger an vorderen, stark aber an den hinteren Segmenten des Abdomens statt. Am ersten Abdominalsegment ist der Anhang während der Entwickelung schwach sichtbar, am zweiten dient er als Operculum über das Stigma der sog. Lunge, am dritten ist er gleichfalls deutlich entwickelt, doch wie Fig. 4 am Längsschnitte zeigt und wie es bereits auch Kishinoye (Fig. 34, Taf. XV) richtig zeichnet. Das Innere entwickelt kein Mesodermgewebe. Die Abdominalanhänge des vierten und fünften Segmentes allein sind bevorzugt, sich im Laufe weiterer Entwickelung in die Spinnwarzen umzuwandeln, während die Anhänge übrig gebliebener Abdominalsegmente, und zwar des dritten Segmentes, wo sie zuweilen am stärksten entwickelt erscheinen, und des sechsten Segmentes, schon sehr frühzeitig ganz verschwinden und an der Warzenbildung überhaupt gar keinen Anteil nehmen (Fig. 5).

Die Form der Abdominalanhänge ist während der Entwickelungszeit veränderlich. Ich habe mich schon früher (27, 28) damit beschäftigt, doch gelang es mir nicht, seiner Zeit die Frage nach der Entwickelung der vollen Anzahl der Spinnwarzen endgiltig zu lösen. Vor der Reversion ist die Gestalt der Abdominalanhänge einfach, zwei- oder auch dreilappig. Konstant ist die Form des Anhangs am zweiten und sechsten Segment, am dritten hingegen ist sie zwei-, ja auch dreilappig (Fig. 6). Anders ist es nach der Reversion. In diesem Entwickelungsstadium und zwar in der Fig. 7 besitzt das vierte und fünfte Paar der Abdominalanhänge eine ganz charakteristische Form. In beiden Paaren bestehen die Abdominalanhänge aus Doppelsäckchen, die der Größe nach im vierten Paare einander beinahe gleich sind, das Innensäckchen aber d. i. das der Mittellinie des Körpers nächst gelegene überlagert das Außensäckchen der Länge nach beinahe zur Hälfte. Beide Säckchen des vierten Paares, die ich sowie die des folgenden fünften Paares der Kürze halber als Exo- (*ex*) und Endopodit (*en*) bezeichne, sind von rundlich-elliptischer Form. Diese Teile des fünften Abdominalanhangs am fünften Segment sind ungleich, das Endopodit ist be-

deutend kleiner als das Exopodit, auf dem es ganz aufgelagert ist und mit dem es an der Basis verschmolzen erscheint. Es ist also klar, daß in einem gewissen Entwickelungsstadium, wenn diese Säckchen aufeinander aufliegen (Fig. 5, 8), der Beobachter sie als eines vor sich zu sehen glaubt oder zu ganz irrigen Deutungen gelangt. Nicht minder wichtig für die Lösung der Frage nach der Entwickelung der vollen Anzahl der Spinnwarzen stellt sich der Sachverhalt in der Fig. 9 vor. Der Anhang am vierten Abdominalsegment scheint bei schwacher Vergrößerung nur aus einem Säckchen zu bestehen, hingegen ist der des nächstfolgenden Segmentes derart entwickelt, daß man hier sofort die beiden Bestandteile der Extremität vor sich hat. Das Exopodit übertrifft das Endopodit drei- bis viermal an Größe. Bei einer stärkeren Vergrößerung, beim Heben und Senken des Mikroskoptubus repräsentiert sich der Anhang des vierten Segments nicht als ein einfaches (Fig. 10), sondern als ein doppeltes Säckchen, wobei ein Säckchen an das andere von der Seite dicht angepreßt ist. Der Anhang des fünften Segments, und zwar das Exopodit, ist auch hier, wie ich seiner Zeit (28) bereits zur Kenntnis brachte, im embryonalen Zustande zweigliedrig (vergl. Fig. 8 aa_5).

Dies der Sachverhalt der Entwickelung der Abdominalanhänge des vierten und fünften Paares, und mit Hinsicht auf die bereits durch Salenski konstatierte Thatsache, daß sie nach Verlagerung an das Körperende unter gleichzeitiger Anschließung in der Mittellinie (vergl. Fig. 5) die Spinnwarzen liefern, ergiebt sich von selbst die richtige Anzahl derselben. Die Exopodite des vierten Paares der Abdominalanhänge liefern im Laufe weiterer Entwickelung das erste, vorderste Spinnwarzenpaar, die des fünften Paares das hinterste, die Endopodite des vierten Paares verkümmern, und die des fünften Paares bilden das mittlere Spinnwarzenpaar.

Cribellum. Da nun bei Trochosa, wie bemerkt, auch an dem vierten Segment der Anhang während der Entwickelung ein Endopodit enthält, so ist es selbstverständlich, daß dieses im Falle seiner Persistenz im Laufe weiterer Entwickelung auch ein Spinnwarzenpaar liefern würde, dessen Lage eine ähnliche wäre, wie die der mittleren Spinnwarzen. Die Endopodite gehen jedoch in dem Maße, wie sich diese Teile der Mittellinie nähern, während die Bauchsegmente, vom sechsten angefangen, bis zum After miteinander verschmelzen und sich rückbilden, allmählich ein, und schon nach der ersten Häutung kann man an ihrer Stelle nur mit Schwierigkeit Ueberreste in Form eines stark rückgebildeten

Cribellums (Fig. 11 *a* u. *b*), vorfinden, die später auch ganz verschwinden. Wir gelangen hiermit zu dem Schluß, daß die Spinnen, die ein Cribellum besitzen, ein solches gleichfalls aus einem Paar der Endopodite entstehen ließen und, da dieselben ähnlich wie die des nächstfolgenden Paares eingliedrig waren, ihre Höhe infolge des Anpassungsvermögens allmählich einbüßten. Die Leiste, die das Cribellumfeld bei gewissen Spinnen in zwei gleiche Teile teilt, entstand aus dem Zusammentreffen zweier chitinösen Wänden entsprechender Extremitätenteile — ist aber auch diese verkümmert oder ganz eingegangen, so ist diese Modifikation des Cribellums durch weitere Rückbildung leicht zu erklären.

So glaube ich nun das Wesen und Entstehen des Cribellums richtig begründet zu haben. Es bleibt mir noch übrig mitzuteilen, daß wir bisher keine entwickelungsgeschichtliche Mitteilung hierüber besitzen, daher die Ansichten verschiedener Autoren geteilt sind. Vor allem sei hier noch hervorgehoben, daß Cambridge (11) bei der Spinne Oecobius 8 Spinnwarzen zeichnet, was vielleicht dadurch zu erklären ist, daß die Cribellumendflächen über die basalen etwas gewölbt waren, somit die entsprechenden Endopodite in der Rückbildung etwas zurückgeblieben sind. Blackwall (7) erklärte richtig das Cribellum, ohne jedoch Beweise zu liefern, als ein viertes Paar der ganzen Länge nach verwachsener Spinnwarzen und hielt an dieser Ansicht fest, da er auch in einer späteren Arbeit (8) davon nicht zurückgetreten ist. Seine Abbildungen, Benennung und Beschreibung scheinen übrigens auch dafür zu sprechen, daß ihm kleine Erhebungen über die Oberfläche zu bestehen schienen. Berthkau's (5, 6) Untersuchungen bekräftigen diese Ansicht. Seine Beschreibung der Cribellumspinndrüsen, sowie das Endigen der Ausführungsgänge in sog. Spinnröhrchen, tubuli textorii, sprechen dafür.

Einer entgegengesetzten Meinung wäre unter anderen Thorell (55) zu nennen, welcher glaubte, daß das Cribellum durchaus nicht aus einem Spinnwarzenpaar entstanden gedacht werden könne. Da er jedoch in den Cribellumfeldern anfangs kleine Tracheenmündungen enden sah, von dieser Ansicht später auch abkam, ohne etwas Entscheidendes anzugeben, so ist seine Ansicht als nicht stichhaltig anzusehen. Daß die Cribellumdrüsen mit Geschlechtsfunktion, resp. mit der Bereitung des Cocons durch das Weibchen gewissermaßen in Zusammenhang stehen, dies ist aus den Angaben von Berthkau (6) und Simon (54) ersichtlich. Nach ihnen ist das Cribellum bei den Weibchen und jungen

Männchen gut entwickelt, bei erwachsenen Männchen hingegen bereits rudimentär.

Das Cribellum kann infolge der Rückbildung ganz eingehen, — ich sage infolge der Rückbildung, da, wie wir oben sahen (Fig. 7), ein solches im embryonalen Zustande durch die stark entwickelten Endopodite des vierten abdominalen Anhangspaares gut repräsentiert wird. Das Cribellum ist somit durchaus nicht als eine Neubildung bei den Spinnen, die sich durch Auftreten eines solchen Organs von den übrigen Arachniden unterscheiden sollen, zu betrachten — es ist nur ein wesentlicher und accommodierter Bestandteil der Abdominalanhänge.

Auf eine ähnliche Weise, wie die Endopodite des vierten Paares der Abdominalanhänge eingiengen und das Cribellum liefern, ist dann auch die Rückbildung der mittleren Spinnwarzen zu erklären, insbesondere aber bei solchen Spinnen, die während ihres Lebens verhältnismäßig wenig Spinnstoff zu liefern brauchen. Bei den Tetrapneumones im embryonalen Zustande dürfte man da interessante Resultate erzielen, und es wird sich ergeben, daß die Endopodite des fünften Abdominalanhangspaares ähnlich wie die des vierten ganz eingehen, somit nur die vier Expodite die bekannte Spinnwarzenanzahl liefern.

Spinndrüsen. Im Anschluß an die Erklärung des Entstehens der Anzahl der Spinnwarzen (6 oder 4) sowie des Cribellums sei es mir gestattet, auch das mitzuteilen, was mir über die erste Entwickelung der Spinndrüsen bekannt geworden ist. Vor allem muß ich jedoch erwähnen, daß über die Entwickelung der Spinndrüsen Morin (40) die erste Mitteilung macht. Es heißt nach ihm, daß diese in einem gewissen Stadium, an der Spitze des dritten Paares der Abdominalfüßchen und zwar in Form einer kleinen ektodermalen Einstülpung beginnt. Eine ähnliche ektodermale Einstülpung ist nach ihm am vierten Paar nicht sichtbar, doch glaubt er, daß sie sich zur selben Zeit entwickeln müsse. Jene Einstülpung vergrößere sich, werde flaschenförmig, der innere blind endigende Teil werde zur Drüse, der zurückgebliebene zum Ausführungsgang.

Mit diesen Angaben von Morin stehen meine Beobachtungen nicht in Einklang. Junge Trochosa singoriensis kommen ziemlich unentwickelt zur Welt, sie sehen z. B. noch nicht[1]), und ihre

1) Dies dürfte vielleicht der Grund sein, warum sie von der Mutter noch eine gewisse Zeit nach dem Ausschlüpfen auf dem Rücken getragen werden.

Spinnwarzen funktionieren erst nach einer späteren Häutung. Trochosa ist ein dankbares Untersuchungsobjekt zur Konstatierung der Art der Entwickelung der Spinndrüsen, die sich hier im postembryonalen Zustande entwickeln. Wenn wir jedoch vorerst Morin's Fig. 31, Taf. II, und Fig. 18, Taf. IV, näher in Betracht ziehen, so scheint es mir, daß dieser Forscher einem Irrtume anheimgefallen ist, was um so leichter stattfinden konnte, als ihm die Entwickelung der mittleren Spinnwarzen sowie die des Cribellums noch nicht bekannt war. Es ist hier die Möglichkeit durchaus nicht ausgeschlossen, daß wir an den Figuren, die die Schnitte vorstellen, die beiden Säckchen, das Endo- und Exopodit des Abdominalanhangs, vor uns haben, aber keineswegs eine Einstülpung, die zur Bildung einer einzigen Spinndrüse führen sollte. — Bei den Embryonen von Trochosa singoriensis, welche sich bereits zum Ausschlüpfen anschicken, findet man am Längsschnitt durch die Spinnwarzen des vierten und fünften Segments, daß das Mesodermgewebe an dieser Stelle sehr stark ausgebildet und noch im steten Wachstum begriffen ist. Das die Spinnwarzen ausfüllende Gewebe ist, wie die Fig. 4 zeigt, viel dichter und seine Kerne zuweilen in parallele Reihen geordnet. Die Kerne des unter den Spinnwarzen liegenden Mesodermteiles sind mehr zerstreut. Von einer Einstülpung und Bildung der Spinndrüsen im Sinne Morin's ist hier absolut nichts zu sehen. Erst wenn die jungen Trochosa zur Welt kommen, ist die Entwickelung der Spinndrüsen zu sehen.

Auch erachte ich als notwendig, den äußeren Bau der Spinnwarzen in den jüngsten Stadien kennen zu lernen, denn dadurch gelangen wir zur Erkenntnis, daß das Spinnorgan alle seine Bestandteile nicht gleichzeitig, sondern allmählich entwickelt.

An einem Flächenschnitte in der Richtung der Spinnwarzenmuskel (Fig. 12) und ähnlicher ihm paralleler (Fig. 13) ist die Anlage der Spinndrüsen bei der Trochosa vor der zweiten Häutung schon ziemlich stark entwickelt. Im Mesodermgewebe zwischen dem Darm, den Körperwänden und Spinnwarzenmuskeln (Fig. 12) ist eine gewisse Anzahl von dunkleren Stellen. Dies sind die Querschnitte der Spinndrüsen von verschiedener Form. Auch an der Basis der Spinnwarzen ist eine gewisse Anzahl von Spinndrüsen entwickelt. Die letzteren sind verschieden groß und finden sich auch im Innenraum der Spinnwarze vor.

An einem etwas schiefen Flächenschnitt erkennt man, daß die Entwickelung der Spinndrüsen und der Ausführungsgänge nicht gleichzeitig ihren Anfang genommen hat (Fig. 14). Während näm-

lich die einen Spinndrüsen von der Spinnwarze sich einstülpen, sehr weit in das Innere des Mesodermgewebes eindringen, dabei bauchig oder cylinderförmig werden, ihr Ausführungsgang dementsprechend recht lang ist, und dadurch Glandulae ampullaceae darstellen, sind die anderen in der Entwickelung später aufgetreten. Es liefern von den letzteren die einen, die zu beiden Seiten spitz sind, die Glandulae tubuliformes, während sich die anderen, die am wenigsten entwickelten, in die Glandulae aciniformes umwandeln. Bei gewöhnlicher Betrachtung stellen sich die Spinndrüsen als grobkörnige Gebilde dar, doch bei genauer Prüfung und starken Vergrößerungen erweist sich ihr Bau aus rundlichen, im Durchschnitt 0,0047—0,0057 mm großen, dicht aneinander angeschmiegten, mit Kernen versehenen Zellen (Fig. 15). Diese Zellen sind im Ausführungsgang schon frühzeitig anzutreffen. Die Anlage der Spinndrüse ist nicht auf jenes netzartige Mesodermgewebe zurückzuführen, sondern sie ist selbständig, so daß man behaupten kann, daß die Drüsen im Laufe ihrer weiteren Entwickelung in dieses hineinwachsen. In Anbetracht dessen, daß die Spinndrüse, anatomisch untersucht, in ihrem Inneren mit keiner Cuticularmembran ausgekleidet ist, könnte man verlockt sein, die Beobachtung Morin's, daß sie ektodermalen Ursprungs wäre, nicht gut zu heißen und dies nur für den Ausführungsgang gelten zu lassen — doch in Anbetracht dessen, daß sie wirkliche Cruraldrüsen sind, wie dies ihre Entwickelungsgeschichte bestätigt, war ich bemüht, speciell auf diesen Punkt noch weiter einzugehen, und gelangte hiermit zu folgendem Resultate.

Das jüngste Stadium, das von mir beobachtet werden konnte, gewährt die Ansicht, daß die Spinndrüsen an den Spinnwarzen in Form von ektodermalen Einsenkungen in größerer Anzahl zur Entwickelung gelangen. Die so entstandenen Säckchen werden bald am apikalen Ende etwas erweitert und mit einem grobkörnigen Inhalt versehen (Fig. 12), wobei die Spinndrüsen, wenn sie noch in den Warzen vorhanden sind, zuweilen ein traubenförmiges Aussehen darbieten. Das nächstfolgende Stadium (Fig. 16) wird durch das weitere Wachsen der Spinndrüse und Veränderung ihres Inhaltes veranlaßt. Die Spinndrüsen selbst werden keulen- oder kolbenförmig, und dadurch tritt schon die deutliche Differenzierung dieser Einstülpung in ihre Bestandteile zum Vorschein, nämlich in die eigentliche Drüse, die bereits aus den Zellen aufgebaut ist, und in den Ausführungsgang, der sich in Form einer durchsichtigen Cuticularmembran vorstellt. Der Verlauf der weiteren

Entwickelung unterliegt schon geringen Abweichungen. Es wächst die eigentliche Drüse infolge der enormen Längenausdehnung des Ausführungsganges in das netzförmige Mesodermgewebe (Fig. 16, 15) hinein, wobei ihre grobkörnigen Zellen nicht immer deutlich zum Vorschein gelangen. In der Fig. 15 ist es auch ersichtlich, daß zwischen der Spinndrüse und dem netzförmigen Mesodermgewebe noch ein freier Raum übrig geblieben ist. Mich dünkt, daß dieser infolge der durch Reagentien veranlaßten Kontraktion entstanden ist. Das Einbiegen des Ausführungsganges gewisser Drüsen kommt ziemlich spät im postembryonalen Leben zustande.

Was nun die Entwickelung der Spinnkegel an den Spinnwarzen anbelangt, so muß ich hier die Bemerkung vorausschicken, daß es mir nicht gelungen ist, ihren Entwickelungsgang genau zu verfolgen. Schon sehr frühzeitig, gleich nach der ersten Häutung im postembryonalen Leben erscheinen die Spinnkegel an der Spitze der Spinnwarzen als ektodermale Ausstülpungen. Ihre Anzahl zu dieser Zeit ist noch recht gering. An den vorderen Spinnwarzen (Fig. 17, 18) konnte ich ihrer nur 4 oder 6 zählen, an den hinteren, und zwar bei den letzteren am Exopodit 6, und am Endopodit nur 4. Auch existiert bereits ein deutlicher Unterschied zwischen den Spinnkegeln beider Warzenpaare. Während nämlich an dem vorderen Warzenpaar die Basalteile (Fig. 17, 18) niedrig, kegelförmig und stark aufgetrieben sind, sind sie an dem Exo- und Endopodit des hinteren Abdominalanhangspaares (Fig. 19, 20) von gleicher Form, doch bedeutend in die Länge ausgezogen. Es sind dies die Unterschiede, die gleich im postembryonalen Leben auftreten und auch später bei der Spinne erhalten bleiben. Die Basalteile der Spinnkegel, wie bereits erwähnt, müssen als ektodermale Ausstülpungen, die Endteile dagegen als modifizierte Borsten angesehen werden. Letzterer Fall wird insbesondere dadurch unterstützt, daß an den Spinnkegeln manchmal Borsten ansitzen, die noch allseits ganz kleine Härchen an sich tragen, und die sie später ganz eingehen lassen. Die Borsten sind gerade oder säbelartig gekrümmt und werden erst zu Spinnröhrchen, wenn ihr vorderes, freies Ende mit einer Oeffnung versehen wird. Es ist nicht leicht, den Entwickelungsgang des Spinnröhrchens zu beobachten, es ist mir jedoch in gewissen Fällen zu konstatieren gelungen, daß sich in der Spitze der Borsten schwarze Flecken vorfinden (Fig. 18), deren Entstehen auf den Luftinhalt zurückzuführen ist. — Ungleich groß ist die Anzahl der Spinnkegel in späteren Stadien. Bei einer erwachsenen

Spinne finde ich an den vorderen Warzen 80—90, an den hinteren und zwar an dem Exopodit 80—100 und an dem Endopodit 48—55, woraus ersichtlich ist, daß die größte und die kleinste Anzahl auf den entsprechenden Teilen des hinteren Spinnwarzenpaares vorherrscht.

II. Die Spinnklauen.

Wie die Spinnklauen entstehen, welchen Verlauf ihre Entwickelung nimmt, darüber haben wir in der Litteratur keine Anhaltspunkte.

Herold, der eine eben aus dem Ei ausgeschlüpfte Epeira, seine Fig. 7 u. 8, Taf. II, und eine andere nach der Häutung Fig. 9—12 gezeichnet hat, erwähnt von der Entwickelung dieses Organes überhaupt nichts. Bei der letzteren fand er, daß der Körper nur mit kurzen steifen Borsten bedeckt ist. Claparède stimmt damit bei Lycosa agretica für den embryonalen Zustand überein, doch zeichnet er von einer nicht näher bestimmten Epeira-Art in der Fig. 54, Taf. VII, die Füße hier und da mit Borsten besetzt, das Endglied hingegen mit je zwei Krallen versehen, — einen Fall, den wir bei den Araneina überall vorfinden und der sich bei vielen anderen Arthropoden wiederholt. Claparède's Zeichnung kann ich jedoch nicht beistimmen, nach welcher bei den Spinnen auch auf den Pedipalpen zwei Krallen vorkämen, da ich nicht nur bei Trochosa, sondern auch bei den anderen Spinnen eine solche stets in der Einzahl angetroffen habe, was als ein charakteristisches Merkmal für diesen Anhang des Cephalothorax gelten kann.

Betrachten wir nun näher die in Rede stehenden Gebilde aller Cephalothorax-Anhänge kurz vor der ersten Häutung der Trochosa singoriensis. Fig. 21, 22 stellen das Endglied des ersten, zur Entwickelung gelangten Anhangs, der Mandibeln (Cheliceren), von beiden Seiten dar. Dieses ist an der Basis stark erweitert und an der Spitze hakenartig gekrümmt, an der Innenseite, von oben gesehen, besitzt es eine Reihe verschieden entwickelter Zähne, von denen der zweitunterste und der vorletzte die breiteste Basis besitzt, der letzte hingegen spitz ist und von den übrigen durch das Zustandekommen einer Lücke ziemlich entfernt liegt. Fig. 22 stellt denselben Anhang, von unten gesehen, vor. In beiden Fällen ist neben der Basis des Endteiles eine steife Borste eingelenkt.

Die Klaue der Pedipalpen (Fig. 23—25) ist an der Spitze des Anhangs in der Einzahl vorhanden. Sie besteht aus einem hufeisenförmigen Basalstück und einem in der Mitte desselben von unten nach oben dünner werdenden, an der Spitze jedoch zuweilen unter 90° gekrümmten Endteile, auf dessen konvexen Krümmungsstellen manchmal ein oder zwei Höcker wahrnehmbar sind.

Das Endglied der übrigen Cephalothorax-Extremitäten ist stets mit zwei Hauptklauen und einer Zwischenklaue (Afterklaue) versehen. Im wesentlichen besteht auch hier die Klaue aus ähnlichen Bestandteilen, wie die der Pedipalpe, doch ist das Basalstück, weil es mittelbar an ein anderes stößt, insofern modifiziert, als der Außenarm des hufeisenförmigen Gebildes nach unten, d. h. gegen die Anheftungsstelle gesenkt ist. Die Innenseite dieser Klaue ist bisweilen höckerig, wie mit stumpfen Zähnchen besetzt. Zwischen den Innenarmen der hufeisenförmigen Basalteile der Hauptklaue findet sich die sog. Afterklaue vor, die etwa die halbe Höhe der wirklichen Klaue erreicht.

Sie gleicht einem stark entwickelten platten Zahne, dessen Außenseite konvex und dessen Innenseite konkav gekrümmt ist (Fig. 26), somit im allgemeinen eine gleiche Form besitzt, wie die stärker entwickelten ihr verwandten Hauptkrallen, abgesehen davon, daß die konkave Seite infolge der noch nicht stattgefundenen Einbiegung gar nicht sichtbar ist (Fig. 27, 28). Auf der Membran zwischen den Innenarmen beider hufeisenartiger Basalteile ist bisweilen eine größere Gruppe abgestumpfter zahnartiger Höcker anzutreffen (Fig. 29, 30), die in zahlreichen Fällen ganz fehlen. Alle Klauen haben einen Innenraum, sie sind, sozusagen, röhrenförmig, und an ihrer Basis ist etwa in der Mitte, doch gegenüber der Außenseite, gleich wie bei vorher erwähnten Anhängen eine Borste gewachsen. Bemerkt sei hier noch, daß die Afterklaue zuweilen fehlen kann.

Was die Klauen des vierten, fünften und sechsten Paares der Cephalothoraxanhänge anbelangt, so sei hier bemerkt, daß wir sie von gleicher Beschaffenheit und einem gleich ähnlichen Baue wie bei den vorhergehenden Extremitäten vorfinden (Fig. 31).

Die Entstehung dieser Klauen, die ich als Ur-, bezw. Embryonalklauen bezeichne, glaube ich in Anbetracht dessen, daß an den Extremitäten auch andere größere und kleinere Borsten, die ersteren an der Spitze (Fig. 32) hakenartig gekrümmt erscheinen, von diesen ableiten zu dürfen. Die Stellung und der Gebrauch

der an der Spitze der Extremität eingesenkten Borsten zog die Notwendigkeit ihrer Modifikation nach sich.

Ich bemerke noch, daß die Urklauen, mit denen die Spinne zur Welt kommt, auch eigene Muskelfasern (*s*, *s*, Fig. 33) haben, durch die sie in gewissen Fällen ganz in das Innere des Fußes eingezogen werden können, so daß dadurch die Extremität an der Spitze wie eingestülpt erscheint. Ob diese Erscheinung auch mit irgend einer ursprünglichen Funktion verbunden war, dies wollen wir dahingestellt lassen; Thatsache ist es, daß die Muskelfasern später eingehen und die Klauen samt der Cuticularhaut während der nächsten Häutung abgestoßen werden.

Eine nicht minder große Schwierigkeit bietet uns die Ableitung der Spinn- resp. Kammklauen der Spinnen aus den Borsten durch Anpassung der Urklauen. Das, was ich hier mitteile, ist der erste Versuch, ihre Genesis aufzuklären.

Die erste Häutung wird bei Trochosa singoriensis dadurch eingeleitet, daß sich die Innenhaut von der äußeren abhebt und zwischen den so gebildeten Chitinlagen eine dichte, körnige Flüssigkeit auftritt, die die specielle Untersuchung der feineren Bestandteile und die weiteren Vorgänge in denselben zu beobachten nicht zuläßt (Fig. 34). Während nun die definitive Extremität infolge der Kontraktion der einzelnen Glieder (Fig. 35) auch die Gelenkstellen gegen den Körper einzieht und dadurch den Eindruck gewährt, als ob sie in einer anderen wie neu entstanden wäre, bilden sich an ihr die Haare, deren Verlauf der Entwickelung aus trichogenen Zellen ähnlich ist, wie Wl. Wagner (57) beschreibt und abbildet, und die Klauen aus. Nun beginnt ihr rasches Wachstum, es strecken sich die einzelnen Glieder und die Kammklauen erreichen die vorher beschriebenen Urklauen (Fig. 36), wo sie infolge des Druckes die ursprüngliche Haut sprengen und dadurch die Häutung der Extremität einleiten.

Sehen wir uns eine Kammklaue etwas genauer an, und zwar beginnen wir der Reihe nach von der ersten, die sich in der Einzahl an der Spitze der Pedipalpen vorfindet. Diese ist, wie Fig. 37 vorstellt, sichelförmig, doch minder stark gebogen als die der Füße. Auf der Innenseite besitzt sie 6 Zähne, die von der Spitze gegen die Basis zu an Größe abnehmen. Die ersten zwei sind am größten. An der Basis, hinter den kleinsten Zähnen, ist eine Erhabenheit in Form eines größeren, niedrigen, doch stark abgestumpften Zahnes. Die ersten zwei Zähne besitzen eine schwache Krümmung. Sie sind, ähnlich wie die Spitze (der Spitz-

zahn), gestreift. Die Streifen verlaufen von der Rückenseite schief gegen die Innenseite und die Basis. Hinter dem Rücken dieser Klaue, in einer gewissen Entfernung von ihr, befindet sich eine Stachelborste. Die Kammklauen der übrigen Extremitäten sind stark sichelartig gekrümmt, doch ist der Krümmungswinkel kleiner als der der Embryonalklauen. Am stärksten sind sie am ersten und vierten Paar entwickelt. Die Form und die Anzahl der Zähne an denselben ist verschieden. Am ersten Paar der in Rede stehenden Anhänge (Fig. 38) besitzt die Klaue außer der Spitze 13, am zweiten Paar 10 (Fig. 39), davon 2 ganz kleine, am dritten 8 (Fig. 40) und 2—3 ganz kleine nicht entwickelte, am vierten Paar 9 (Fig. 41), und 3 ganz kleine, wie am dritten Fußpaar. Viel deutlicher ist der Verlauf der Streifen an den Kammklauen als an denen der Pedipalpen. Die sogen. Afterklaue ist dadurch ausgezeichnet, daß sie etwa in der Mitte der Innenseite einen recht spitzen, borstenartigen Zahn besitzt. Hinter der Rückenseite, in der nächsten Nähe der Klaue, wie an den Pedipalpen findet sich kein Borstenstachel vor. Umgeben ist sie jedoch von Haaren, welche von beiden Seiten scharf sägeartig gezähnt sind. — Die Mandibelklaue (Fig. 42), insbesondere nach der zweiten und den folgenden Häutungen, verrät gewissermaßen die Entwickelungsvorgänge der Pedipalpen und der Extremitäten. Auf der Innenseite sind auch hier 12 ganz stumpfe, niedrige, in einer Reihe dicht aneinander gestellte Zähne vorhanden, die bei den in der Entwickelung stark fortgeschrittenen und alten Individuen nicht vorzufinden waren. Es sei hier auch bemerkt, daß in den Kieferklauen (Fig. 42) um diese Zeit die Entwickelung der Giftdrüse, also ziemlich spät, zustande kommt. Dies ist insofern von Wichtigkeit, als wir uns den Schluß erlauben, daß die Spinnen, möglich wie die Insekten, ursprünglich vielleicht von Pflanzensäften lebten, mit der Zeit jedoch an die tierische Nahrung angewöhnt, auch die Giftdrüse zur Bewältigung der Beute entwickeln ließen.

Bei dieser Gelegenheit muß ich noch Erwähnung thun, daß die Anzahl der Zähne in den Kammklauen der vier letzten Cephalothorax-Extremitäten erwachsener Spinnen geringer ist, als bei der soeben erwähnten, die noch ganz jung waren. In den Kammklauen des ersten Paares der Gangfüße sind 7 Zähne, davon die letzten 2 proximalen schwach entwickelt, — in denen des zweiten Paares auch 7, wovon ein Zahn mittelstark, die letzten 2 stufenweise in der Rückbildung begriffen sind, — in denen des dritten Paares 10, davon die letzten 2—3 stetig kleiner sind

und in denen des vierten Paares der Beine 8 Zähne, wovon die 3 letzten rudimentär geworden sind. Das Verhältnis der Zahnentwickelung in den Kammklauen der jungen Trochosa zu der der erwachsenen ist hier wie 13 : 10 : 10 (11) : 12 zu 7 : 7 : 10 : 8. Die Anzahl der Zähne in den Klauen des dritten Fußpaares ist beinahe konstant, und die der Pedipalpen immer nur 6. Der Umstand der Rückbildung der Zähne in den Kammklauen der Trochosa singoriensis gestattet uns einen Schluß auf ihre Lebensgeschichte zu machen. Es scheint, daß sie ursprünglich, ähnlich wie die heutige Epeira, eine Radspinne gewesen ist. Die Nahrungsverhältnisse mögen vielleicht beeinflußt haben, daß sie ihre Lebensweise im Laufe der Zeit änderte, sich in den Erdlöchern verborgen hielt, um von da verschiedenen Insekten nachzustellen oder auf dieselben nachts auf die Jagd auszugehen. Das Anlegen der Fangnetze ist bei ihr hiermit außer Gebrauch gekommen, und damit in Zusammenhang ist auch die Rückbildung der ursprünglichen Anzahl der Zähne in ihren Klauen zu erklären.

Es entsteht nun die Frage, wie die Kammklauen aus den einfachen Embryonalklauen entstanden sind. Die Beantwortung der Frage scheint leicht zu sein, doch um so schwieriger ihre Begründung.

Ich habe schon oben erwähnt, daß vor dem Zustandekommen der Häutung zwischen der Haut und der Extremität eine trübe Flüssigkeit auftritt, die die direkte Beobachtung der Entwickelung der einzelnen Zähne an der Kammklaue unmöglich macht (Fig. 34). Ich habe nun einen anderen Weg wählen müssen und kam zu den Resultaten, die ich hier mitteile.

So wie die Ur- oder Embryonalklauen aus den Borsten durch Entwickelung und stärkere Einbiegung entstehen, so auch die Spinn- oder Kammklauen, doch ist die Entstehung der Zähne an ihnen auf sekundäre Prozesse zurückzuführen. Betrachten wir die Spitze einer stark entwickelten Stachelborste derselben Extremität (Fig. 43), so sehen wir, daß sie an der Spitze gleichfalls eingebogen erscheint und, von der Seite gesehen, eine ganze Reihe von stumpfen Zähnen trägt. Von einem jeden Zahn zieht sich schief aufwärts gegen die Basis eine seichte Vertiefung und zwar etwa bis zur Mittellinie, die die Borstendicke markiert. Diese Vertiefungen bilden die Streifen, deren ich vorher Erwähnung that. Sie gehen, ohne die Richtung zu ändern, gewöhnlich in eine punktierte Linie über (Fig. 44). Wird der Stachel nicht von der Seite, sondern so besichtigt, daß er zum Teil auch die Innenseite

bloßstellt, so ergiebt es sich, daß die seichte Rinne gegen die Innenseite schief aufwärts steigt, genau an der Innenseite umbiegt, um wieder schief herunter, doch gegen die Rückseite ihren weiteren Verlauf zu nehmen. Die Stärke der Umbiegung dieser seichten Furche ist an verschiedenen Stellen verschieden. Schwächer ist sie an der Spitze, von da gegen die Basis ist sie im Zunehmen begriffen, bis sie endlich einen Rechten, alsdann die weiter entlegene einen spitzen Winkel bildet (Fig. 45). — Vergleichen wir nun die Kammklauen einer 5 mm großen Spinne (Fig. 46) mit der Fig. 43, so ergeben sich ähnliche Entwickelungszustände an der Kammklaue wie an einer Stachelborste. α, β und γ . . . repräsentieren uns noch ähnliche Stadien, hingegen *a, b c* . . . bereits Zähne, die durch das tiefe Einschneiden der Furchen in die stärker entwickelte Borste entstanden sind. Die Streifung der Klauenzähne glaube ich auf noch weitere, aber ähnliche Prozesse zurückführen zu dürfen.

Die Entwickelungsart der Kammklauen aus den einfachen Stachelborsten führt uns in der Erkenntnis der Arthropodenhaare überhaupt um einen Schritt weiter. So schwer es auch ist, den Ausgangspunkt für die Entwickelung der Haare zu wählen, zumal die Borste als ein modifiziertes Haar angesehen wird, und dieses die Stachelbildung nach sich ziehen soll, so glaube ich in Anbetracht dessen, daß sich diese Epidermalbildungen als einfache Schläuche repräsentieren, nicht zu fehlen, wenn ich von einer embryonalen Borste, die an ihrer Oberfläche glatt ist, den Ausgangspunkt nehme. Wie nun die Zähne an der Kammklaue entstehen, habe ich schon oben beschrieben, ich muß nun hinzufügen, daß bei der Haaranlage, wenn statt der Zähne entsprechende Teile in die Länge ausgezogen sind, sie dadurch die einseitig gefiederten Haare liefern. Wird aber die ganze Oberfläche der dünnen Epidermisausstülpung derart gefurcht, daß sie dadurch ihre Entwickelungssymmetrie dennoch beibehält (Fig. 47, 48), so wird die Stachelborste zu beiden Seiten gezähnt, das Haar hingegen beiderseits gefiedert. Die Symmetrie kann zuweilen bei den Borsten gestört sein (Fig. 49), wo sich auf der einen Seite an der Spitze zahnartige größere Vorsprünge bilden. In dem Falle gehen die Furchen fast durch die ganze Länge der Borste parallel zu den Seitenrändern. Wie weiter das allseitig befiederte Haar bei den Spinnen entsteht, dies durch Beobachtung zu konstatieren, gelang mir nicht. Da die Fiederchen (die Härchen) auf der Oberfläche des Haares sehr regelmäßig und in Reihen verteilt sind, darf man

meines Erachtens diese Erscheinung gleichfalls auf eine entsprechende Teilung der peripheren Furchenregionen und Entwickelung entsprechender Ausstülpungen zurückführen.

Die in Kalilauge ausgekochten Stachelborsten erwachsener Individuen zeigen, unter dem Mikroskope geprüft, ihr Lumen (Fig. 50) von Querdiaphragmen durchzogen, die sich, je näher sie der Spitze liegen, um so dichter aneinander anschließen. Im Innern der so gebildeten Kammern findet sich ein feines sekundäres Netz, gleichfalls aus Chitin gebildet.

III. Das Calamistrum.

Cribellum und Calamistrum, dies sind die Organe, die heutzutage verhältnismäßig wenige Spinnen haben, und die als ein charakteristisches Merkmal zur systematischen Einteilung dieser Arachnidenabteilung verwendet wurden. Bei Trochosa singoriensis kommen beide Organe im erwachsenen Zustande nicht vor, doch während der embryonalen Entwickelung und kurz nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei sind sie an entsprechenden Stellen in weiterer Rückbildung noch anzutreffen.

Vom Cribellum war oben die Rede, was jedoch das Calamistrum anbelangt, so sei hier bemerkt, daß es schon sehr frühzeitig, noch vor der Bedeckung des Embryos mit Haaren, bereits seine Anlage erlangt. In Fig. 51 sehen wir einen stark entwickelten Nerv hervortreten, der sich zwiebelartig an die Hypodermis anschließt und an die Chitinhaut direkt anlehnt. Seiner histologischen Natur nach besteht er aus kleinen, 0,0076—0,0095 mm großen Ganglienzellen, die im zwiebelartig verdickten Teile wie in Reihen angeordnet sind. Die letztere Thatsache macht auf mich den Eindruck, als ob daselbst ein Faserbündel vorhanden wäre. Bemerkt sei hier, daß die Chitinhaut, an die sich der Nerv anpreßt, im optischen Schnitt wie gezähnelt erscheint. Die Calamistrumhaare fehlen zu der Zeit, als der Embryo aus dem Ei ausschlüpft, gänzlich. Die zwiebelartige Verdickung des Nervs ist nicht immer leicht herauszufinden, ich habe daher der Orientierung halber, um das Aufsuchen dieses Teiles zu erleichtern, auch die embryonalen Muskeln in der Figur eingezeichnet. — Ein ähnlicher Nerv, wie der des Calamistrums des letzten Extremitätenpaares, ist auch in den drei ersten Extremitätenpaaren anzutreffen, doch ist er viel schwächer und anders entwickelt. Im

allgemeinen ist seine Struktur homogen, nur an dem Anheftungspunkt besitzt er einige Ganglienzellen. In der Fig. 52 ist der Punkt der Anheftung des entsprechenden Nervs an einen Muskel dargestellt, da, wie ich bemerke, der Calamistrumnerv durch Abspaltung von dem die Extremität versorgenden Hauptnerven entsteht, doch in den Anhangspaaren schon sehr frühzeitig der Rückbildung anheimfällt. Die Entwickelung des Calamistrumnerves in allen Extremitäten, insbesondere im letzten Paar und zwar zur Zeit, als das soeben ausgeschlüpfte Individuum noch die Urklauen besitzt, die Spinnkrallen hingegen erst in Entwickelung begriffen sind, gestattet uns den Schluß zu ziehen, daß diese Stellen bei den Ahnen der Spinnen ursprünglich eine Art von Fühlfunktion ausübten, im letzten Fußpaar aber gelangten diese Nerven zu einer besonderen Ausbildung, vielleicht deshalb, als dieses Organ bei Anfertigung von Netzen durch die Spinne gewissermaßen als Zirkel zur Distanzmessung angewendet wurde. Einen ähnlichen Verlauf der Nerven in den Pedipalpen, sowie in den Mandibeln gelang es mir nicht zu konstatieren.

Gelegentlich sei mir gestattet, da Jul. Wagner (56) das sog. Haller'sche Gehörorgan bei Ixodes eingehend studierte, ich hingegen die Zeichnungen und die genaue Beschreibung desselben einer der nächsten Abhandlungen beischließen werde, hier zur Kenntnis zn bringen, daß sich auch bei diesen Tieren am ersten Extremitätenpaare das sog. Haller'sche Organ als ein dem Calamistrum homologes Fühlorgan entwickelt, zu dem durch Abspaltung zwei Nerven herantreten und birnförmig anschwellen, obgleich sie unterhalb der Anschwellung je eine feine Abzweigung weiter aussenden.

Anhang.

Durch den Nachweis, daß die sog. Lungen bei Trochosa nicht aus den Kiemen, sondern aus dem vorderen Teil, dem Vorraum der Embryonaltrachee abzuleiten sind, ferner, daß auch die Kiemen durch Herausstülpen der einzelnen Lungenrespirationslamellen nach außen und ihre Anpassung an das Wasserleben der Tiere entstanden gedacht werden können, habe ich gezeigt, daß die Araneina nicht etwa von den Xiphosuren, sondern von den Tracheaten abzuleiten sind, ja daß auch die Crustaceen dem gemeinsamen Tracheatenstamme angehören. Nehmen wir verschiedene Entwicke-

lungsmomente der Spinne in Betracht, insbesondere den Umstand, daß die letzten Segmente hinter den Abdominalanhängen, die die Spinnwarzen liefern, an der Bauchseite eingehen und miteinander verschmelzen, während sie sich an der Rückenseite, wenn auch ungleichmäßig, dennoch entwickeln, so gelangen wir zu dem Schluß, daß die Ahnen der Spinnen ursprünglich einer länglicheren Form angehörten, die mit Rücksicht auf die Anzahl der Abdominalanhänge polypode Formen waren, und deren Vorfahren, die Prototracheata, aus den Annelliden durch Anpassung an das Landleben entstanden gedacht werden können. Es ist wahrscheinlich, daß die Urformen vorerst ihren vorderen Körperteil an das Luftleben anpaßten und die vorderen Körperanhänge entwickeln ließen, während der übrige Körperteil nur noch das Atmen im Wasser unterhielt. Ein solcher Entwickelungszustand erlaubte den Tieren das Wasser zu verlassen, auf das Land oder auf Pflanzen zu kriechen, kürzere oder längere Zeit in einem feuchten Medium zu verweilen, und auch den übrigen Körperteil an das Luftleben zu accommodieren. Erst im zweiten Entwickelungszeitraum konnten sich auch am Abdominalteil die Anhänge bilden, die Tiere polypod bezw. pantopod werden. Da aber bei diesen Tieren die vorderen Anhänge auch früher ihre Lokomotionsfähigkeit anfingen und infolgedessen sich stärker als die hinteren entwickelten, so kam es mit der Zeit zur Bildung zweier Körperteile, eines vorderen, des Cephalothorax, an dem sich vorwiegend die Extremitäten und damit im Zusammenhang die dazu gehörigen Muskeln entwickelten, und eines hinteren, des Abdomens, in dem die vegetativen Organe geborgen werden.

In das Detail der einzelnen Entwickelungsvorgänge und Körpermodifikationen bei dem Mangel an Thatsachen sich schon jetzt einzulassen, dünkt mir, ist nicht ratsam, doch will ich einen Punkt herausgreifen, der mit großer Wahrscheinlichkeit für meine Hypothese bürgt.

Die Erscheinung, daß auch bei den anderen Landtieren der Arthropodengruppe, so bei den Insekten, die Abdominalanhänge vorhanden sind, veranlaßt mich, diese miteinander zu vergleichen, und so gewissermaßen einen phylogenetischen Beitrag über die Ahnen der Spinnen und Insekten zu schaffen.

Rathke (46) war der erste Entdecker der Abdominalanhänge bei den Insekten und deutete sie, wie später auch Ayers (1), als Kiemen. Bütschli (10), wenn auch nicht ganz ausdrücklich, Kowalewski (33), Graber (19, 20, 21, 22), Heider (25), Haase (24)

und auch Balfour (2) stellen sie in eine Reihe mit den Thoracalanhängen. Wheeler (60, S. 500 u. 503) sagt zwar, daß diese Organe nur „umgebildete Füße“ sind, doch hebt er auch hervor, daß man nicht berechtigt ist, anzunehmen, daß sie bei den Insektenvorfahren eine andere Funktion hatten, als eine drüsige, denn die Zellen beider Artenorgane, ob eingestülpt oder ausgestülpt, unterscheiden sich nur durch ihre Stellung. Noch weiter ging Carière (12), er stellt den Gliedmaßencharakter der Abdominalanhänge völlig in Abrede. Zuletzt sei noch bemerkt, daß auch Patten (45) uns zweifelhaft läßt, ob diese Anhänge als eigentümliche Sinnesorgane oder als Drüsen anzusehen seien. Cholodkovsky (13) schloß sich der ersteren Ansicht an.

Der Grund der verschiedenen Auffassung abdominaler Anhänge, die bei den Insekten, nicht aber bei den Spinnen, speciell untersucht wurden, gipfelt vorzüglich in ihrer unvollständigen Entwickelung und gleichzeitigen Existenz der Drüsen. Die triftigsten Gründe für die Auffassung dieser Anhänge als verkümmerte Extremitäten liefert uns unstreitig Graber (21) in seiner letzten diese Frage behandelnden Arbeit. Wenn ich diesen Gegenstand hier etwas näher berühre, so geschieht dies, um zu beweisen, daß die Abdominalanhänge der Insekten, die denen bei Araneina homolog sind, nur als nicht entwickelte Lokomotionsorgane aufzufassen sind. Bei einem derartigen Sachverhalt tritt an uns auch vorerst die Frage heran, zu welcher Art wir die Spinndrüsen der Araneina zu rechnen haben, und nach Beantwortung dieser noch die zweite, nämlich, ob wir ähnliche Drüsen auch bei den Insekten vorfinden können.

Bezüglich der ersten Frage lassen wir vorerst Eisig (16, S. 393) sprechen. Nach ihm heißt es: „Für die Beurteilung der morphologischen Bedeutung der so exquisiten Spinndrüsen der Araneiden ist ihr Bezugsverhältnis, d. h. ihre Konzentrierung auf den Hinterleib im Bereiche des Afters nicht wenig hinderlich gewesen. Sie münden zwar an dieser Stelle vermöge mehrgliedriger Fortsätze; ob aber diese letzteren, die sog. Spinnwarzen, als ebenso viele modifizierte Extremitäten aufgefaßt werden dürfen, dies schien bis vor kurzem noch überaus fraglich. Und doch ist die Entscheidung dieser Frage von großer Wichtigkeit; denn sind erst einmal ihre Spinnwarzen als Homologon der übrigen Rumpfanhänge nachgewiesen, so können wir auch mit um so mehr Recht und um so mehr Aussicht auf Zustimmung die

Spinndrüsen der Araneiden den Coxal- oder Spinndrüsen der Myriopoden etc. vergleichen."

Die Art und Weise der Entstehung der Spinnwarzenpaare aus den Abdominalanhängen bei Trochosa habe ich oben geschildert und hiermit auch den Extremitätencharakter der Anhänge gezeigt. Die Thatsache jedoch, daß bei Trochosa die Entwickelung der Spinndrüsen an den Abdominalanhängen erst später nachkommt, beweist, daß solche sekundär erworben und Cruraldrüsen sind.

Die Abdominalanhänge gewisser Insekten (Hydrophilus piceus, Meloë scabriusculus) sind nach Graber (20, 22) in einem gewissen Stadium denen der Spinnen, aus denen sich die Spinnwarzen entwickeln, ähnlich und nehmen eine sog. „zweilappige Form" an. Er unterscheidet bei Hydrophilus einen lateralen oder Stigmalappen und einen medianen Lappen, die ich bei Trochosa entsprechend als Exo- und Endopodit bezeichnet habe, und sprach seine Meinung aus, daß der eine oder der andere der Rückbildung anheimfällt, somit einfach wird. Im letzteren Zustande kann der Abdominalanhang auch gegliedert erscheinen.

Solche zweigliederige Abdominalanhänge, die denen bei den Spinnen entsprechen, besitzen auch die Insekten. Heider (25) fand solche bei Hydrophilus, Graber (18, 20) bei Melolontha, Hydrophilus, Stenobothrus und Mantis, Haase (24) bei Campodea, Nusbaum (42, 43) bei Meloë, doch stehen sie auf einer verschiedenen Entwickelungsstufe insofern, als bei den einen der distale Teil, z. B. bei Mantis, einfach und bei den anderen höchstens seine Form ändert, dabei dennoch den ursprünglichen Charakter beibehält, während er bei den anderen, z. B. bei Meloë, eine Einstülpung von drüsigem Charakter enthält.

Der letztere Fall ist für uns von hoher Wichtigkeit, denn er erlaubt uns, die Abdominalanhänge der Insekten und Spinnen auf ein ursprüngliches einheitliches Entwickelungsschema zurückzuführen. Gewiß sind als wichtigste darauf bezügliche Beobachtungen die von Wheeler (62) anzuführen. Er sagt doch auch in seiner neueren Arbeit, daß die Anhänge „in all their forms and stages" den Eindruck rudimentärer Gebilde machen und auch vorher (60, 61), daß die Anhänge sowohl bei Nepa als auch Cicada nachträglich eingestülpt werden, alsdann bei Cicada eine Sekretion mit eingeschlossenen Vakuolen, bei Nepa hingegen Fäden bilden, die einen pinselartigen Büschel zusammensetzen. „Diese Fäden", sagt er, „sind oft wellenförmig gebogen und ihre oft rauhen Umrisse, sowie die Leichtigkeit, mit der sie miteinander

verkleben, zeigen, daß sie wahrscheinlich im lebenden Zustande des Embryo eine halbflüssige Konsistenz haben.“ Diese wichtigen Angaben von Wheeler beweisen, daß dieses Drüsenorgan bei Cicada und Nepa eine eingestülpte Extremität, mit nachträglicher Entwickelung der Drüsenfunktion verknüpft ist, somit daß hier ein gleicher Entwickelungsvorgang wie bei Trochosa herrscht. Ein cänogenetischer Unterschied wäre hier höchstens anzuführen, daß bei den Hemipteren später der Anhang unter die Oberfläche der Körperwand eingesenkt wird, was durch die mächtige Entwickelung der Drüse und die Rückbildung des Anhangs zu erklären ist. Haase (24) bezeichnet die zweigliedrigen Abdominalanhänge bei Campodea als in der Entwickelung zurückgebliebene Beine, die sich zu drüsigen Organen umgebildet haben. Auch Nusbaum behauptet, daß die Einstülpung des Abdominalanhangs bei Meloë, und zwar am distalen Teile, eine Sekretionsmasse absondert, und zeichnet dies in der Figur 1 (42, S. 520) und 19 und 20, Taf. II (43), in der letzteren Figur in zwei nacheinander folgenden Anhängen, doch wird dies durch nachträgliche Untersuchungen und Beobachtungen von Graber (21, 22) und Carrière (12) nicht bestätigt, wobei der drüsige Charakter der Zellen der Einstülpung dennoch zugesprochen wird. Letzterer Fall führt uns zu der Annahme, daß gewisse Insekten, z. B. Meloë, Drüsen im Stadium der Rückbildung besitzen, die aber infolge einer anderen Anpassung die Funktion des Secernierens einstellen, und wieder andere, z. B. Mantis, entweder solche gar nicht zur Entwickelung gelangen oder schon ganz eingehen ließen. Diese Umstände berechtigen mich, die zweigliedrigen und mit Drüsen versehenen Anhänge am Abdomen der Insekten den Spinnwarzen der Araneina — den Schenkeldrüsen von Peripatus, der kurzbeinigen Formen der Chilopoden und Diplopoden, ja auch der Crustaceen (36, S. 338) als homolog gegenüberzustellen. Araneina stehen nicht einzig und allein da, die aus den Cruraldrüsen Spinnstoff bereiten. Latzel (37, I, S. 13) schreibt: „Daß solcher Stoff bei Lithobiiden und Scutigeriden abgesondert wird, ist zweifellos.“ Weiter (II, S. 2): „Am Ende des Körpers (der Symphyla) stehen zwei griffelförmige, nach hinten ragende Gebilde, welche von einem Kanale durchbohrt sind, durch den das Absonderungsprodukt einer rechts und links liegenden schlauchförmigen Spinndrüse abfließt.“ Daß übrigens diese durch Wheeler an den Hemipterenembryonen so schön entwickelten Drüsen nicht als Stinkdrüsen aufzufassen sind, das beweisen Graber's Untersuchungen und liefern Belege dafür.

Die Frage, warum die Drüsen, ich will sie Primitivspinndrüsen nennen, bei allen Insekten der Verkümmerung und Rückbildung anheimgefallen sind, hingegen bei den Arachniden, wenigstens bei Araneina sich zu so vollkommenen Organen entwickelt haben, ist nicht leicht zu beantworten. Man könnte sie damit beantworten wollen, daß selbst unter den Arachniden nur Skorpione und Spinnen Abdominalanhänge besitzen, die anderen hingegen infolge einer anderen Lebensweise mit der Zeit solche ganz einbüßten; doch scheint es mir, daß dies zu ihrer Lösung insofern unzureichend erscheint, als sich umgekehrt auch gewisse Insekten ähnlich wie die Spinnen anpassen konnten, somit auch bei ihnen die Entwickelung der Spinnwarzen zustande gekommen wäre. Zur Lösung dieser Frage ist wohl das Hauptargument auf das Zustandekommen der Flügel bei den Insekten zu richten, und dies sei mir gestattet näher zu erörtern.

Bis heutzutage ist in der Phylogenie der Insekten eine der wichtigsten und interessantesten Fragen die nach der Entwickelung ihrer Flugwerkzeuge. Doch ist ihre Lösung in ein tiefes Dunkel gehüllt. Gegenbaur (17), Lubbock (39) und Redtenbacher (47) glauben die Tracheenkiemen der Ephemeridenlarven und die Flügelanlagen als homodyname Bildungen ansehen zu dürfen, eine Ansicht, welche weiter Dohrn (15) mit den Elytren der Annelidenahnen der Insekten in Beziehung bringt. In Anbetracht dessen, daß die geflügelten Insekten von den im Wasser lebenden Formen abgeleitet werden müßten, stehen Korschelt und Heider (32) in Anschluß an Kennel (30), welcher die phyletische Reihe von Peripatus durch die Myriopoden und Thysanuren zu den Orthopteren darstellt, dieser Flügelbildungstheorie deshalb entgegen, weil das lauter an das Landleben angepaßte Formen sind. Es heißt nach ihnen (S. 882): „Wir haben keine Ursache, anzunehmen, daß in die Vorfahrenreihe der geflügelten Insekten (Pterygogenea) sich eine im Wasser lebende Ahnenform eingeschoben habe. Die Lebensweise der im Wasser vorkommenden Larvenformen der Hemimetabola werden wir, ebenso wie ihre derselben angepaßten Respirationsorgane als sekundär erworben betrachten dürfen.“ Auch Grassi (23) schloß sich der erwähnten Theorie der Flügelbildung bei den Insekten nicht an und glaubt sie auf eine Neuerwerbung, auf abgegliederte, selbständig gewordene Faltenbildungen am Rande der Tergalplatten zurückführen zu dürfen.

Diese Theorien, das Schwinden der Abdominalanhänge samt

Drüsen bei den Insekten, veranlaßte mich, einige Betrachtungen über die Genese des Entstehens der Flugwerkzeuge bei ihnen anzustellen. Wohl liegen uns bereits entsprechende Entwickelungsuntersuchungen über die Flügel der Insekten von Weismann (58, 59), van Rees (48), Kowalewski (34), Semper (53), Landois (35), Pankritius (44), C. Schaeffer (50) u. a. vor, doch ist man hier kaum über die ersten Anfänge hinaus, man ist darüber einig, daß die Flügel, ähnlich wie die übrigen Extremitätenanlagen, als einfache Hypodermisausstülpungen innerhalb einer peripodialen Einsenkung angelegt werden.

Gleiche Entwickelungserscheinungen dürften aber gleiche Entstehungsgründe haben. Es ist klar, daß bei der Ableitung der Arthropoden von den Würmern die Annahme berechtigt erscheint, daß die letzteren sich an das terrestrische Leben, an das Luftleben hätten accommodieren müssen, d. h. gewisse Hypodermiseinsenkungen, die Tracheen entwickeln lassen. Ein derartiger Fortschritt in der Entwickelung dieser Organismen, um die Bewegungen am feuchten, staubfreien Strande zu erleichtern, führte sofort zur Bildung der Körperanhänge. Die Entwickelungsgeschichte lehrt uns auch, daß die Bildung der Tracheen entweder gleichzeitig mit der der Extremitäten vor sich geht, oder die erstere der letzteren vorausläuft. Nun habe ich auch schon seiner Zeit gezeigt, daß die Entwickelung der Extremitäten samt ihren Anhängen von der der Tracheen, resp. sog. Lungen abhängig ist. Da die Rückbildung der Tracheen bei Trochosa von hinten schon längst stattgefunden hat, und unter dem dritten Anhangspaar in Ausnahmsfällen eine kleine Einstülpung zu beobachten ist, so ist es selbstverständlich, daß eine Figur, die uns Graber liefert, und die das erste Entstehen der Abdominalgliedmaßen veranschaulicht, um so willkommener erscheint, als dadurch ein sicheres Licht auf die Genese der Arthropodenextremität geworfen wird. In dieser wertvollen Darstellung (20, Fig. 38' Taf. III) ist die Stigmenöffnung am zweiten Abdominalsegment mit *sty* bezeichnet, mit der die zweilappige Abdominalextremität (ma_2a und la_2a) in unmittelbarem Zusammenhang steht. Mit Hinweis auf die Auslegung, daß durch das Ausstülpen der Respirationslamellen die Bildung einzelner Anhänge an der Extremität der Arthropoden zu erklären ist, kann man folgern, daß im gewissen Stadium nur ein wulst- bezw. sackartiger Vorsprung anzutreffen ist. Diesen Fall dürfte Heider's Zeichnung bei Hydrophilus bestätigen. Durch weiteres Vorstülpen der Tracheen kommt

der zweite Lappen bei Hydrophilus zustande, und bei Gryllotalpa vulgaris nach Graber auch der dritte. Im Laufe weiterer Entwickelung können die einzelnen Lappen voneinander mehr entfernt oder modifiziert sein (vergl. Graber (20), Fig. 42, Taf. III).

In Anbetracht dessen, daß im embryonalen Zustande bei den Insekten die Gliedmaßen einfach oder lappig durch das einseitige Tracheenvorstülpen angelegt werden, ist es uns gestattet, in gewissen Fällen auch dort Konklusionen zu machen, wo gewisse charakteristische Merkmale stark modifiziert oder bedeutend vertuscht sind. Ein solcher Fall ist bei der Flügelbildung der Insekten zu beobachten, auf die ich sogleich eingehen will.

Mit Berücksichtigung der Tracheenverteilung auf dem Peripatuskörper, ja auch bei den Myriopoden, insbesondere bei Scutigera (36, S. 494, 37 I, S. 21), dürfen wir annehmen, daß auf den Thoraxsegmenten der Urinsekten noch je ein Paar zum Atmen dienende Hypodermiseinstülpungen vorhanden waren, die mit der Zeit in der Funktion durch die übrigen, insbesondere die abdominalen ersetzt, die Hautduplikaturenbildung in Form von Säckchen, ähnlich den Abdominalanhängen, veranlaßten, während sie selbst verkümmerten und eingingen. Das Vorkommen paariger Hautduplikaturen bei Calotermes nach Müller (41) an allen Thoraxsegmenten, von denen die am ersten verkümmern, an den letzteren sich zu Flügeln entwickeln, unterstützt unsere Annahme. Noch mehr findet sie ihre Bekräftigung durch die schönen Beobachtungen von Weismann (59) an Corethra plumicormis. Bei ihr weist ein jedes Thoraxsegment 4 Imaginalscheiben auf: 2 ventrale und dorsale. Von den dorsalen Paaren verwandelt sich das des Mesothorax in die Flügel, das des Metathorax in die Halteren um, während aus der entsprechenden Anlage des Prothorax bei Corethra der stigmentragende Dornfortsatz der Puppe, bei Simulia dagegen ein Büschel von Tracheenkiemen hervorgeht. Die Entwickelung des Tracheenstigma an dem Dornfortsatz der Puppe bei Corethra müssen wir, da die Tracheen in diese Hautduplikaturen hineinwuchern, als sekundär erworben deuten, bei Simulia hingegen und ähnlich auch bei Chironomus die Entwickelung der Tracheenkiemen resp. der Kiemen aus den Tracheen auf den ursprünglichen Charakter zurückführen, wonach sich nach Zerspaltung der Hautduplikatur in derselben die Tracheen entwickelt haben. In Anbetracht dessen, daß am Keimstreif der Ephemera die Stigmen angelegt werden, ist zu schließen, daß diese und andere ähnliche Insekten ursprünglich terrestrischer

Abstammung seien, und daß bei ihnen die Entwickelung der Kiemen auf eine gleiche Entstehungsart wie bei den Crustaceen zurückzuführen sein wird. Die sog. Tracheenkiemen, die infolge der Accommodation an das Wasserleben entstanden, wären somit der ersten Anlage nach mit der der Flügel übriger Insekten ähnlich und dadurch wird sich eben die Giltigkeit der Gegenbaur'schen Flügeltheorie speciell für diese Insekten herausstellen. Daß die Flügel bei den Urinsekten eine lange Zeit zur vollkommenen Entwickelung nötig hatten, dies ist aus der Entwickelung derselben bei den ametabolen Sechsfüßern zu erschließen, wo sie nach einer jeden Häutung immer größer, funktionsfähiger erscheinen.

In Anbetracht dessen, als z. B. die jungen Blattiden mit Ausnahme der Flügel den Eltern fast vollkommen gleichen, dürfen wir annehmen, daß zur Zeit, als die Urinsekten an den Abdominalanhängen die Spinndrüsen entwickelt hatten, bei ihnen die Anlage der Flügel schon vorhanden war und hiermit erst später zur vollen Entwickelung kommen. — Es entsteht die Frage, ob das Eingehen der einen dieser Organe die Entwickelung der anderen zur Folge haben konnte. Mich dünkt, daß dieser Fall höchst wahrscheinlich ist. Es wird zwar das Zustandekommen der Flügel bei den Insekten anders erklärt und Korschelt-Heider (32, S. 883) notieren folgendes: „Man darf vielleicht annehmen, daß der Übergang von der kriechenden Bewegungsweise zum Flug durch eine kletternde Bewegungsart vermittelt wurde, bei welcher einzelne Distanzen durch den Sprung zurückgelegt wurden, was zur Ausbildung fallschirmartiger Verbreiterungen der Thoraxsegmente Anlaß gab. Der Übergang von solchen, noch unbeweglichen, als Fallschirm zur Verwendung kommenden Hautduplikaturen zu abgegliederten, selbständig thätigen Lokomotionswerkzeugen erscheint uns ziemlich plausibel.“ Dies ist bis jetzt gewiß die zutreffendste Annahme, doch möchte ich sie nicht als eine wahrscheinliche zu bezeichnen wagen, denn das Insekt könnte sich während des Fallens nur zufälligerweise mit den Hautduplikaturen derart wenden, daß es diese als Fallschirm benützen könnte, was doch mit dem Wesen der Adaption im Grunde genommen im Widerspruche steht. Uebrigens giebt es auch Spinnen, die bedeutende Sprünge vollführen, und bei ihnen ist bis jetzt keine Spur von Flügelanlagen bekannt. Meine Ansicht bezüglich der Notwendigkeit der Entstehung der Insektenflügel lautet dahin, daß wir annehmen müssen, daß die Urinsekten vor dem stärkeren Feinde

fliehend mittels eines Spinnfadens sich herunterschnellen konnten, doch nach Vorübergehen der Gefahr zur Rückkehr auf den ursprünglichen Standpunkt alle Thätigkeit der an die Extremitäten und Flügelduplikaturen angelegten Muskeln erwachen ließen. Mit den Extremitäten griffen sie an den Faden, durch die Bewegung und das Schlagen der Flügelanlagen an die Luft erleichterten sie sich den Körper in der Richtung des Fadens hinaufzuschnellen. Die weitere Anwendung und Accommodation der Flügelanlagen führte somit die Flugfunktion herbei (vergl. die Ansicht von Simroth [54a]). Doch da die Urspinnen auch von lebender tierischer Beute gelebt zu haben scheinen, wie dies aus der frühzeitigen Entwickelung der Kieferklauendrüse zu erschließen ist, hingegen die Urinsekten als Pflanzenfresser von ihnen auch in dem Falle, als sie sich auf einem Faden heruntergeschnellt hatten, verfolgt wurden, glaube ich richtig zu urteilen, daß, da der Gebrauch der Flügel ins Leben gerufen werden mußte, die Rückbildung der Spinndrüsen bei diesen Tieren als naturgemäß erscheint.

Ich kann die Arbeit nicht zum Abschluß bringen, ohne derjenigen Anhaltspunkte zu gedenken, die in phylogenetischer Hinsicht für die Arthropoden von Wichtigkeit wären.

Am Körperstamm der luftatmenden Arthropoden sind an den Anhängen ektodermale Drüsen ausgebildet, die für unsere weitere Schlußfolgerung von Nutzen sein dürften. Die Gift- und Spinndrüsen bei der Araneina, — die Speichel- und die Abdominaldrüsen bei den Insekten, — die Gift- und die Speicheldrüsen, deren letzteren Korschelt-Heider (32) im Gegensatz zur Angabe Heathcote's (32, S. 754) die ektodermale Abstammung wahrscheinlich machen, und die Hüftdrüsen der letzten 4—5 Beinpaare bei den Chilopoden, — und nur Hüftdrüsen an den Beinen gewisser Diplopoden, — weiter die Spinndrüsen in den griffelförmigen Gebilden am Ende des Körpers bei Symphyla, — die Schleimdrüsen an der Spitze der Oralpapillen, und die Cruraldrüsen an der Basis der Füßchen bei Peripatus, — ja auch die Speicheldrüsen der Crustaceen (36, S. 344) dürften als Belege sein, daß diese Gebilde bei den Ahnen der Arthropoden längs des ganzen Körperstammes als homologe Drüsen, die den Cruraldrüsen zuzuzählen sind, ausgebildet waren. Der Grund, daß die Drüsen sich an den Körperanhängen vorfinden, oder an der Basis derselben dennoch im innigsten Zusammenhange mit ihnen stehen, berechtigt mich, den Vergleich derselben von Eisig (16, S. 403) mit den Borstendrüsen der Parapodien der Capitelliden zu accep-

tieren, — und mit Hinsicht darauf, daß bei den Insekten und Spinnen sich zweizipfelige Abdominalanhänge vorfinden, deren Einstülpungen die Drüsennatur verraten oder auch Spinnstoff liefern, und darin mit Parapodien der Annelliden eine große Ähnlichkeit zeigen, — bin ich der Ansicht, daß eben ihre Parapodien wirkliche, nicht weiter entwickelte Extremitäten seien. Bei der Beachtung der Ursache der Extremitäten-Entwickelung bei den Spinnen, Insekten und den Crustaceen stellt sich heraus, daß die Erklärung der Kiemenexistenz neben den Parapodien an ihrer Dorsal- oder Ventralseite keine Schwierigkeit bereitet und so zu deuten wäre, wie dies bei den Crustaceen gezeigt worden ist (29). Die Capitelliden und andere nächstverwandten Würmer scheinen mir somit an das Landleben angepaßte Tiere gewesen zu sein, die vielleicht infolge der Nahrung oder anderer Verhältnisse wieder in das Wasser zurückgewandert sind. Entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen sind speciell für die erste Genesis der Parapodien höchst erwünscht, dadurch kommen wir ins klare, daß die Prototracheata, und dies ist auch wahrscheinlich, unter diesen Würmern bezw. ihnen ähnlichen zu suchen sind.

Verzeichnis der einschlägigen Schriften.

1) H. Ayers, On the development of Oecanthus niveus etc. Mem. Boston Soc. nat. hist. III, 1884.
2) J. M. Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie. Übersetzt von Vetter, 1. Bd., 1880.
3) — Notes on the development of the Araneina. Quart. Journ. of Micr. Science, Vol. XX, 1880.
4) J. Barrois, Recherches sur le développement des Araignées. Journal de l'Anat. et de la Physiol., 1878.
5) Ph. Berthkau, Über das sog. Cribellum L. Koch's. Sitzber. Niederrh. Ges. f. Nat. u. Heilkunde, 1875.
6) — Über das Cribellum und Calamistrum. Archiv f. Naturg., 1882.
7) J. Blackwall, On the number and structure of the mamulae employed by Spiders in the process of spinning. Trans. Lin. Soc. London, XVIII.
8) — A concise notice of observations. Ann. a. Mag. Nat. Hist. (4), XIII.
9) — A history of the Spiders of Great Britain and Ireland. London 1861, 1864.
10) O. Bütschli, Zur Entwickelungsgeschichte der Biene. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XX, 1870.
11) O. P. Cambridge, General list of the spiders of Palestine and Syria . . . . Proc. Zool. Soc. London, 1872.
12) J. Carrière, Die Drüsen des ersten Hinterleibsringes der Insekten-Embryonen. Biol. Centralblatt, 1891.
13) N. Cholodkovsky, Studien zur Entwickelungsgeschichte der Insekten. Zeitschr. f. wiss. Zool., 48. Bd., 1. Heft, 1889.
14) E. Claparède, Recherches sur l'evolution des Araignees. Utrecht 1862.
15) A. Dohrn, Die Pantopoden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Leipzig 1881.
16) H. Eisig, Die Capitelliden des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, XVI. Berlin 1887.
17) C. Gegenbaur, Grundzüge der vergl. Anatomie, 2. Aufl., 1870, S. 441.

18) V. Graber, Der Organismus der Insekten. Naturkräfte. München 1877.
19) — Über die Polypodie bei Insekten-Embryonen. Morph. Jahrb., Bd. XIII.
20) — Vergleichende Studien am Keimstreifen der Insekten. Denkschriften der kais. Akad. der Wissensch. Wien, Bd. LVII, 1890.
21) — Über die morphologische Bedeutung der ventralen Abdominalanhänge der Insekten-Embryonen. Morph. Jahrb., Bd. XVII.
22) — Zur Embryologie der Insekten. Zool. Anz., No. 371, 1891.
23) B. Grassi, I progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. Memoria VIII. Anatomia comparata dei Tisanuri e considerazioni generali sull' organisazione degli Insetti. Atti Acad. Lincei (4), Vol. 4, 1888. Auch in: Arch. Ital. Biol., Tom. 11, 1889.
24) E. Haase, Die Abdominalanhänge der Insekten mit Berücksichtigung der Myriapoden. Morph. Jahrb., 1889.
25) K. Heider, Die Embryonalentwickelung von Hydrophilus piceus L. Jena 1889.
26) M. Herold, Von der Erzeugung der Spinne im Ei. 1824.
27) A. Jaworowski, Über die Extremitäten bei den Embryonen der Arachniden und Insekten. Zool. Anz., No. 363 und 364, 1891. — Dasselbe polnisch: Kosmos, Lemberg 1891.
28) — Über die Extremitäten, deren Drüsen und Kopfsegmentierung bei Trochosa singoriensis Laxm. Zool. Anz., No. 392, 1892. — Polnisch in: Muzeum, Bd. VIII, Lemberg 1892.
29) — Die Entwickelung der sog. Lungen bei den Arachniden und speciell bei Trochosa singoriensis Laxm. nebst Anhang über die Crustaceenkiemen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 58, 1894.
30) J. v. Kennel, Die Verwandtschaftsverhältnisse der Arthropoden. Schriften der Naturforscher-Gesellsch. zu Dorpat, Bd. VI, 1891.
31) K. Kishinoye, On the development of Araneina. Journ. of the College of Sc. Univ. Japan, Vol. IV, 1890.
32) E. Korschelt und K. Heider, Lehrbuch der vergleichenden Entwickelungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Jena 1891.
33) A. Kowalewsky, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mem. Acad. Imp. Petersburg, 1871.
34) — Beiträge zur Kenntnis der nachembryonalen Entwickelung der Musciden, I. Teil. Zeitschr. f. wiss. Zool., 45. Bd., 1887.
35) H. Landois, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Schmetterlingsflügel in der Raupe und Puppe. Zeitschr. f. wiss. Zool., 21. Bd., 1871.
36) A. Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, 2. Abt., 1889.
37) R. Latzel, Die Myriopoden der österreichisch-ungarischen Monarchie, I. Hälfte, 1880, II. Hälfte, 1884.
38) A. W. Locy, Observations on the development of Agelena naevia. Bulletin the Museum of Comp. Zoölogy at Havard College, Vol. XII, No. 3, Cambridge 1886.
39) J. Lubbock, Origin and Metamorphoses of Insects. Nature Series, London 1883.

40) J. Morin, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Spinnen. Russisch. In: Schriften der neurussischen Naturforschergesellschaft, Odessa 1888. Anzeige in: Biol. Centralblatt, Bd. VI, 1887.
41) F. Müller, Beiträge zur Kenntnis der Termiten. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., 7. Bd., 1873.
42) J. Nusbaum, Zur Frage der Segmentierung des Keimstreifens und der Bauchanhänge der Insekten-Embryonen. Biol. Centralbl., Bd. IX, 1889.
43) — Przyczynek do embryologii majka. (Beitrag zur Embryologie von Meloë.) Kosmos, Lemberg (Lwów) 1891.
44) P. Pancritius, Beiträge zur Kenntnis der Flügelentwickelung bei den Insekten. Inaug.-Diss., Königsberg 1884.
45) W. Patten, The development of Phryganids with a preliminary note on the development of Blatta germanica. Quart. Journ. Micr. Sc., 1884.
46) H. Rathke, Zur Entwickelungsgeschichte der Maulwurfsgrille. Archiv f. Anat. u. Phys., 1844.
47) J. Redtenbacher, Vergleichende Studien über das Flügelgeäder der Insekten. Ann. Hofmus. Wien, 1. Bd., 1886.
48) J. van Rees, Beiträge zur Kenntnis der inneren Metamorphose von Musca vomitoria. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. und Ontog., 3. Bd., 1888.
49) W. Salenski, Entwickelungsgeschichte der Spinnen. Russisch. In: Schriften der Naturforscher-Gesellschaft zu Kiew, 1871.
50) C. Schaeffer, Beiträge zur Histologie der Insekten. Spengel's Zool. Jahrb., 3. Bd., Abt. f. Anat., 1889.
51) W. Schimkiewitz, Materialien zur Kenntnis der embryonalen Entwickelung der Spinnen. Russisch. St. Petersburg 1886.
52) — Etudes sur le developpement des Araignées. Arch. de Biol., T. VI, 1887.
53) C. Semper, Über die Bildung der Flügel, Schuppen und Haare bei den Lepidopteren. Zeitschr. f. wiss. Zool., 8. Bd., 1857.
54) E. Simon, Histoire naturelle des araignees, 2. edition.
54 a) H. Simroth, Die Entstehung der Landtiere. Leipzig 1891.
55) J. Thorell, On European Spiders. I. Review of the European genera of Spiders. Nov. Act. R. Soc. Sci. Upsala, VII. — II. Remarks on synonyms of European Spiders. London, Upsala, Berlin.
56) Jul. Wagner, Geschichte der Embryonal-Entwickelung von Ixodes calcaratus Bir. Russisch. 24. Bd. der St. Petersburger Naturforscher-Gesellschaft, S. 1—213, 1894. — Dasselbe deutsch: Die Embryonal-Entwickelung von Ixodes calcaratus Bir., S. 214—246. Ebenda.
57) W. Wagner, Beobachtungen über Araneina. Russisch. 21. Bd. der St. Petersburger Naturforscher-Gesellschaft, 1890.
58) A. Weismann, Die nachembryonale Entwickelung der Musciden nach Beobachtungen an Musca vomitoria und Sarcophaga carnaria. Zeitschr. f. wiss. Zool., 14. Bd., 1864.
59) — Die Metamorphose von Corethra plumicornis. Zeitschr. f. wiss. Zool., 16. Bd., 1866.

60) W. M. Wheeler, Über drüsenartige Gebilde im ersten Abdominalsegment der Hemipteren-Embryonen, Zool. Anz. 1889.
61) — Homologues in Embryo Hemiptera of the appendages of the first abd. segment of other insects embryos. Americ. Naturalist, 1889.
62) — On the appendages of the first abdominalsegment of embryo insects. Transact. Wisc. Ac. of sciences, Vol. VIII, 1890.

Erklärung der Abbildungen
zu Tafel III u. IV.

Allgemeine Bezeichnungen.

a After; aa_1 — aa_6 Abdominalanhänge vom ersten bis zum sechsten Paar; *ap* Apicalglied; *au* Ausführungsgang der Spinndrüse; *b* Basalglied; *c* Cölomsackwand; *cr* rückgebildetes Cribellum; *d* Dotter; *ds* Darmschlauch; *dw* Darmwand; *e* ventrale Einsenkung (?) in dem Ganglion; *eau* Einbiegung des Ausführungsganges der Spinndrüse; *eh* Eihaut; *en* Endopodit; *ex* Exopodit; g_1—g_3 Ganglien des ersten bis zum dritten Abdominalsegment; *gd* Giftdrüse der Kieferklaue; *gda* deren Ausführungsgang; *h* die Haut; *hs* hintere Spinnwarze; *m* Spinnwarzenmuskel; *ms* mittlere Spinnwarzen; *n* Nerv; *pr* Proctodaeum; *s* Muskelfasersehne; *sp* Spinndrüsen; *vs* vordere Spinnwarzen.

Tafel III.

Sämtliche Figuren von Trochosa singoriensis Laxm.

Fig. 1. Ein Embryo von Trochosa sing. vor der Reversion. Am ersten Abdominalsegment der Anhang aa_1 rückgebildet. Vergr. Zeiß A, Ok. 1.

Fig. 2. Ein Teil des Embryo der vorhergehenden Figur vergrößert. An den Ganglien ist wahrscheinlich eine Einsenkung vorhanden. Vergr. Zeiß A, Ok. 4.

Fig. 3. Ein Embryo vor der Reversion. Am Abdomen sind vom ersten bis zum vorletzten Leibessegment Abdominalanhänge vorhanden, vom siebenten jedoch angefangen in deutlichen Spuren. Vergr. Zeiß A, Ok. 1.

Fig. 4. Ein Längsschnitt durch einen Embryo nach der Reversion, um zu zeigen, daß im dritten Abdominalanhang sich kein Gewebe differenziert, hingegen die nächstfolgenden sich in Spinnwarzen umwandeln. Vergr. Zeiß D, Ok. 1.

Fig. 5. Ein Embryo während der Reversion. Die Abdominalanhänge sind stark entwickelt, die des vierten und fünften Segments bestehen aus Endo- und Exopodit, der des dritten stark verflacht und des sechsten schon rückgebildet. Vergr. Zeiß A, Ok. 1.

Fig. 6. Die Abdominalanhänge eines Embryo vor der Reversion. Vergr. Zeiß A, Ok. 1.

Fig. 7. Der Endteil des Abdomens eines Embryo vor Abschluß der Reversion. Die Abdominalanhänge des vierten und fünften Segments wandeln sich in Spinnwarzen um. Vergr. Zeiß A, Ok. 1.

Fig. 8. Das Abdomen eines Embryo vor Abschluß der Reversion von der Seite gesehen. Die Exopodite des vierten und fünften Paares überdecken die Endopodite. Das Exopodit des fünften Paares ist zweigliedrig. Vergr. Zeiß A, Ok. 1.

Fig. 9. Ein Teil des Abdomens eines Embryo vor Abschluß der Reversion von unten gesehen. Das Endopodit des vierten Paares ist undeutlich, das des folgenden Paares vollkommen ausgebildet. Vergr. Zeiß C, Ok. 4.

Fig. 10. Eine entsprechende Partie des vorhergehenden Embryo stärker vergrößert. Die Exopodite zwei-, die Endopodite eingliedrig. Vergr. Zeiß D, Ok. 4.

Fig. 11 a und b. Bei den ganz jungen Spinnen zwischen den Exopoditen des vierten Anhangspaares ein rückgebildetes Cribellum vorhanden. Das Cribellumfeld der Fig. 11 a weist Zellen wahrscheinlich drüsigen Charakters auf. Vergr. Zeiß D, Ok. 3.

Fig. 12. Ein Flächenschnitt durch den Endteil des Abdomens einer ganz jungen Spinne nach der zweiten Häutung. Vergr. Zeiß C, Ok. 1.

Fig. 13. Ein paralleler Flächenschnitt zu dem der vorhergehenden Fig. Vergr. Zeiß C, Ok. 1.

Fig. 14. Ein etwas schiefer Flächenschnitt durch den Endteil des Abdomens einer Spinne fast von gleichem Alter wie vorher, um die bereits differenzierten Spinndrüsen zu zeigen. Vergr. Zeiß D, Ok. 1.

Fig. 15. Zwei Spinndrüsen mit ihren Ausführungsgängen einer Spinne von gleichem Alter wie in Fig. 14, umgeben vom wabigen Mesodermgewebe. Vergr. Zeiß F, Ok. 1.

Tafel IV.

Fig. 16. Die Entwickelung der Spinndrüsen noch vor dem Eindringen in das wabige Mesodermgewebe (Leber?) einer ganz jungen Spinne nach der zweiten Häutung. Vergr. Zeiß F, Ok. 1.

Fig. 17. Die Spitze der vorderen Spinnwarze einer jungen Spinne nach der zweiten Häutung mit vier Spinnkegeln. Vergr. Zeiß F, Ok. 1.

Fig. 18. Dasselbe wie in der vorhergehenden Figur, doch mit sechs Spinnkegeln. Vergr. Zeiß F, Ok. 1.

Fig. 19. Ein Teil der Spitze der hinteren Spinnwarze, aus gleichem Entwickelungsstadium wie der Fig. 18, um die Gestalt der Spinnkegel zu demonstrieren. Vergr. Zeiß F, Ok. 1.

Fig. 20. Die Spitze der mittleren Spinnwarze von gleichem Alter wie Fig. 19 einer ganz jungen Spinne. Vergr. Zeiß F, Ok. 4.

Fig. 21 und 22. Die Mandibelklaue eines ausgeschlüpften Embryos, und zwar in Fig. 21 von oben und in Fig. 22 von unten gesehen Vergr. Zeiß F, Ok. 1.

Fig. 23—25. Die Pedipalpenklaue einer eben aus dem Ei ausgeschlüpften Spinne, in verschiedener Stellung und Ausbildung. Vergr. Zeiß F, Ok. 3.

Fig. 26—30. Die Klauen der Extremität des ersten Paares in verschiedener Form und Ausbildung des aus dem Ei ausgeschlüpften Embryos. Vergrößerung der Fig. 26, 27, 28 und 30 Zeiß F, Ok. 3, hingegen der Fig. 29 Zeiß D, Ok. 4.

Fig. 31. Die Klauen nebst Afterklaue der Extremität des zweiten Paares einer Spinne von gleichem Alter wie der vorhergehenden Figuren. Vergr. Zeiß F, Ok. 1.

Fig. 32. Die Außenwand des Endgliedes einer Extremität mit den an der Spitze gekrümmten Borsten von einer aus dem Ei ausgeschlüpften Spinne. Vergr. Zeiß F, Ok. 1.

Fig. 33. Eine an der Spitze eingestülpte Extremität einer Spinne von gleichem Alter wie in Fig. 32. Vergr. Zeiß D, Ok. 1.

Fig. 34. Die Häutung der Extremität, an der sich bereits die Kammklauen entwickeln. Vergr. Zeiß D, Ok. 1.

Fig. 35. Die Stellung der Endglieder der Extremität mit Kammklauen und die eingeleitete Häutung derselben. Vergr. Zeiß C, Ok. 1.

Fig. 36. Die Kammklauen berühren mit ihren Spitzen die Embryonalklauen, und infolge des weiteren Wachstums der Extremität wird die Häutung veranlaßt. Vergr. Zeiß D, Ok. 1.

Fig. 37. Die erste erschienene Kammklaue der Pedipalpe einer ganz jungen Spinne. Vergr. Zeiß D, Ok. 1.

Fig. 38. Die Kammklaue des ersten Extremitätenpaares. An der Afterklaue ein spitzer Zahn in Form einer Borste einer Spinne von gleichem Alter wie in Fig. 37. Vergr. Zeiß D, Ok. 1.

Fig. 39. Die Kammklaue des zweiten Extremitätenpaares derselben Spinne wie in Fig. 38. Die kleineren Zähnchen sind durch das Haar verdeckt. Vergr. Zeiß D, Ok. 1.

Fig. 40. Die Kammklaue des dritten Extremitätenpaares einer Spinne wie in der vorhergehenden Figur. Vergr. Zeiß D, Ok. 1.

Fig. 41. Die erstentwickelte Kammklaue des vierten Extremitätenpaares derselben Spinne wie in Fig. 40. Vergr. Zeiß D, Ok. 1.

Fig. 42. Eine Mandibelklaue mit der Giftdrüse derselben Spinne wie in Fig. 41. Vergr. Zeiß D, Ok. 1.

Fig. 43—45. Teile der Stachelborsten, die sich an den Extremitäten vorfinden, in verschiedener Stellung, um die Streifen zu demonstrieren. Vergr. Zeiß D, Ok. 1.

Fig. 46. Eine Kammklaue einer 5 mm großen Spinne, um zu zeigen, daß die Zähne durch Abblätterung entstehen. Vergr. Zeiß F, Ok. 1.

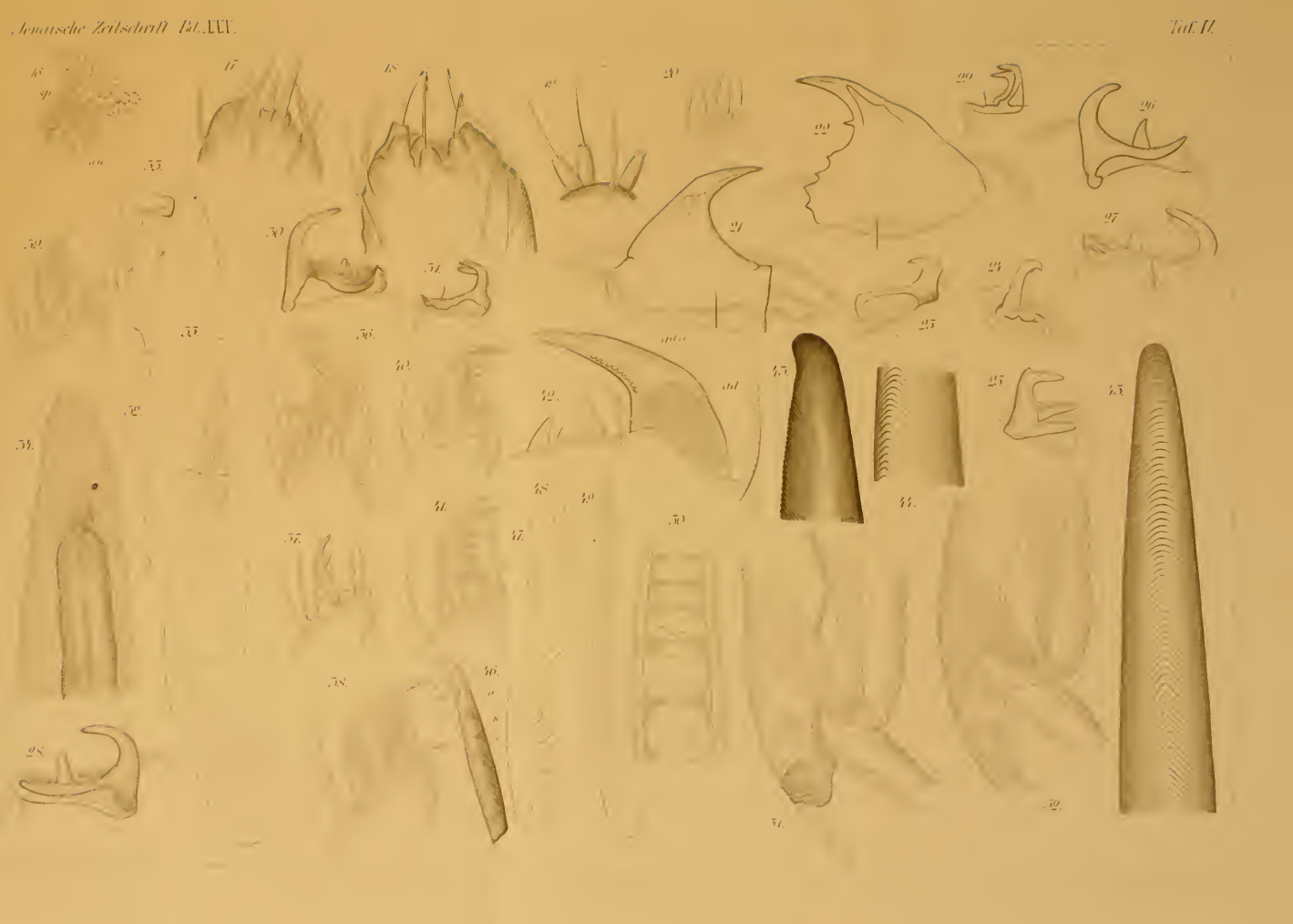
Fig. 47—49. Stachelborsten des zweiten Gliedes der vierten Extremität mit verschiedener Streifung. Vergr. der Fig. 47 und 48 Zeiß D, Ok. 1 und der Fig. 49 Zeiß F, Ok. 1.

Fig. 50. Ein Stück einer Stachelborste in Kalilauge ausgekocht. Innerhalb Chitindiaphragmen und Chitinnetz. Vergr. Zeiß C, Ok. 1.

Fig. 51. Entsprechendes Stück der Extremität des vierten Paares, wo sich das Calamistrum vorfindet, einer aus dem Ei, doch mit Embryonalklauen ausgeschlüpften Spinne. Der Calamistrumnerv schwillt an seiner Anheftungsstelle zwiebelartig an. Vergr. Zeiß D, Ok. 1.

Fig. 52. Ein gleiches Stück der Extremität des dritten Paares wie in der vorhergehenden Figur. Der Verlauf des Nervs ist derselbe, doch ist die Gestalt und die Struktur eine andere. Vergr. Zeiß D, Ok. 1.

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11a.
11b.
12.
13.
14.
15.
d
cla
aa1
aa2
aa3
aa4
aa5
aa6
aa7
g1
g2
g3
c
ch
cr
h
ex
en
ds
sp
ms
hs
dw
m
rs
pr
cm


46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: NF_23

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

Artikel/Article: Die Entwickelung des Spinnapparates bei Trochosa singoriensis Laxm. mit Berücksichtigung der Abdominalanhänge und der Flügel bei den Insekten. 39-74