

Beiträge zur Phylogenie der Arachniden.

Von

Bernh. Weissenborn.

Im Sommer 1884 in dem Laboratorium des zoologischen Institutes der Universität Jena mit einigen Untersuchungen über den Bau einheimischer Araneiden beschäftigt, hatte ich bei Durchmusterung der einschlägigen Litteratur mannigfache Gelegenheit zu bemerken, wie viele neue Thatsachen bezüglich der anatomischen und embryologischen Verhältnisse der Arachniden im einzelnen gewonnen worden sind, ohne daß in den letzten Jahrzehnten der Versuch gemacht worden wäre, dieselben vergleichend zusammenzustellen und dadurch für die Stammesgeschichte dieser interessanten Gruppe zu verwerten. — Hin und wieder finden sich als Anhang oft sehr umfangreicher und eingehender Einzeluntersuchungen einige Blätter, auf welchen ein kleiner Exkurs in das wichtige Gebiet der vergleichenden Morphologie unternommen wird, um dem Verfasser Gelegenheit zu geben, sich über die verwandtschaftlichen Beziehungen der von ihm untersuchten Gruppe im besonderen, oder auch der Arachniden im allgemeinen mit kurzen Worten zu äußern. So hat auch WLAD. SCHIMKEWITSCH in seinen trefflichen Studien, welche die Anatomie von *Epeira* zum Gegenstand haben, jenen Betrachtungen einige Seiten gewidmet, um dann am Schlusse seiner Abhandlung seiner Ansicht über die Verwandtschaftsverhältnisse der Arachniden in einigen Thesen Ausdruck zu verleihen. — Diese Sätze nun waren es, welche mich auf Anregung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Prof. E. HAECKEL, veranlaßten, die vorliegenden anatomischen und embryologischen Befunde aus den einzelnen Gruppen, welche in der Klasse der Arachniden

vereinigt werden, zusammenzustellen, um auf Grund einer Vergleichung derselben die Frage nach dem stammesgeschichtlichen Zusammenhang der bezüglichen Gruppen zu erörtern. — Bevor sich allerdings auf diese wichtige Frage eine genügende und befriedigende Antwort geben lassen wird, dürfte es unerläßlich sein, noch eine große Zahl anatomischer wie vorzüglich embryologischer Untersuchungen anzustellen, denn von einigen, der Klasse der Arachniden eingeordneten Gruppen besitzen wir bezüglich ihrer Anatomie nur sehr lückenhafte, bezüglich ihrer Entwicklungsgeschichte fast gar keine Kenntnisse. Trotz des Umstandes, daß bei diesem Stande der Dinge natürlich jedes Resultat nur ein unvollständiges und vorläufiges sein kann, schien es kein undankbares Unterfangen, auf Grund einer Vergleichung der bekannten morphologischen Thatsachen zu versuchen, die Stammesgeschichte der Arachniden in ihren Umrissen und größten Zügen zu entwerfen; und ich glaube diesen Versuch nicht als gänzlich verfehlt betrachten zu müssen, wenn es mir gelungen sein sollte, das zwar reichlich vorhandene, aber überall zerstreute Material übersichtlich zusammenzustellen und durch Vergleichung desselben wenn auch nur ein Weniges zur Klärung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Arachniden beizutragen. — Um die Übersicht über das mannigfache Material zu erleichtern, schien es geraten, dasselbe nach den einzelnen Organsystemen zu ordnen und dann Organsystem für Organsystem vergleichend durch die bezüglichen Gruppen zu betrachten, um bei dieser Vergleichung einerseits die Gründe klarzulegen, welche unsere Auffassung der Stammesentwicklung der Arachniden stützen, andererseits aber auch die Einwände zu erörtern und zu würdigen, welche von Gegnern dieser Auffassung erhoben werden könnten. — Da nicht alle Organsysteme für die zu erörternde Frage von gleicher Bedeutung sind, so dürfte leicht einzusehen sein, warum die phylogenetisch wichtigeren Organsysteme, wie Nervensystem, Skelett und Gliedmaßen, Respirationsorgane u. a. einer eingehenderen Betrachtung gewürdigt wurden, während andererseits einige derselben, wie Muskelsystem, Zirkulationsorgan u. a. eine weniger ausführliche Behandlung erfuhren.

Zugleich nehme ich mit Freude Veranlassung, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. E. HAECKEL, meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen für die mannigfache Anregung, welche er mir zu Teil werden ließ, sowie für die liebenswürdige Bereitwilligkeit, mit welcher er mir die benutzte Litteratur und

das in der Arachnidensammlung des zoologischen Institutes vorhandene Material zur Verfügung stellte.

Jena, den 20. Juli 1885.

Geschichtlicher Rückblick.

Die Gruppen, welche heute den Stamm der Klasse der Arachniden bilden, wurden von LINNÉ (14) der Klasse der Insecta eingeordnet und noch von LAMARCK (11) mit den Myriapoden und vielen Hexapoden (Podurellen u. a.) als „Ins. aptera“ vereinigt. Erst LATREILLE (12) war es vorbehalten, die „flügel- und fühl器losen Insekten LAMARCK's zu einer eigenen Klasse, derjenigen der Arachniden, zu erheben, als deren Hauptcharaktere: „gegliederte Füße, Abwesenheit der Fühler, ein die Gliedmaßen tragender Cephalothorax und ein fußloses Abdomen“ aufgestellt werden. CUVIER (5.) rechnete zu dieser Klasse fünf Gruppen, welche er nach der Beschaffenheit der Atmungsorgane — einem lange beibehaltenen Einteilungsprinzip — in zwei größere Abteilungen sonderte, deren eine die Araneiden und Pedipalpen, deren andere die Pseudoscorpione, Pycnogoniden, und Holetren umfaßte. Doch schon VAN DER HOEVEN (9.) löste die Gruppen der Pseudoscorpione und der Holetren CUV. in je zwei Ordnungen auf und zählte der Klasse der Arachniden die kleine Gruppe der Arctiscen bei, so daß sich bei ihm in dieser Klasse acht Ordnungen vereinigt finden. Die Ordnungen der Araneiden, Pedipalpen, Pseudoscorpione, Solifugen, Phalangiten, Acarinen stellte er als Holothoraca den Ordnungen der Polygonopoden (Pycnogoniden) und der Colopoden (Arctiscen), welche er als Tmetothoraca oder Apneusta zusammenfaßte, gegenüber und deutete damit eine Sonderstellung der letztgenannten Gruppen an; eine Sonderstellung, welche auch HAECKEL (7.) und GEGENBAUR (6a.) beiden Gruppen anweisen, wenn sie dieselben als Pseudarachnae zu den eigentlichen Spinnentieren oder Auarachnae in einen gewissen Gegensatz bringen. — Diese acht Gruppen werden auch in den neueren Handbüchern von CLAUS (4.) u. a. im wesentlichen beibehalten, nur wird die Abteilung der Pedipalpen von v. d. HÖVEN meist in zwei gleichwertige Gruppen, diejenigen der eigentlichen Pedipalpen (Telyphoniden und Phrynidien) und diejenige der Scorpionideen zerlegt.

Zu diesen Gruppen ist durch die Untersuchungen LEUCKHART's (13.) diejenige der Linguatuliden oder Pentastomiden hinzugefügt worden, deren Arachnidennatur allerdings von VAN BENE-

DEN (1849) (2), angezweifelt worden ist; ebenso hat STECKER (1876) (19) die von ihm entdeckte Gattung *Gibocellum* mit der von JOSEPH (10) aufgefundenen Gattung *Cyphophthalmus* zu einer eigenen Ordnung, derjenigen der *Cyphophthalmiden*, vereinigt. Während einerseits DOHRN (1870) (6), wie schon früher SAVIGNY, QUATREFAGES, KRÖYER u. a., die Stellung der *Pycnogoniden* bestreitet und dieselben von den *Arachniden* getrennt und als eine zwischen *Crustaceen* und *Arachniden* stehende Gruppe angesehen wissen will, verlangt andererseits E. RAY-LANKESTER (17) auf Grund der von ihm als erwiesen betrachteten Verwandtschaftsbeziehungen, daß die *Limuliden* und deren fossile Verwandte unter dem Namen *Haematobranchia* (= *Merostomata*) den *Arachniden* beigegeben werden, welchem Verlangen allerdings von PACKARD (16) u. a. mit Hinweis auf die *Crustaceennatur* der betreffenden Gruppen heftig widersprochen wird. Auch die *Acarinen*, deren enge Beziehungen zu den *Arachniden* bisher nicht in Frage gestellt worden sind, glaubt HALLER (8) auf Grund einiger hypothetischer Deutungen ausschließen und als besondere Klasse betrachten zu müssen.

Was nun die genealogischen Beziehungen der *Arachniden* anlangt, sowohl untereinander als auch zu den übrigen *Arthropoden*, so sind darüber verschiedene, sich mehr oder weniger gegenseitig ausschließende Anschauungen zu verzeichnen. HAECKEL, welcher zuerst in seiner „generellen Morphologie“ (7) die phylogenetischen Beziehungen der einzelnen Gruppen kurz erörtert und in Gestalt eines Stammbaumes skizziert hat, spricht sich dahin aus, daß, abgesehen von den *Arctiscen* und *Pycnogoniden*, zwei divergente Zweige anzunehmen seien, welche von den einer Stammform nahe stehenden *Solpugiden* zu den *Araneiden* und *Scorpioniden* hinleiten, während sich *Arctiscen* und *Pycnogoniden* wahrscheinlich viel früher vom *Arthropodenstamm* abzweigten. Er stellt die *Arachniden*, *Myriapoden* und *Hexapoden* als von einer gemeinsamen, *peripatusähnlichen* Stammform divergierende Zweige dar und bringt sie damit als *Tracheaten* in einen scharfen Gegensatz zu dem anderen großen Zweige des *Arthropodenstammes*, den *Crustaceen*.

ABENDROTII (1), welcher zwar die *Tardigraden* als *Arachniden* auffaßt, welche auf einer embryonalen Entwicklungsstufe ausharren, welcher dagegen die *Pycnogoniden* und *Linguatuliden* gänzlich von den *Arachniden* getrennt wissen will, stellt, wie von SIEBOLD u. a., die *Acarinen* an den Anfang einer Reihe, welche über die *Phalangiden* aufsteigend einerseits zu den *Araneiden*, andererseits

zu den Solpugiden, Chernetiden, Pedipalpen und Scorpionideen führt. — Auch versucht er Arachniden und Insekten, Crustaceen und Myriapoden als zwei divergente, in vieler Beziehung parallele Zweige des Arthropodenstammes zu erweisen. SCHIMKEWITSCH (18.) dagegen faßt die Arachniden als eine zwischen den Tracheaten und Limuliden einerseits und den Crustaceen andererseits stehende Gruppe auf und stellt die Scorpionideen als die ursprünglichsten und ältesten Formen an den Anfang der Arachnidenreihe. Noch einen Schritt weiter geht E. RAY-LANKESTER (17.), welcher limulidenähnliche Formen als Ursprungsformen annimmt und von ihnen ausgehend über die Scorpionideen zu den Pedipalpen, Araneiden und Acarinen einerseits, den Phalangiden, Solpugiden und Chernetiden andererseits gelangt, und welcher damit einen direkten Zusammenhang mit den Crustaceen andeutet, einen Zusammenhang, welchen anzunehmen auch CLAUS (3.) nicht abgeneigt scheint. Während E. RAY-LANKESTER einerseits die nahen Beziehungen zwischen Limuliden und Arachniden hervorhebt, andererseits aber auch in seiner Darstellung die Beziehungen zwischen Arachniden und Insekten zur Anschauung bringt, kommt MAC LEOD (15.) auf Grund einer Vergleichung der Tracheen der Arthropoden zu dem wichtigen Schluß, daß dieselben nicht bei allen Arthropoden homologe Organe seien, sondern daß die Tracheen der Arachniden den Kiemen der Limuliden, die Tracheen der Myriapoden und Hexapoden dagegen denjenigen der Peripatiden gleichwertig zu erachten seien; ein Schluß, welcher sowohl die Arachniden von den Tracheaten ausschließen und den Crustaceen anreihen würde als auch einem näheren Zusammenhang der Arachniden und Hexapoden, wie ihn E. RAY-LANKESTER noch andeutet, widersprechen würde.

Litteratur.

1. ABENDROTH, E. R.: „Über Morphologie und Verwandtschaftsverhältnisse der Arachniden.“ Leipzig 1868.
2. VAN BENEDEN, P. J.: „Recherches sur l'organisation et le développement des Linguatules.“ Ann. d. Sc. nat. (3) XI. Paris 1841.
3. CLAUS C.: „Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlagen des Crustaceen-Systems.“ Wien 1876.
4. — —: „Grundzüge der Zoologie.“ Marburg 1880.
- 4a. CLAUS, C. „Lehrbuch der Zoologie.“ Marburg u. Leipzig 1885.
5. CUVIER, G.: „Le Règne Animal.“ Paris 1849.
6. DOHRN, A.: „Üeber Entwicklung und Bau der Pycnogoniden.“ Jenaische Zeitschr. V. 1870.

- 6 a. GEGENBAUR, C.: „Grundriss der vergleichenden Anatomie.“ Leipzig 1878.
7. HÄCKEL, E.: „Generelle Morphologie der Organismen.“ Jena 1866.
8. HALLER, G.: „Die Mundteile und systematische Stellung der Milben.“ Zoolog. Anzeiger IV. N. 88. 1881
9. VAN DER HOEVEN, J.: „Handbuch der Zoologie.“ Leipzig 1850.
10. JOSEPH, G.: „Cyphophthalmus duricarius etc.“ Berl. Entomol. Zeitschr. 1868.
11. LAMARCK, J. B.: „Système des animaux sans vertèbre.“ Paris. IX.
12. LATREILLE, P. A.: „Observations nouvelles sur l'organisation intérieure et générale des etc.“ Mém. du museum d'histoire nat. VIII. 1822.
13. LEUCKHART, R.: „Bau und Entwicklungsgeschichte der Pentastomen.“ Leipzig u. Heidelberg 1860.
14. LINNÉ, C.: „Systema Naturae.“ XII. rev. 1766.
15. MAC LEOD, J.: „Recherches sur la structure et la signification etc.“ Arch. de Biologie. V. Fasc. 1. Paris 1884.
16. PACKARD, A. S.: „Is Limulus an Arachnid.“ Amer. Naturalist. 1882. (April.)
17. RAY-LANKESTER, E.: „Limulus an Arachnid.“ Quart. Journal of Micr. Sc. XXI. 1881.
18. SCHIMKEWITSCH, WLAD.: Études sur l'Anatomie de l'Épeire.“ Ann. d. Sc. nat. (6). XVII. 1884.
19. STECKER, A.: „Anatomisches und Histologisches über Gibocellum.“ Archiv f. Naturgesch. 42. Jahrg. I. 1876.

1. Das Nervensystem.

Die Beschreibung und Vergleichung des Nervensystemes wurde an den Anfang gestellt, weil die Fragen nach der Homologie einzelner Körperteile, namentlich der Gliedmaßen, nur mit Berücksichtigung der Innervierung zu beantworten sind.

Das Nervensystem zeigt bei den verschiedenen, in der Abteilung der Arachniden vereinigten Gruppen eine sehr verschiedene Konfiguration. Eine über, seltener vor dem Schlunde gelegene Partie, welche als dorsale im weiteren Sinne bezeichnet werden kann und welche bisher meist homolog dem oberen Schlundknoten der übrigen Arthropoden erachtet worden ist, wird durch Kommissuren, welche den Ösophagus umfassen, mit einem ventralen Teile verbunden. Dieser letztere nun ist es, welcher durch seine verschiedenartige Komplikation dem Nervensystem der einzelnen Gruppen das charakteristische Aussehen verleiht. Doch lassen sich von dem leiterförmigen Bauchmark der Tardigraden bis zu dem einheitlichen Bauchknoten der Acarinen mannigfache Übergangsformen erkennen und mit Hilfe der embryologischen That-sachen können alle diese verschiedenen Gestaltungen auf eine

gleichartige Anlage und eine ursprüngliche Form zurückgeführt werden.

Die erste Anlage des Nervensystemes während der embryonalen Entwicklung ist nur bei wenigen Gruppen im einzelnen beobachtet worden. Doch stimmen die an Araneiden und an Scorpionideen gewonnenen Resultate in den Hauptpunkten so vollständig überein, daß es nicht ungerechtfertigt erscheint, dieselben oder doch zum mindesten sehr ähnliche Vorgänge auch für die Mehrzahl der übrigen Gruppen (mit Ausnahme der Pycnogoniden und Tardigraden) vorauszusetzen.

Der postorale Teil des Nervensystemes der Arachniden entsteht demnach aus dem äußeren Keimblatt in Gestalt zweier Längswülste, welche durch transversale Einschnürungen in eine Reihe hintereinander liegender Ganglienpaare so zerfallen, daß anfänglich jedem embryonalen Segment ein Ganglienpaar entspricht. Der präorale Teil des Nervensystemes dagegen, ebenfalls ein Abkömmling des äußeren Keimblattes, entsteht aus zwei Verdickungen der Scheitellappen und vollkommen unabhängig von dem postoralen Teile. Letzterer Umstand verdient besonders hervorgehoben zu werden; denn, wie REICHENBACH (45, pag. 170) beobachtete, entstehen bei den Crustaceen der Bauchnervenstrang und die oberen Schlundganglien als ein zusammenhängendes Gebilde, während sie bei den Peripatiden, den Myriapoden und den Hexapoden ähnlich wie bei den Arachniden erst später in continuierliche Verbindung treten (21, pag. 366, 370, 391). Während die Anlage des Nervensystemes im engeren Sinne ektodermalen Ursprungs ist, wie schon oben erwähnt wurde, ist das Neurilem, welches das gesamte Nervensystem einhüllt, nach den Beobachtungen METSCHNIKOFFS (38, pag. 24) ein Produkt des mittleren Keimblattes. Das in den Scheitellappen (dem ersten embryonalen Segment — siehe Hautskelett) in Gestalt einer paarigen Blase angelegte Gehirnganglienpaar oder erste Ganglienpaar liegt vor der sich später einstülpenden Mundöffnung, also präoral, während alle folgenden Ganglienpaare postoral gelegen sind. An dem Aufbau der Gehirnganglien beteiligt sich, wie BALFOUR (20, pag. 20) beobachtete, eine halbkreisförmige Einstülpung des äußeren Keimblattes, welche nach BALFOUR mit der von HATSHECK bei einigen Lepidopteren (34, pag. 124) und von MOSELEY bei Peripatus (41, Fig. 9) beobachteten Grube der Scheitellappen identisch zu sein scheint. Im weiteren Verlaufe der embryonalen Entwicklung treten die Gehirnganglien mit dem postoralen Teile

des Nervensystems durch Kommissuren in Verbindung, welche den Ösophagus umfassen, und an deren Bildung das erste postorale Ganglienpaar, dasjenige des zweiten embryonalen Segmentes oder der Cheliceren, sich vorzüglich beteiligt.

Die Ganglienpaare des zweiten bis letzten Embryonalsegmentes sind ursprünglich in der Mittellinie getrennt, verschmelzen jedoch später median durch Ausbildung transversaler Kommissuren, wahrscheinlich jedoch nicht unter Beteiligung des zwischen beiden Ganglienreihen liegenden Integumentes zu Ganglienknotten; diese letzteren — oder schon die Ganglien jeder Reihe, — treten untereinander durch Ausbildung zweier paralleler Längskommissuren in Verbindung und repräsentieren in diesem Zustande eine echte Bauchganglienkette, welche bei einigen Gruppen fast unverändert persistiert, bei der Mehrzahl derselben jedoch weitere Umbildungen erleidet. Im Anschluß an die Verschmelzung mehrerer embryonaler Segmente zu größeren Körperabschnitten werden auch die bezüglichen Ganglienpaare enger aneinander gelagert und es entstehen dadurch die mannigfachsten Komplikationen, welche entweder in einer Verkürzung der Längskommissuren oder einer engen Aneinanderlagerung mehrerer Ganglienpaare oder endlich einer Vereinigung aller Ganglienpaare zu einem einzigen Knoten ihren Ausdruck finden können. Die Reduktion des hinteren Körperabschnittes, welche, wie die Vergleichung des Hautskelettes ergeben wird, anzunehmen ist, hat auch eine Verminderung der bezüglichen Ganglienpaare notwendig im Gefolge. — Mit Berücksichtigung dieser beiden Momente, der Konzentration und Reduktion, lassen sich von dem Bauchmark der Tardigraden bis zu dem Bauchknoten der Acarinen alle Modifikationen in der Gestaltung des Nervensystemes der Arachniden erklären.

Bei den Tardigraden finden sich bezüglich des Nervensystemes, wie auch der Mehrzahl der übrigen Organsysteme, Verhältnisse, welche in ihrer Einfachheit an die embryonalen Zustände der übrigen Gruppen erinnern. Schon DOYÈRE (28, pag. 343) erkannte die strickleiterähnliche Gestaltung des Bauchmarkes und beobachtete die unter den Augen liegenden ganglienartigen Anschwellungen; doch erst GREEF (31, 32, pag. 127) gelang es, durch Auffindung einer Kommissur, welche, den Schlund überbrückend, diese Anschwellungen verbindet, dieselben als Gehirnganglien zu erweisen und damit die volle Übereinstimmung im Bau des Nervensystemes mit demjenigen der übrigen Articulaten darzuthun. Die seitlich über dem Schlunde gelegenen Gehirnganglien, deren jedem

ein Auge aufsitzt, sind nicht, wie bei allen übrigen Arachniden, zu einem Knoten vereinigt, sondern durch eine Querkommissur verbunden. Jedes derselben steht durch eine seitlich am Schlunde herablaufende Kommissur, welche einen sich bald nach seinem Ursprung gabelig teilenden Nerven abgiebt, mit dem ersten Knoten der Bauchganglienreihe in Verbindung. Die letztere besteht aus vier, durch zwei parallele Längskommissuren untereinander verbundenen Ganglienknoten von sehr einfacher Struktur, deren erster vielleicht aus zwei Ganglienpaaren zusammengesetzt ist, während die folgenden drei je einem Ganglienpaar zu entsprechen scheinen. Von dem ersten Knoten entspringen nämlich zwei starke Nerven nach vorne; dieselben begeben sich entweder zu den jederseits am Rüssel liegenden Fortsätzen, den Palpen DOYÈRE'S (Milnesium), oder enden mit zwei unter der Haut liegenden Anschwellungen. Dieses Nervenpaar kann als Homologon desjenigen aufgefaßt werden, welches bei den übrigen Gruppen die zweite Extremität innerviert. Außer diesem entspringen von dem ersten Ganglienknoten, wie von jedem der folgenden mehrere Nervenpaare, welche sich an die Muskulatur des Rumpfes und der Extremitäten verästeln.

Das Nervensystem der Pycnogoniden, welches zuerst von ZENKER (50, pag. 380) einer eingehenderen Untersuchung unterzogen wurde, ist in neuerer Zeit Gegenstand mannigfacher Studien gewesen. Die Angaben SEMPER'S (46, pag. 278) und DOHRN'S (6, 27, pag. 37), die Zusammensetzung und Anlage des Bauchmarkes, sowie die Innervierung der Extremitäten betreffend, sind von HOEK (35, pag. 108) zum Teil bestätigt, zum Teil ergänzt worden. Die über dem Schlunde gelegene Partie, welche nach ZENKER die Augen, die Cheliceren, die Taster und die Eierträger innervieren sollte, versorgt nach den neueren Untersuchungen der oben genannten Forscher nur die Augen und die Cheliceren mit paarigen Nerven sowie den dorsalen Rüsselteil mit einem unpaaren Nerven; sie ist mit dem ersten Knoten des Bauchmarkes durch zwei, meist kurze, selten längere (Colossendeis) Kommissuren verbunden, welche meist nur den Ösophagus, selten auch noch einige Längsmuskelbündel hindurchtreten lassen. Das Bauchmark besteht aus fünf, seltener vier Knoten, welche durch zwei parallele Längskommissuren von wechselnder Ausdehnung miteinander verbunden sind. Daß bisweilen nur vier Knoten vorhanden sind, erklärt sich daraus, daß die dem ursprünglichen ersten und zweiten Knoten entsprechenden Ganglienmassen durch Verkürzung der

Längskommissuren einander genähert und zu einem Knoten vereinigt sind. Die Ausbildung von fünf Ganglienknoten des Bauchmarkes ist demnach als ein primitives Verhalten zu betrachten. Der erste dieser Knoten, welcher den ventralen Teil des Rüssels sowie die Palpen und die Eierträger mit paarigen Nerven versieht, ist nicht, wie sich aus den Beobachtungen DOHRN's vielleicht entnehmen ließe, aus drei, sondern, wie HOEK dargethan hat, aus zwei Ganglienpaaren zusammengesetzt. Das erste dieser Ganglienpaare innerviert den ventralen, paarigen Teil des Rüssels und die Palpen, welche Teile zusammen als das umgebildete zweite Extremitätenpaar aufgefaßt werden müssen; das zweite Ganglienpaar sendet paarige Nerven in die Eierträger. Daß dieser erste Knoten trotz der Anwesenheit „dreier Kerne von fibrillärer Punktmasse“ nur aus zwei Ganglienpaaren zusammengesetzt ist, scheint auch daraus hervorzugehen, daß DOHRN an einem sehr frühen Entwicklungsstadium eine zwar undeutliche, aber doch wahrnehmbare Trennung in zwei Teile beobachtet hat. Die Deutung HOEK's, nach welcher die ventralen Rüsselteile und die Palpen zusammen dem zweiten Extremitätenpaar der übrigen Arachniden gleichzusetzen wären, gewinnt durch den Umstand an Wahrscheinlichkeit, daß auch diese zweite Extremität, wie alle Gliedmaßen der Arachniden überhaupt, von zwei Paar Nerven versorgt wird, deren vorderes Paar dem paarigen Rüsselnerven, deren hinteres Paar dem paarigen Tasternerven entsprechen würde. Was die von HOEK eingehend beschriebenen, mit ganglionären Anschwellungen versehenen, bündelförmigen Rüsselnerven anlangt, so scheinen dieselben ebenso wie der zweite, im vorderen Rüsselteil liegende Ösophagealring eine den Pycnogoniden eigentümliche und durch Anpassung erworbene Neubildung oder richtiger Umbildung zu sein. Wie HOEK des Näheren ausführt, liegt die Vermutung nahe, daß diese Nervenbündel durch regelmäßige Anordnung ursprünglich zerstreut liegender Hautnerven mit ganglionären Anschwellungen, — welche Art von Hautnerven bei den Pycnogoniden sehr verbreitet ist, — entstanden sind und daß diese regelmäßige Anordnung eine Folge der Anpassung der den Mund umgebenden, zum Rüssel verwachsenden Teile an die dadurch modifizierte Funktion der Nahrungsaufnahme ist. Der zweite, dritte, vierte und fünfte Knoten geben paarige Nerven zu dem vierten, fünften, sechsten und siebenten Extremitätenpaare ab, während die sie verbindenden Längskommissuren Nerven zu den von einem Körpering zum andern verlaufenden Muskeln absenden. Wie DOHRN zuerst beobachtete und

wie HOEK bestätigt, werden hinter dem Ganglienpaar, welches die siebente Extremität innerviert, noch weitere Ganglien angelegt, welche entweder verschwinden (?) oder mit dem vorhergehenden zu dem fünften Knoten verschmelzen und diesem letzteren oft in Gestalt eines paarigen Lappens am hinteren, oberen Rande angefügt sind. Diese Ganglienpaare, welche von DOHRN als „abdominale“ bezeichnet werden, innervieren die den After tragende Erhöhung mit zwei oder auch vier Nerven. Dieser Umstand wie auch die Verkürzung der die beiden letzten Ganglienknoten verbindenden Längskommissuren, welche HOEK besonders betont (35, pag. 117), deuten darauf hin, daß eine starke Konzentration der hinteren Körpersegmente im Laufe der Stammesentwicklung der Pycnogoniden stattgefunden hat. Hervorzuheben ist noch, daß die Bauchganglienpaare, mit Ausnahme der drei ersten, ebenso wie die zugehörigen Extremitäten nach den Beobachtungen DOHRNS postembryonal erscheinen und also ein Verhalten zeigen, welches von demjenigen der übrigen Arachniden vollständig abweicht.

Während das Nervensystem der Tardigraden auf einer sehr niederen Stufe der Entwicklung verharrt und bezüglich seiner segmentalen Verteilung an dasjenige der Ringelwürmer, Myriapoden, und Insektenlarven erinnert, zeigt sich bei den Pycnogoniden in der Verschmelzung mehrerer Ganglienpaare zu einheitlichen Knoten und in der Verkürzung der Längskommissuren schon eine Andeutung derjenigen Konzentration, welche bei den übrigen Gruppen zu einer engen Aneinanderlagerung erst vieler, endlich aller Ganglienpaare führt, so daß die Zusammensetzung des Nervensystemes aus einzelnen, den embryonalen Segmenten entsprechenden Ganglienpaaren nur mehr durch den Austritt der paarigen Nerven äußerlich angedeutet wird.

Die Scorpionideen, deren Nervensystem zuerst von NEWPORT (42, pag. 260) mustergültig dargestellt worden ist, zeigen gemäß der hohen Entwicklung und reichen Gliederung der hinteren Körperregion auch eine mächtig entwickelte Bauchganglien-kette. Die Angaben NEWPORT's, bezüglich der Lage der abdominalen Ganglien sind neuerdings von E. RAY-LANKESTER¹⁾ zum Teil bestätigt, zum Teil ergänzt worden. Die über dem Schlunde gelegene, deutlich zweiteilige Masse sendet paarige Nerven zu den mittleren und den seitlichen Augen, sowie zwei zarte Nervenfäd-

1) E. RAY-LANKESTER: „On the muscular and endoskeletal systems of *Limulus* and *Scorpio* etc.“ *Transact. of the Zool. Soc. of London.* Vol. XI. Part 10. 1885.

chen, welche sich bald zu einem unpaaren Strang vereinen, den Ösophagus entlang zum Darm (Nervus sympathicus). Von den Seitenteilen der oberen Partie nehmen die in den Cheliceren verlaufenden Nerven ihren Ursprung. Der durch kurze Kommissuren mit der über dem Schlunde gelegenen Partie verbundene erste Knoten des Bauchmarkes vervollständigt den den Ösophagus umgebenden Ring. Dieser erste Knoten des Bauchmarkes, welcher auch als Thorakalknoten bezeichnet werden kann, sendet seitlich paarige Nerven zu der zweiten bis sechsten Extremität und läßt von seinem hinteren Rande mehrere paarige und einen mittleren unpaaren Nervenstamm entspringen. Die ersteren versorgen das erste bis dritte (vierte) Hinterleibssegment, der letztere dagegen repräsentiert die Längskommissuren und läßt auch eine Zusammensetzung aus zwei ursprünglich gesonderten Stämmen deutlich erkennen (42, pag. 263). Derselbe verbindet die im Abdomen gelegenen Ganglienknotten, deren nach NEWPORT (42, pag. 261) sieben vorhanden sind: drei präabdominale, das vierte bis siebente Hinterleibssegment versorgend, und vier postabdominale, welche die sechs Glieder des Postabdomens innervieren. ABENDROTH (1, pag. 25) giebt die Zahl der abdominalen, gesonderten Ganglienknotten auf acht an, von denen er vier größere dem Präabdomen, vier kleinere dem Postabdomen zuschreibt, und scheint demnach die Vereinigung der im Endteil des Postabdomens getrennten Nervenstämme als Andeutung eines achten Ganglienpaares aufzufassen. RAY-LANKESTER (17, pag. 511) hingegen kehrt wieder zu der Auffassung NEWPORT's zurück und giebt die Zahl der gesonderten, abdominalen Ganglienknotten auf sieben an, von denen er jedoch, wie ABENDROTH, vier in das Präabdomen und nur drei in das Postabdomen verlegt. Diese verschiedene Ansicht über die Zugehörigkeit des vierten abdominalen Ganglienknottens erklärt sich daraus, daß nach der Darstellung NEWPORT's die Lage desselben eine unbestimmte ist und man denselben, da er nach NEWPORT auf der Grenze zwischen Prä- und Postabdomen liegt, sowohl dem letzten präabdominalen, wie auch dem ersten postabdominalen Segment zuzurechnen berechtigt ist. Da jedoch die von ihm ausgehenden Nerven bezüglich ihrer Gestalt und Verteilung denen der folgenden Ganglienknotten gleichen, so dürfte es gerechtfertigt sein, die Auffassung NEWPORT's zu acceptieren und diesen vierten abdominalen Ganglienknotten als ersten postabdominalen und als dem achten Hinterleibsring angehörig anzusehen. Die Lage auf der Grenze der Segmente oder nahe derselben kann um so we-

niger ins Gewicht fallen, als alle gesonderten abdominalen Ganglienknoten nach vorne verlagert erscheinen.

Das Nervensystem des erwachsenen Scorpions würde also aus den im oberen und im unteren Thorakalknoten enthaltenen elf Ganglienpaaren und, — wenn jeder der distinkten abdominalen Ganglienknoten einem Ganglienpaar gleich erachtet wird, — sieben Ganglienpaaren, also zusammen achtzehn Ganglienpaaren bestehen. Nun werden aber in dem Embryo nach METSCHNIKOFF für jedes embryonale Segment je ein Ganglienpaar angelegt und es würden demnach, — wenn der Giftstachel nicht als ein Segment mitzählt, — neunzehn Ganglienpaare differenziert; es bliebe also nur die Annahme, daß in der postabdominalen Region zwei dieser embryonalen Ganglienpaare zu einem Knoten verschmolzen sind, oder aber, daß, wie bei den Araneiden, eines derselben, hier das letzte in der Bildung der Nervenstränge aufgegangen ist, welche den hinteren Teil des Postabdomens und den Giftstachel versorgen. In letzterem Falle würde die von ABENDROTH vertretene Ansicht einer gewissen Rechtfertigung nicht entbehren. Eine weitere Vergleichung des von NEWPORT dargestellten Nervensystemes und der von METSCHNIKOFF beschriebenen embryonalen Anlage desselben läßt erkennen, daß im Verlaufe der embryonalen Entwicklung das erste postorale Ganglienpaar mit dem präoralen Gehirnganglienpaar zu der über dem Schlunde liegenden Partie zusammentritt. — Ferner vereinigen sich die distinkt angelegten Ganglienpaare einer großen Anzahl der folgenden Körpersegmente zu einem Ganglienknoten, dem unteren Thorakalknoten, während diejenigen der übrigen Segmente zwar gesondert bleiben, aber oft um ein Segment nach vorne verlagert werden und unter sich wie auch mit dem unteren Thorakalknoten durch eine, ursprünglich doppelte Längskommissur in Verbindung treten.

Die Pedipalpen, namentlich die Telyphoniden, zeichnen sich durch die Größe der über dem Schlunde gelegenen Partie aus. Dieselbe innerviert die Augen und die Cheliceren, wie auch das Rostrum und ist durch kurze, dicke Kommissuren mit dem unteren Thorakalknoten verbunden. Der letztere sendet seitlich paarige Nerven zu dem zweiten bis sechsten Extremitätenpaare. Von seinem hinteren Rande entspringen bei den Telyphoniden nach der Darstellung BLANCHARD's (30, pag. 271) zwei seitliche Nervenpaare und ein mittlerer unpaarer Strang. Die beiden Nervenpaare versorgen das erste und zweite Hinterleibssegment, der mittlere Strang dagegen giebt an jedes folgende Segment je ein

Nervenpaar ab und schwillt in seinem hinteren Teile zu einem kleinen Ganglion an. Bei den Phryniden dagegen entspringt nach VAN DER HOEVEN (36) von dem hinteren Rande des unteren Thorakalknotens ein aus zwei Teilen bestehender Stamm, welcher sich im Abdomen verästelt. Während sich also bei den Telyphoniden, deren Hinterleib die Form und Gliederung desjenigen der Scorpioniden, wenn auch in geringerem Maße aufweist, in dem kleinen, dem unpaaren Strang eingelagerten Ganglienknotten auch die Spuren einer Bauchganglienkette finden, haben sich bei den Phryniden, deren Abdomen eine ähnliche Konzentration wie dasjenige der Araneiden zeigt, auch wahrscheinlich analoge Vorgänge wie bei diesen abgespielt. Die abdominalen Ganglienpaare sind entweder dem unteren Thorakalknoten angelagert worden oder in der Bildung der Längsstämme aufgegangen.

Das Nervensystem der Solpugiden wurde von BLANCHARD (23; 24, pag. 230), so wie von KITTARY und DUFOUR (29, pag. 395) untersucht. Die Abhandlung KITTARY's war mir leider nicht zugänglich, doch scheinen, — nach einigen Bemerkungen DUFOUR's zu schließen, — die Resultate seiner Untersuchung mit denjenigen BLANCHARD's im wesentlichen übereinzustimmen. Die Angaben BLANCHARD's und DUFOUR's dagegen widersprechen sich in einigen Hauptpunkten, so namentlich bezüglich der Verteilung der Abdominalnerven und betreffs des Ursprungs der Chelicerennerven. Vorzüglich um über den letzten Punkt Aufklärung zu erhalten, untersuchte ich an einigen in Spiritus aufbewahrten Exemplaren von *Galeodes araneoides*, welche ich der Güte des Herrn Dr. A. WALTER, Assistenten am zoologischen Institut zu Jena, verdanke, das Nervensystem und fand die Angaben BLANCHARD's bezüglich der Chelicerennerven bestätigt. Leider waren die im Abdomen gelegenen Weichteile zu stark maceriert, um eine gute Präparation auch dieses Teiles des Nervensystemes zu gestatten, und werde ich mich daher bezüglich der Innervierung des Abdomens ebenfalls an die Darstellung BLANCHARD's halten. Die über dem Schlunde gelegene Partie, welche durch eine seichte Längsfurche zweiteilig erscheint, wird durch kurze, dicke Kommissuren mit dem unteren Thorakalknoten verbunden. Von der oberen Partie entspringen, ein wenig von dem vorderen Rande entfernt, ein Paar Augennerven und zwischen diesen etwas tiefer zwei zarte Nervenfädchen, welche sich zu dem Rostrum begeben, während von dem hinteren Rande ein aus zwei Strängen bestehender Stamm auf dem Ösophagus zum Darm verläuft. Ein wenig

hinter und unter den Augennerven, also von den Seitenteilen der oberen Partie, nimmt jederseits ein starker Nervenstamm seinen Ursprung und biegt sich, nach vorn aufsteigend, in die bezügliche Chelicere. Der untere Thorakalknoten entsendet paarige Nerven zu dem zweiten bis sechsten Gliedmaßenpaar, so wie von seinem hinteren Rande ein Nervenpaar in das erste Abdominalsegment und einen zwischen diesem liegenden, unpaaren Nervenstamm in das Abdomen. Der letztere schwillt in dem ersten Hinterleibssegment zu einem Ganglienknotten an und giebt in seinem weiteren Verlaufe je ein paar Nerven an jedes folgende Segment ab. Da auch für die Solpugiden anzunehmen ist, daß jedem abdominalen Segment je ein Ganglienpaar der embryonalen Anlage entsprach, so läßt sich folgern, daß diese embryonalen, abdominalen Ganglienpaare zum Teil dem unteren Thorakalknoten angelagert worden sind (Ganglienpaar des ersten abdominalen Segmentes), zum Teil aber in dem restierenden, abdominalen Ganglienknotten vereinigt oder vielleicht auch zum Teil in der Bildung des Längsstammes, welcher die Längskommissuren des Bauchmarkes repräsentiert, aufgegangen sind (Ganglienpaare des zweiten bis zehnten abdominalen Segmentes). In der segmentalen Verteilung der Nervenursprungsstellen scheint sich eine Andeutung der ursprünglichen segmentalen Verteilung der Ganglienpaare erhalten zu haben.

Die Chernetiden, über deren Nervensystem mir nur die kurzen Angaben STECKER'S (19, pag. 318) vorliegen, zeigen eine über dem Schlunde gelegene Ganglienmasse, welche die Augen und die Cheliceren innerviert und durch längere Kommissuren mit dem unteren Thorakalknoten in Verbindung steht. Der letztere sendet seitlich paarige Nerven zu den fünf hinteren Extremitätenpaaren und von seinem hinteren Rande zwei Nervenstämme in das Abdomen. Dieselben enthalten am Anfange des Hinterleibes je einen Ganglienknotten eingelagert, vereinen sich dann zu einem unpaaren Stamme, welcher in dem siebenten Hinterleibssegment zu einem unpaaren Ganglion anschwillt und sich dann netzförmig verzweigt.

Die Anlage des Nervensystemes hat METSCHNIKOFF (39, pag. 519) bei Embryonen von Chelifer beobachtet, jedoch erst in einem ziemlich späten Stadium der Entwicklung und, — wenn STECKER'S Darstellung auch für Chelifer gültig ist, — nur zum Teil, da nur die dorsal gelegene, blasige Gehirnganglienanlage sowie die ventral gelegene Anlage des unteren Thorakalknotens Erwähnung finden. Eingehender hat BARROIS (22 a, pag. 152)

die Anlage des Nervensystemes dargestellt. Demnach wird dasselbe in Gestalt zweier Bänder angelegt, deren vorderes vor dem Saugorgan der Larve und deren hinteres hinter demselben und unabhängig von dem ersteren entsteht. Erst später verwachsen dieselben und schließen dann den Saugapparat, welcher später abgeworfen wird, vollständig ab. Doch auch diese, immerhin kurze Darstellung BARROIS' giebt über die eigentlichen wichtigen Punkte keinen Aufschluß.

Über das Nervensystem der *Cyphophthalmiden* standen mir nur die von STECKER (19, pag. 312) gemachten Beobachtungen zu Gebote. Wie bei den *Phalangiden* liegt auch bei den *Cyphophthalmiden* (*Gibocellum*) eine deutlich zweiteilige Ganglienpartie nicht über, sondern vor dem Schlund. Dieselbe giebt außer zwei Paar Augennerven auch paarige Nerven zu den Cheliceren ab und ist durch kurze Kommissuren mit dem unteren Thorakalknoten dergestalt verbunden, „daß die Hinterränder der ersteren in ihrer ganzen Fläche mit dem Vorderrande des letzteren in Verbindung stehen“. Der untere Thorakalknoten, welcher von strahliger Gestalt ähnlich demjenigen der *Araneiden* erscheint, innerviert das zweite bis sechste Gliedmaßenpaar und sendet von seinem hinteren Rande zwei Paar Nerven in das Abdomen. Diejenigen des äußeren Paares schwellen zu je einem Ganglienknoten an, während diejenigen des inneren Paares je ein Paar Ganglienknoten eingelagert enthalten und sich dann erst netzförmig verzweigen. Die letzteren repräsentieren den hinteren Teil der Bauchganglienkette; die ersteren dagegen sind den von LEYDIG (37) bei *Phalangium* als Eingeweidenerven gedeuteten Stämmen homolog zu erachten, dürften aber wohl als Nerven des Bauchmarkes aufzufassen sein, welche den vorderen Teil des Hinterleibes innervieren und deren Ganglien zum Teil dem unteren Thorakalknoten angelagert oder in den verbindenden Strängen aufgegangen sind, zum Teil aber sich zu distinkten Ganglienknoten vereinigt haben. Vielleicht können auch, wie dies LEYDIG für die bezüglichlichen Nerven der *Phalangiden* gethan hat, diese Nerven als sympathische gedeutet werden, doch scheint ein stichhaltiger Grund hierfür nicht vorhanden zu sein.

Das Nervensystem der *Phalangiden* ähnelt bezüglich seiner äußeren Gestalt und Verteilung sowohl demjenigen der *Chernetiden* wie auch der *Cyphophthalmiden*. — Die, wie bei letzteren, vor dem Schlunde gelegene Partie versorgt nach LEYDIG (37, pag. 199) nur die Augen; und zwar sendet sie einen stärkeren, mittleren

Stamm, welcher sich bald nach seinem Ursprung teilt, zu den mittleren Augen, und einen paarigen, seitlichen Stamm zu den sogenannten Seitenaugen. Dieses letzte Nervenpaar repräsentiert jedoch, wie STECKER angiebt (19, pag. 313), nur Hautnerven, da die für Seitenaugen gehaltenen Pigmentanhäufungen nur die Mündungen der KROHN'schen Cephalothoraxdrüsen umgeben. Der untere Thorakalknoten, welcher durch kurze Kommissuren mit der vor dem Schlunde gelegenen Partie in Verbindung steht, innerviert alle sechs Extremitätenpaare, also auch die Cheliceren, und zeigt hierin ein unter allen Arachniden einzig dastehendes Verhalten. — Von seinem hinteren Rande sendet er, wie schon TREVIRANUS (48, pag. 39) und TULK (49, pag. 325) beschreiben, drei Nervenstämme in das Abdomen. — Die beiden seitlichen Nerven, welche sich bald nach ihrem Ursprung gabeln, enthalten in jeden Gabelast ein birnförmiges Ganglion eingelagert und sind von TULK und von LEYDIG als Eingeweidennerven gedeutet worden; ob mit Recht, läßt sich zur Zeit nicht entscheiden, da es wegen Unkenntnis der ersten Entwicklungsstadien der Phalangiden nicht zu sagen ist, ob die diesen Nerven angelagerten Ganglien embryonalen Ganglienanlagen des Bauchmarkes entsprechen, oder ob sie sekundäre Bildungen sind. Der mittlere Strang dagegen, welcher sich ebenfalls bald nach seinem Ursprung teilt und nach LEYDIG (37, pag. 201) „eigentlich von Anfang an doppelt und nur sehr nahe zusammenzuliegen scheint“ und welcher ebenfalls in jedem seiner Gabeläste einen Ganglienknoten eingelagert enthält, um sich dann netzförmig zu verzweigen, repräsentiert mit seinen eingelagerten Ganglien, welche einem abdominalen Knoten zu entsprechen scheinen, der sich sekundär geteilt hat, die Bauchganglienkette des Abdomens. — Die von TREVIRANUS (48, pag. 39) und von TULK (49, pag. 324) als dem unteren Thorakalknoten angehörig beschriebene Hförmige Platte wurde schon von LEYDIG (37, pag. 200) als eine unter dem Ganglienknoten gelegene, innere Skelettplatte erkannt.

Über die äußere Gestalt des Nervensystems der Araneiden sowie über die Verteilung der Nerven liegen ausführliche Angaben von TREVIRANUS (47, pag. 44), BRANDT (25, pag. 184), GRUBE (33, pag. 302) u. A. vor; die Verteilung und Lage der einzelnen Ganglienpaare in dem zu einem einzigen Knoten zusammengesetzten Nervensystem der zweilungigen Araneiden hat SCHIMKEWITSCH (18, p. 15) eingehend beschrieben. Das Nervensystem der Araneiden besteht demnach aus einer einzigen, vom Ösophagus durchbohrten Masse, zu welcher nur bei den Mygaliden

noch ein abdominaler Ganglienknoten hinzukommt (47, Fig. 45 b). Der über dem Schlunde gelegene Teil ist deutlich zweiteilig und aus zwei Ganglienpaaren zusammengesetzt. Das eine derselben innerviert die Augen und das Rostrum, das andere die Cheliceren. Von den Seitenteilen dieser oberen Partie entspringen nach BRANDT (25, pag. 185) und nach GRUBE (33, pag. 302) zwei zarte Nervenfädchen, welche sich bald zu einem unpaaren Stamm vereinen und auf dem Ösophagus zum Darm verlaufen (Nervus sympathicus). Die unter dem Schlunde gelegene Partie besteht aus sechs Ganglienpaaren, wie schon GRUBE erkannte, „deren Nerven sternartig ausstrahlen“. Das erste dieser sechs Ganglienpaare innerviert die zweite Extremität und die Unterlippe (18, pag. 21); das zweite, dritte, vierte und fünfte Ganglienpaar senden paarige Nerven zu den vier hinteren Gliedmaßenpaaren; außerdem entspringen von dem fünften Ganglienpaar die den Stiel versorgenden Nerven. Das sechste Ganglienpaar endlich sendet ein Paar Nervenstämme in das Abdomen, welche entweder eine kurze Strecke vereinigt sind, zu einem Ganglion anschwellen und sich dann erst verästeln (47, Fig. 45), oder von anfang an getrennt sind und sich bald nach ihrem Eintritt in das Abdomen verzweigen (5, II. Fig. 8). So verschieden nun auch das Nervensystem eines erwachsenen Scorpions und einer Araneide sich darbieten, so übereinstimmend sind, wie schon oben erwähnt wurde, die embryonalen Anlagen der Nervensysteme beider, denn dieselben entstehen beide aus segmental angelegten Ganglienpaaren. Während aber bei den Scorpionideen die in den abdominalen Embryonalsegmenten angelegten Ganglienpaare sich nur zum Teil mit den thorakalen Ganglienpaaren zu einem Knoten vereinigen, zum Teil dagegen dauernd getrennt bleiben, verschmelzen bei den Araneiden nach den Beobachtungen BALFOUR's (20, pag. 19) die den abdominalen Segmenten angehörigen Ganglien jeder Seite, so daß im Abdomen der Araneidenembryonen zwei Längsstämme entstehen, während in der Thorakalregion derselben die Ganglien jedes Paares sich median durch Querkommissuren verbinden und die so entstandenen Ganglienknoten sich später zu dem unteren Thorakalknoten vereinen. Daß sich hinter den fünf thorakalen Ganglienpaaren des unteren Thorakalknotens noch ein sechstes abdominales findet, erklärt sich aus einer Beobachtung, welche BARROIS (22, pag. 547) machte. Demnach ziehen sich einige der embryonalen Ganglienanlagen der Abdominalregion im Laufe der Entwicklung, — wahrscheinlich gleichzeitig während die übrige

gen die von BALFOUR beobachtete Bildung der Längsstämme eingehen, — gegen die Thorakalregion hin zurück und lagern sich später, zu einem Ganglienpaar vereinigt, dem unteren Thorakalknoten an. Auf diesen Vorgang scheinen auch die von BALFOUR (20, pag. 19) erwähnten drei oder vier Querkommissuren zwischen den parallelen, durch Verschmelzung der jederseitigen Ganglienanlagen entstandenen Längsstämmen hinzudeuten.

Das Nervensystem der Acarinen schließt sich bezüglich seiner äußeren Gestalt und betreffs der Verteilung seiner Nerven demjenigen der zweilungigen Araneiden an. Im Anschluß an die innige Verschmelzung der bei der Mehrzahl der übrigen Gruppen mehr oder weniger distinkten Körperregionen findet sich nur eine einzige, von dem Ösophagus durchbohrte Masse, welche nach CRONEBERG (26, pag. 243) aus paarigen Ganglien zusammengesetzt ist und das „verschmolzene Gehirn und Bauchmark“ repräsentiert. Der über dem Schlunde gelegene Teil innerviert die Augen und die Cheliceren, wird jedoch bei der oft eintretenden Rückbildung der Cheliceren bisweilen auf ein einfaches, sich über den Schlund hinziehendes Markband reduziert. Der untere Thorakalknoten innerviert die zweite bis sechste Extremität, sowie die übrigen Körperteile. Auch ein unpaarer, auf der Speiseröhre zu dem Darm verlaufender Nerv (Nervus sympathicus) ist von CRONEBERG beobachtet worden. Daß die von dem ovalen Nervenknotten entspringenden Stämme jederseits in zwei Gruppen geteilt erscheinen, wie CRONEBERG hervorhebt, erklärt sich aus der Lage der zu innervierenden Teile in Bezug auf den Ganglienknoten. Die Nerven der ersten Gruppe, welche die Augen, die Cheliceren, die Maxillen und die zwei ersten Beinpaare versorgen, sind nach vorn gerichtet, während diejenigen der zweiten Gruppe, welcher alle übrigen Nerven angehören, nach hinten verlaufen¹⁾.

Das Nervensystem der Linguatuliden besteht nach VAN BENEDEN (2, pag. 319) aus einer den Schlund umfassenden Kommissur²⁾ und einer unter dem Schlunde gelegenen, aus mehreren Ganglienpaaren verschmolzenen Masse. Die erstere repräsentiert den dem oberen Thorakalknoten entsprechenden Teil des Nerven-

1) NALEPA (50, a) giebt eine Beschreibung des Nervensystemes der Tyroglyphen, welche im allgemeinen mit den bisher Bekannten übereinstimmt. Doch soll das Neurilem gänzlich fehlen, eine Angabe, welche noch weiterer Bestätigung bedarf.

2) —, welche nach den Untersuchungen LIÉNARD's und HOYLE's doppelt ist (50, b).

systemes, und die starke Reduktion dieses Theiles läßt sich im Anschluß an die Rückbildung der Augen und die starke Reduktion der Cheliceren infolge der Anpassung an eine endoparasitische, cestodenähnliche Lebensweise erklären. Von der unter dem Schlunde gelegenen Ganglienmasse entspringen drei bis vier Nervenpaare, welche sich zu dem vorderen Körperteil, namentlich zu den die Mundöffnung umgebenden Haken, den letzten Andeutungen reduzierter Kieferpaare, begeben; — außerdem nehmen nach hinten zwei starke parallele Stämme ihren Ursprung, welche nach VAN BENEDEN dem Bauchmark zu homologisieren sind. Von der Schlundkommissur entspringt ein in der Mundgegend sich verästelnder Nerv, vergleichbar dem Rostralnerven der übrigen Gruppen; — und die Seitenteile der Schlundkommissur stehen durch zarte Kommissuren mit einem aus zwei Ganglienpaaren bestehenden Eingeweidennervensystem in Verbindung. Wie LEUCKART (13) beobachtete, erscheint der Schlundring der Pentastomenlarven ziemlich spät, nämlich erst nach der Wanderung der Embryonen in einen neuen Wirth und nach der ersten Larvenhäutung, welcher jedoch schon zwei Häutungen der Embryonen vorausgegangen sind.

Inwieweit die einzelnen Teile des Nervensystemes der verschiedenen Gruppen homolog sind, läßt sich am leichtesten und sichersten erwägen, wenn die einzelnen, aufeinander folgenden Ganglienpaare — welche, wie bei den Scorpionideen und den Araneiden, auch bei den übrigen Gruppen angenommen werden müssen — verglichen werden, ohne Rücksicht darauf, ob dieselben noch distinkt und durch Längskommissuren verbunden, oder ob sie durch enge Aneinanderlagerung zu mehreren oder endlich zu einem einzigen Ganglienknoten verschmolzen sind.

Das erste Ganglienpaar, welches in dem Scheitellappen angelegt wird und im Gegensatz zu allen übrigen Ganglienpaaren präoral ist, ist stets über dem Schlunde gelegen. Während es bei den Tardigraden durch eine Querkommissur verbunden ist und dadurch einen Beleg für die niedere Stellung dieser Tiergruppe liefert, wird es bei den übrigen Gruppen eng aneinander gelagert. Dasselbe innerviert die Augen und das Rostrum und sendet einen paarigen Nerven auf dem Ösophagus zum Darm (Nervus sympathicus). Daß dieser sympathische Nerv überall vorhanden ist, darf aus den bei der Mehrzahl der Gruppen gemachten Beobachtungen gefolgert werden. Sind die Augen, wie bei vielen Acarinen und den Linguatuliden, rückgebildet, so tritt auch eine Verkümmernng dieses ersten Ganglienpaares ein. Die Beobach-

tung HOEK's (35, pag. 111), daß bei den Pycnogoniden die Augennerven als Äste eines Hautnervenbündels entspringen, zeigt, daß sich in dieser Gruppe ein primitiver Zustand dauernd erhalten hat.

Das zweite Ganglienpaar, oder dasjenige der Cheliceren, zeigt bezüglich seiner endgültigen Lagerung bemerkenswerte Verschiedenheiten. Obgleich dasselbe stets in dem zweiten Segment der embryonalen Anlage als erstes postorales Ganglienpaar angelegt wird, lagert es sich bei der Mehrzahl der Gruppen auf die Schlundkommissuren oder vereinigt sich sogar mit dem präoralen Gehirnganglienpaar zu einer über dem Schlund liegenden Ganglienmasse. Nur bei den Phalangiden gehört das Ganglienpaar der Cheliceren, wie LEYDIG ausdrücklich bemerkt, dem unteren Thorakalknoten an. Bei den Tardigraden scheint dieses Ganglienpaar gänzlich zu fehlen, doch ist zu vermuten, daß dasselbe im Anschluß an die Umbildung der Cheliceren zu kalkigen Stiletten eine Reduktion erfahren hat und durch die je einen Nerven abgebenden Teile der Ösophagealkommissur repräsentiert wird.

Das dritte Ganglienpaar, welches die zweite Extremität und die Unterlippe innerviert, scheint bei den Tardigraden mit dem folgenden Paar zu dem ersten Knoten des Bauchmarkes verschmolzen zu sein. Bei den Pycnogoniden mit dem vierten und oft auch dem fünften Ganglienpaare zu dem ersten Knoten der Bauchganglienreihe vereinigt, setzt es bei den übrigen Gruppen mit den folgenden thorakalen und zum Teil abdominalen Ganglienpaaren den unteren Thorakalknoten zusammen.

Das vierte, fünfte, sechste und siebente Ganglienpaar, welche die dritte bis sechste Extremität innervieren, bleiben bei den Tardigraden gänzlich getrennt und sind auch bei den Pycnogoniden zum Teil gesondert, während sie bei allen übrigen Gruppen an der Bildung des unteren Thorakalknotens Teil nehmen.

Während diese cephalothorakalen Ganglienpaare bei allen Gruppen in gleicher Zahl, nämlich zu sieben vorhanden sind und im einzelnen als homolog erachtet werden müssen, finden sich die ihnen folgenden abdominalen Ganglienpaare in ungemein wechselnder Zahl, so daß sie wohl bezüglich ihrer Anlage und in ihrer Gesamtheit als homolog bezeichnet werden können, daß sich aber nicht feststellen läßt, welche der einzelnen Ganglienpaare oder Ganglienknöten als gleichwertig zu erachten sind. Bei den Scorpionideen, deren Körper die größte Längenentwicklung aufweist, findet sich auch die größte Zahl abdominaler Ganglienpaare in der embryonalen Anlage, nämlich zwölf, während sich

am Nervensystem des erwachsenen Tieres nur deren elf sicher konstatieren lassen, nämlich vier dem unteren Thorakalknoten angelagerte und sieben zu distinkten Ganglienknotten verschmolzene, so daß angenommen werden muß, daß zwei der embryonalen Ganglienpaare des Postabdomens zu einem Knotten verschmolzen sind, oder daß eines derselben, — und dann wahrscheinlich das letzte, — in den Längsstämmen aufgegangen ist, wenn man nicht in der letzten Vereinigung der Längsstämme die Spuren eines achten distinkten abdominalen Ganglienknottes zu vermuten geneigt ist. — Bei den Araneiden dagegen finden sich entsprechend der Zahl der embryonalen Abdominalsegmente nur zehn Paar abdominaler Ganglienanlagen. Dieselben lagern sich zum Teil als sechstes Ganglienpaar dem unteren Thorakalknoten an oder vereinen sich zum Teil zu einem am Anfang des Hinterleibes gelegenen distinkten Ganglienknotten (Mygaliden) oder gehen endlich zum Teil in den abdominalen Längsstämmen auf. — Bei den Pycnogoniden werden noch drei, oft nur zwei Paar abdominaler Ganglien angelegt, deren erstes stets das siebente Extremitätenpaar innerviert; dieselben vereinigen sich immer zu einem Knotten, dem letzten der Bauchganglienreihe. — Den Tardigraden endlich fehlt jede Spur weiterer Ganglien, doch finden sich vom letzten Ganglienknotten ausgehend zwei stärkere Nervenstämme, welche in ihrer Richtung die Längskommissuren fortsetzen, und deren Vorhandensein und Eigentümlichkeiten vielleicht darauf hindeuten, daß ursprünglich hinter diesem letzten Ganglienknotten noch weitere vorhanden waren. — Aus diesen Beispielen ergibt sich, daß die Zahl der abdominalen Ganglienpaare der Zahl der abdominalen Segmente entspricht und wie diese nicht nur für die verschiedenen Gruppen verschieden, sondern auch innerhalb der einzelnen Gruppen wechselnd ist (Pycnogoniden). —

Mit Ausschließung der Tardigraden und der Pycnogoniden, welche bezüglich der Gestaltung des Nervensystemes ein sehr primitives Verhalten darbieten, läßt sich, was die Vereinigung der abdominalen Ganglienpaare sowohl unter sich als auch mit den cephalothorakalen Ganglienpaaren anlangt, eine fortlaufende Reihe von den Scorpionideen bis zu den Acarinen und Linguatuliden verfolgen. — Je mehr die Segmentierung des Abdomens und die Gliederung des Körpers überhaupt verwischt wird, um so mehr werden auch die ursprünglich distinkten Ganglienpaare zu größeren Knotten vereinigt, um endlich alle in die Zusammensetzung des unteren Thorakalknotens einzugehen. — Schon bei den Scorpionideen

finden sich die abdominalen Ganglienpaare mit Ausnahme der vier vorderen, welche dem unteren Thorakalknoten einverleibt sind, meist je um ein Segment nach vorn verlagert. Diese Verlagerung steigerte sich mit der allmählichen Konzentration des Hinterleibes bei den übrigen Gruppen, bis endlich alle abdominalen Ganglienpaare, soweit sie nicht an der Bildung der Längsstämme teilgenommen haben, dem unteren Thorakalknoten einverleibt wurden. — So finden sich bei den Scorpionideen noch sieben abdominale Ganglienknotten, bei den Chernetiden und den Cyphophthalmiden noch zwei, bei den Solpugiden und manchen Araneiden nur noch einer vor, während endlich bei der Mehrzahl der Araneiden, bei den Acarinen und den Linguatuliden keine gesonderten abdominalen Ganglienknotten vorhanden sind.

Was die Längskommissuren des Bauchmarkes anlangt, so bewahren dieselben nur bei den Tardigraden und den Pycnogoniden ihre ursprüngliche Duplizität, während sie bei den übrigen Gruppen so eng aneinander gelagert sind, daß sie als ein unpaarer Strang erscheinen. — Doch läßt sich die Zusammensetzung dieses Stranges aus zwei Teilen meist deutlich erkennen. Nur bei den Chernetiden und den Cyphophthalmiden ist eine Trennung der Kommissuren und auch zum Teil eine Trennung der Ganglienknotten in je zwei vorhanden. — Inwieweit bei dieser Gruppe die Duplizität der Längskommissuren und der ihnen eingelagerten Ganglien eine ursprüngliche oder eine sekundäre ist, läßt sich zur Zeit nicht entscheiden, da die Embryologie dieser Gruppen nur sehr lückenhaft bekannt ist. —

Eine der ersten Fragen, welche sich bei einer Vergleichung des Nervensystems der Arachniden mit demjenigen der übrigen Arthropoden aufdrängt, ist wohl die, ob die über dem Schlund gelegene Partie des Nervensystemes der Arachniden dem oberen Schlundknoten der übrigen Arthropoden gleichwertig zu erachten ist. Die Beantwortung dieser Frage ist um so wichtiger, als sie von fundamentaler Bedeutung für die Erörterung der Homologie der Gliedmaßen der Arthropoden erscheint. — Nach Analogie der übrigen Arthropoden hat man die über oder auch vor dem Schlunde gelegene Partie des Nervensystemes der Arachniden schlechthin als oberen Schlundknoten, Supraösophagealganglion oder Gehirn, bezeichnet und a priori dem oberen Schlundknoten der übrigen Arthropoden homolog erachtet. Eine einfache Zusammenstellung der Thatsachen aber ergibt, daß diese über dem Schlund gelegene Partie wohl die gleiche Lage, nicht aber auch die gleiche Zusam-

mensetzung wie der obere Schlundknoten der übrigen Arthropoden aufweist, und sogar in den verschiedenen Gruppen der Arachniden selbst Unterschiede in der Zusammensetzung erkennen läßt. Denn während bei der Mehrzahl der Gruppen diese obere Partie sowohl die Augen als auch die Cheliceren innerviert, entsendet sie bei den Phalangiden, wie LEYDIG angibt (37, pag. 199), nur die Augennerven, während die Chelicerennerven von dem unteren Thorakalknoten entspringen. Es kann daher, — wenn irgend LEYDIG's Darstellung der Wirklichkeit entspricht, — die vor dem Schlunde gelegene Partie des Nervensystemes der Phalangiden nicht homolog sein dem gleichgelegenen Teile des Nervensystemes der übrigen Gruppen. — Wie schon RATHKE (44, pag. 31) entdeckte, gehören die Seitenteile des sogenannten Gehirnes der Scorpionideen, welche die Nerven zu den Cheliceren entsenden, ursprünglich nicht diesem, sondern dem Bauchmark an. Diese wichtige Entdeckung RATHKE's erhielt durch die embryologischen Untersuchungen METSCHNIKOFF's (38) ihre Bestätigung und wurde durch die Beobachtungen BALFOUR's (20) verallgemeinert. — Denn, wie ein Blick auf die Darstellungen METSCHNIKOFF's (38, Fig. 9) und BALFOUR's (20, Fig. 5) zeigt, wird das die Cheliceren innervierende Ganglienpaar sowohl bei den Scorpionideen als auch bei den Araneiden in dem zweiten Segment der embryonalen Anlage, also postoral angelegt und gleicht bezüglich seiner Lage, wie SCHIMKEWITSCH (18, pag. 26) besonders hervorhebt, vollständig demjenigen Ganglienpaar, welches bei den Myriapoden (40, pag. 817) und den Hexapoden in dem mandibularen Embryonalsegment angelegt wird. Während sich aber das mandibulare Ganglienpaar der Myriapoden und Hexapoden mit denjenigen einiger folgenden Embryonalsegmente zu dem unteren Schlundknoten vereinigt oder auch, wie bei einigen Lepidopteren, den Schlundkommissuren auflagert, erfährt dasselbe bei der Mehrzahl der Arachniden eine noch stärkere Verlagerung, indem es entweder einen Teil der kurzen Ösophagealkommissuren bildet oder sich mit dem präoral angelegten Gehirnganglienpaar zu einer über dem Schlunde gelegenen Partie, einem „oberen Schlundknoten“ vereinigt, welcher scheinbar demjenigen der übrigen Arthropoden homolog ist. „It forms“, sagt BALFOUR bezüglich der Araneiden (20, pag. 19), „a part of the oesophageal commissure, and there is no suboesophageal commissure uniting the ganglia of the chelicerae, but the oesophageal ring is completed below by the ganglia of the pedipalpi.“ Nur bei den sonst ziemlich hoch entwickelten Phalangiden findet sich ein an die embryonalen Ver-

hältnisse erinnerndes Verhalten der Ganglien der Cheliceren. Daß dieses Verhalten jedoch kein ursprüngliches und vererbtes, sondern erst ein nachträglich durch Anpassung erworbenes ist, läßt sich aus der veränderten Lage des Gehirnganglienpaares folgern. Bei der starken Konzentration und Kontraktion, welche der Körper der Phalangiden erkennen läßt, wurden durch den Druck der angrenzenden Organe die Gehirnganglien aus ihrer Lage über dem Schlunde vor denselben gedrängt und liegen somit nicht mehr, wie bei den übrigen Gruppen, schräg über, sondern vor dem unteren Thorakalknoten. Die Ganglien der Cheliceren, welche in die Ösophagealkommissuren eingelagert sind, liegen infolgedessen in der horizontalen Verlängerung des unteren Thorakalknoten und die von ihnen entspringenden Nerven scheinen infolgedessen von dem unteren Thorakalknoten direkt zu entspringen. — Aber nicht nur die embryonale Anlage spricht dafür, daß das Ganglienpaar der Cheliceren dem Bauchmark zugerechnet werden muß, sondern auch die Befunde am Nervensystem des geschlechtsreifen Thieres widerstreiten dem nicht. — Wie SCHIMKEWITSCH (18, pag. 26) für *Epeira dargethan* hat, kann die Grenze zwischen dem oberen und dem unteren Teil des Nervensystemes ebensowohl vor als auch, — wie es bisher meist geschehen ist, — hinter das Ganglienpaar der Cheliceren verlegt werden. Das Neurilem, welches das Nervensystem einhüllt, senkt sich nämlich zwischen den einzelnen Ganglien in den Knoten ein und bildet auf diese Weise deutliche, wenn auch unvollkommene Scheidewände. — Die Neurilemsepten finden sich nun sowohl vor als auch hinter dem Ganglienpaar der Cheliceren, und es liegt kein Grund vor, dieses Ganglienpaar als zu den Gehirnganglien gehörig aufzufassen. Vielmehr muß das Ganglienpaar der Cheliceren auf Grund der embryologischen Thatsachen als ein dem Bauchmark angehöriges Ganglienpaar aufgefaßt werden, welches durch Verschiebung den Schlundkommissuren eingelagert oder den Gehirnganglien angelagert worden ist und welches dem mandibularen Ganglienpaar der Myriapoden und Hexapoden homolog zu erachten ist. — Die Verschiebung und Verlagerung des Ganglienpaares der Cheliceren ist als eine Folge der Konzentration des Nervensystemes zu betrachten. — Die obere Partie des Nervensystemes der Arachniden ist demnach nicht homolog der gleichgelegenen Partie des Nervensystemes der übrigen Arthropoden und also auch nicht als oberer Schlundknoten schlechthin zu bezeichnen, da unter diesem Namen gewöhnlich eine Ganglienmasse verstanden wird, welche, wie bei

den Myriapoden, Hexapoden und Crustaceen die Augen und die Antennen, nicht aber die Augen und die Mandibeln versorgt. —

Für diese obere Partie des Nervensystemes der Arachniden dürfte sich daher vielleicht zur Unterscheidung die Bezeichnung „oberer Thorakalknoten“ empfehlen. — Mit der Thatsache, daß die Ganglien der Cheliceren denjenigen der Mandibeln homolog zu erachten sind, fallen auch die von BLANCHARD (23, pag. 1385) besonders betonten Unterschiede und Übereinstimmungen, welche sich bezüglich der gegenseitigen Lage der Augen- und Chelicerennerven einerseits und der Augen- und Antennennerven andererseits zwischen den Arachniden und den übrigen Arthropoden auffinden lassen. —

Unterscheidet sich nun auch das Nervensystem der Arachniden von demjenigen der meisten Arthropoden durch den Mangel der Antennennerven, — einen Mangel, welchen die Arachniden nur mit der eigentümlichen Gruppe der Limuliden oder Poecilopoden gemein haben, — so ergeben sich im allgemeinen doch mannigfache Übereinstimmungen, welche durch den Umstand eine Erklärung finden, daß das Nervensystem aller Arthropoden eine mehr oder weniger ausgeprägte segmentale Anlage und Vertheilung zeigt. Was zunächst die embryonale Anlage des Nervensystemes anlangt, so stimmen alle Arthropoden darin überein, daß sowohl die Gehirnganglien als auch das Bauchmark in Gestalt von Epiblastverdickungen angelegt werden. Während nun aber bei den Crustaceen die Anlagen der Gehirnganglien und des Bauchmarkes als ein kontinuierliches Gebilde auftreten (pag. 39), finden sich bei den Arachniden, ebenso wie bei den Myriapoden die Anlagen beider gänzlich getrennt und auch bei den Hexapoden (21, pag. 379) nur in losem Zusammenhang. — Die Arachniden schließen sich also bezüglich der Anlage des Nervensystemes den Myriapoden und Hexapoden an. — Betreffs der feineren Struktur und histologischen Zusammensetzung des Nervensystemes scheinen, wie SCHIMKEWITSCH (18, pag. 26) ausführt, dieselben Gesetze für alle Arthropoden zu gelten; nur die Limuliden scheinen auch hierin eine Ausnahmestellung einzunehmen, denn PACKARD (43, pag. 34) sagt ausdrücklich: „the internal structure of the brain of *Limulus* is constructed on a wholly different plan from that of any other arthropodous type known, so much so that it seems useless to attempt at present to homologize the different regions in the two types of brain.“ — Trotzdem hat RAY-LANKESTER (17, pag. 508) den Nachweis versucht, daß das Nervensystem der Limuliden und der Scorpionideen, — und damit auch dasjenige der Arach-

niden überhaupt, — im wesentlichen übereinstimmen. — Allerdings sind zwischen den Nervensystemen beider Gruppen mannigfache Ähnlichkeiten vorhanden. Sowohl den Arachniden wie den Limuliden fehlen die Antennennerven; — in beiden Gruppen sind im Gegensatz zu den Crustaceen die Schlundkommissuren sehr kurz; — die ersten Ganglienpaare des Bauchmarkes sind bei beiden Gruppen enger aneinander gelagert und bilden mit den Gehirnganglien einen engen Ring um den Ösophagus. — Doch stehen diesen Übereinstimmungen auch unterscheidende Charaktere gegenüber. Der Ösophagealring nimmt bei den Limuliden eine mehr horizontale Lage ein und die ihn zusammensetzenden Ganglienpaare, — sieben, wie RAY-LANKESTER (17, pag. 510), und nicht sechs, wie PACKARD (43, pag. 28) angibt, — sind nicht so eng aneinandergelagert wie bei den Arachniden und auch median durch längere Querkommissuren verbunden. — Auch der hintere Teil des Bauchmarkes läßt in beiden Gruppen Verschiedenheiten erkennen, welche sich allerdings, wie RAY-LANKESTER (17, pag. 512) anführt, aus der verschiedenartigen Gliederung der hinteren Körperregion erklären lassen würden.

Wie aus diesen Betrachtungen zur Genüge erhellt, läßt sich aus der größeren oder geringeren Übereinstimmung des Nervensystemes allein in den verschiedenen Abteilungen der Arthropoden nur sehr unvollkommen auf die näheren oder entfernteren Verwandtschaftsbeziehungen schließen, da das Nervensystem aller Arthropoden die ursprüngliche metamere Verteilung mehr oder weniger treu bewahrt hat und sich in allen Gruppen sowohl Formen des Nervensystemes finden, welche den ursprünglichen Charakter einer Ganglienkette bewahrt haben, als auch solche, welche einen sehr hohen Grad von Konzentration erkennen lassen. — Trotzdem kann als sicher angenommen werden, daß die Arachniden bezüglich des Nervensystemes den Myriapoden und Hexapoden näher stehen als den Crustaceen, daß sie aber auch mit den Limuliden viele Charaktere gemeinschaftlich haben.

Was über den Wert des Nervensystemes für die Erkenntnis der Verwandtschaftsbeziehungen der größeren Abteilungen der Arthropoden gesagt ist, gilt ebenfalls, wenn auch nicht in so ausgedehntem Maße, für die Abwägung der Verwandtschaftsverhältnisse der einzelnen, zu den Arachniden gestellten Gruppen. Wenn sich gleich die Formen des Nervensystemes von den Scorpionideen bis zu den Acarinen und Linguatuliden als einer organisch entwickelten Reihe angehörig darstellen lassen, so muß doch hervorgehoben

werden, daß die Tardigraden und Pycnogoniden Gestaltungen des Nervensystemes darbieten, welche weit vor den Ausgangspunkt dieser Reihe zu setzen wären. — Wie sich ferner die Tardigraden durch die einfache Struktur ihrer Ganglienknoten als sehr tief und unter den übrigen Gruppen stehend dokumentieren, so lassen die Pycnogoniden in dem succedanen, postembryonalen Auftreten der hinteren Ganglienpaare einen Unterschied erkennen, welcher sie von den Arachniden zu entfernen sehr wohl imstande ist. —

Litteratur.

20. BALFOUR, F. M.: „Notes on the development of the Araneina.“ Quart. Journ. of Micr. Sc. XX. 1880.
21. — —: „Handbuch der vergleichenden Embryologie.“ Jena. 1880.
22. BARROIS, J.: „Recherches sur le développement des Araignées.“ Journ. de l'Anat. etc, Paris. 1877.
- 22a. — —: On the Development of the Chelifers.“ Ann. a. Mag. of Nat. Hist. XV. No. 86. London 1885.
23. BLANCHARD, E.: „Le genre Galéode.“ Extrait. Comptes rendus XXI. Paris 1845.
24. — —: Le genre Galéode.“ Ann. d. Sc. Nat. (3) VIII. Paris. 1847.
25. BRANDT, J. F.: Recherches sur l'anatomie des Araignées.“ Ann. d. Sc. nat. (2). XIII. Paris 1840.
26. CRONEBERG, A.: „Über den Bau von Trombidium.“ Bull. de la société imp. d. nat. de Moscou. 1879.
27. DOHRN, A.: „Neue Untersuchungen über Pycnogoniden.“ Mittheil. d. zool. Station zu Neapel. 1879.
28. DOYÈRE, M.: „Mémoire sur les Tardigrades.“ Ann. d. Sc. Nat. (2). XIV. Paris. 1840.
29. DUFOUR, L.: „Anatomie, physiologie et hist. nat. des Galéodes.“ (?)
30. GEGENBAUR, C.: „Grundriß der vergleichenden Anatomie.“ Leipzig. 1878.
31. GREEF, RICH.: „Das Nervensystem der Bärentierchen.“ Archiv f. mikr. Anatomie. I. 1865.
32. — —: Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Bärentierchen.“ Arch. f. mikr. Anat. II. 1866.
33. GRUBE, E.: „Einige Resultate aus Untersuchungen über die Anatomie der Arachniden.“ Arch. f. Anat. 1842.
34. HATSHECK, B.: „Beiträge zur Entwicklung der Lepidopteren.“ Jenaische Zeitschrift. XI. 1877.
35. HOEK, C.: Report on the Pycnogonida.“ — The Voyage of H. M. S. Challenger. Zool. III. 1881.
36. HOEVEN, J. VAN DER: „Bydragen tot de kennis van het geslacht Phrynus.“ Tydschr. voor natuurl. Geschiedenis etc. IX. 1842.
37. LEYDIG, F.: „Über das Nervensystem der Afterspinne.“ Arch. f. Anat. und Physiol. 1862.
38. METSCHNIKOFF, EL.: „Embryologie des Scorpions.“ Leipzig 1870.

39. METSCHNIKOFF, EL.: „Embryologie des Chelifer.“ Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. XXI. 1871.
40. — —: „Embryologisches über Geophilus.“ Zeitschr. f. wissen. Zoologie. XXV. 1876.
41. MOSELEY, N. H.: „On the structure and development of *Peripatus capensis*.“ Philosoph. Transactions. Vol. 164. 1874.
42. NEWPORT, G.: „On the structure, relation and development of the nervous system etc.“ Philosoph. Transaction. I. 1843.
43. PACKARD, A. S.: The anatomy, histology and embryology of *Limulus*.“ Boston 1880.
44. RATHKE, H.: „Reisebemerkungen aus Taurien.“ Leipzig 1837.
45. REICHENBACH, H.: „Die Embryonalanlage und erste Entwicklung des Flußkrebsses.“ Zeitschr. f. wissen. Zoologie. XXIX. 1877.
46. SEMPER, C.: „Über Pycnogoniden u. s. w.“ Arbeiten d. zool.-zoot. Institut. zu Würzburg. 1874.
47. TREVIRANUS, G. R.: „Über den inneren Bau der Arachniden.“ Schriften d. physik. medic. Societät zu Erlangen. I. 1812.
48. — —: Vermischte Schriften anatomischen und physiologischen Inhalts.“ I. Göttingen 1816.
49. TULK, A.: „Upon the anatomy of *Phalangium*.“ Ann. and Magaz. of Nat. History. XII. London. 1843.
50. ZENKER, W.: „Untersuchungen über Pycnogoniden.“ Arch. f. Anat., Physiol. etc. 1852.
- 50a. NALEPA, ALFR.: „Die Anatomie der Tyroglyphen.“ Ann. a. Mag. of N. H. (5) XIV. pag. 369—71.
- 50b. Zoolog. Jahresbericht f. 1884, d. zoolog. Station zu Neapel. II. Abteilung. pag. 82. —

II. Skelett und Gliedmaßen.

Skelett. Das Hautskelett der Arachniden ist wie dasjenige der übrigen Arthropoden ein Produkt des Integumentes. Das Integument läßt eine Zusammensetzung aus drei differenten Schichten deutlich erkennen. Dem Inneren des Körpers zugewandt findet sich, — wie STECKER (19, pag. 303) für *Gibocellum*, SCHIMKEWITSCH (18, pag. 8) für *Epeira dargethan* hat und wie ich für die Chernetiden (*Chernes*) bestätigen kann, — eine nur sehr schwach entwickelte, bindegewebliche Schicht, welche dem von HÄCKEL bei *Astacus* beschriebenen Bindegewebshäutchen, wie der von GRABER bei einigen Insekten aufgefundenen *Cuticula interna* homolog zu erachten ist. — Über dieser dünnen, innersten Schicht lagert die zellige Hypodermis oder das Chitinogengewebe, welches sehr verschieden modifiziert auftritt. — Bald erscheint es als eine zusammenhängende, protoplasmatische Masse mit zerstreut eingelagerten Kernen (66, Fig. 6, pag. 384), bald tritt es als ein Netz feiner

Protoplasmastränge auf, in dessen Knotenpunkten dann meist die Kerne eingelagert sind (Epeira und a.), bald zeigt es sich als ein aus zylindrischen Zellen zusammengesetztes Epithel (18, pag. 8). Diese zellige Schicht, in welcher auch das Pigment angehäuft ist, giebt der die gesamte Körperoberfläche überziehenden, chitinösen Cuticula den Ursprung. Bei jeder Häutung abgeworfen und auf Kosten der Matrix erneuert, zeigt die Chitinhaut ihrer Entstehung gemäß einen lamellaren Bau, oft auch eine schärfere Sonderung in mehreren Lagen, welche je nach ihrer Struktur (59, pag. 562), ihrer Färbung (18, pag. 6), oder ihrem Verhalten chemischen Reagentien gegenüber (18, pag. 6; 35, pag. 101) Verschiedenheiten aufweisen. Von engeren und weiteren Porenkanälen durchsetzt, deren Vorhandensein zuerst von LEYDIG (66, pag. 381) konstatiert und von zahlreichen anderen Forschern bestätigt worden ist, trägt die Chitinhaut die mannigfachsten Epidermoidalgebilde, wie Haare, Borsten, Stacheln, Warzen, Schuppen u. s. w., und zeigt an ihrer Oberfläche oft eine zierliche, wellenförmige (Araneiden) oder auch zellige Zeichnung (19, pag. 302). — Sowohl qualitativ wie quantitativ sehr verschieden entwickelt, bildet die Chitinhaut zuweilen einen weichen, nachgiebigen Überzug mancher Körperteile (Abdomen der Araneiden) und eine geschmeidige Verbindung der einzelnen, beweglich miteinander verbundenen Körperteile, während sie auf denselben meist zu einem festen, äußeren Skelett erstarrt, welches von dem zarten Hautgerüst vieler Acarinen und Tardigraden sowie dem glasartig spröden Körperüberzug der Oribatiden (Acarinen) bis zu dem widerstandsfähigen Panzer der Pedipalpen und der Scorpionideen alle Grade der Ausbildung erkennen läßt.

Schon Newport in seiner Monographie der Chilopoden (69, pag. 270) betont nachdrücklich den hohen Wert, welcher dem Chitinskelett und dem Bewegungsapparat für die Erkenntnis von Relationen beizumessen ist. Namentlich sind es, wie ABENDROTH (1, pag. 6) konstatiert, zwei Punkte, welche bei einer Vergleichung des Hautskelettes das Interesse fesseln. Vor allem ist es „die äußere Bildungsverschiedenheit in der mehr oder weniger ausgesprochenen Tendenz, Segmente zu bilden,“ welche hierbei in Betracht kommt, und in zweiter Linie „das Verhältnis des Hautskelettes zu den innern Organen“, welches zu berücksichtigen ist. In letzterem Falle ist es namentlich das Muskelsystem, welches durch seine innigen Beziehungen zum Hautskelett mannigfache Differenzierungen desselben veranlaßt, welche sich bis zur Entwicklung eines sogenannten „inneren Skelettes“ steigern können.

Daher erscheint es auch angemessen, diese Bildungen im Anschluß an eine Vergleichung des Muskelsystemes zu betrachten.

Bezüglich der äußeren Gliederung des Hautskelettes finden sich die mannigfachsten Verhältnisse. Wie der Körper aller Articulaten zeigt auch derjenige der Arachniden eine metamere Zusammensetzung, welche, wie CARUS (53, pag. 72) ausführt, in der Segmentierung des Hautskelettes ihren natürlichen Ausdruck findet, ebenso wie in der Gliederung des Muskelsystemes und in der Anlage und Verteilung des Nervensystemes. — Die in der ersten Anlage sehr gleichartigen Metameren waren bei einer älteren Arthropodengruppe mit je einem Ganglienpaar und je einem Anhangspaar ausgestattet, wie die Anlage des Nervensystemes und das vorübergehende Auftreten abdominaler Gliedmaßenanlagen während der embryonalen Entwicklung vermuten läßt. — Daß diese abdominalen, provisorischen Gliedmaßen nicht an allen abdominalen Segmenten auftreten, wie auch der Umstand, daß gewisse Gruppen embryonaler Segmente, zumal diejenigen, welche die spätere Kopfbrustregion und das Abdomen repräsentieren, schon frühzeitig gewisse Unterschiede erkennen lassen, muß auf Vererbung von einer älteren Arachnidengruppe zurückgeführt werden. Diese ältere Gruppe muß demnach eine, wenn auch schon beschränkte, so doch jedenfalls größere Anzahl von Gliedmaßenpaaren besessen haben, deren Summe zum mindesten eben so groß war, als diejenige der bei den rezenten Arachniden dauernd verbleibenden und provisorischen Anhangspaare zusammen beträgt; auch müssen die Segmente dieser älteren Gruppe schon eine gewisse Verschiedenheit dargeboten haben, je nach den Körperregionen, welche sie zusammensetzten. — Diese Heteronomität der Segmentbildung veranlaßte bei fortschreitender Entwicklung die Entstehung der bei der Mehrzahl der Arachniden scharf charakterisierten größeren Körperabschnitte, welche, verglichen mit denjenigen der übrigen Arthropoden, verschiedene Deutungen erfahren haben. — Da den Arachniden ein dem Kopf der Myriapoden und Hexapoden vergleichbarer, gesonderter Körperabschnitt meist fehlt, sah man sich veranlaßt, von einem Eingehen und einer Reduktion des Arachnidenkopfes zu sprechen, und stellte als besonders charakteristisch für diese Gruppe das Vorhandensein zweier größeren Körperabschnitte hin: eines die Gliedmaßen tragenden Thorax (Cephalothorax) und eines fußlosen Abdomens (9, pag. 537; — 4, pag. 642). Da jedoch diese Regionen nicht am Körper aller Gruppen als so charakteristisch differenzierte auftreten, wur-

den etwaige Abweichungen durch die Annahme einer allmählichen Reduktion des Hinterleibes zu erklären versucht. — Nach einer anderen Auffassung, als deren Hauptvertreter RAY-LANKESTER zu nennen ist, wäre bei einer älteren Arachnidengruppe eine Sonderung des Körpers in drei morphologisch verschiedene Abschnitte anzunehmen, welche als Prosoma, Mesosoma und Metasoma bezeichnet werden und einem Cephalothorax, einem Präabdomen und einem Postabdomen entsprechen würden (17, pag. 644), und wären abweichende Verhältnisse als durch Degeneration entstanden zu erachten.

Die Zahl der embryonalen Segmente ist in den verschiedenen Gruppen der Arachniden sehr verschieden, wie ja auch die Zahl der am erwachsenen Tier erkennbaren Körperringe eine sehr mannigfaltige, wenn auch für die einzelnen Gruppen im allgemeinen konstante ist. Der vordere Teil der embryonalen Anlage oder der Bauchplatte wird von einem anfänglich abgerundeten, später deutlich zweiteiligen Lappen eingenommen, dem Kopf- oder Scheitellappen (*capuchon céphalique*; *lobe procéphalique*; *praeoral lobe*), an welchem sich nie Anhänge entwickeln, während an demselben bei den Crustaceen, Protracheaten, Myriapoden und Hexapoden die Antennen entstehen. Der hintere Teil der embryonalen Anlage wird nach CLAPARÈDE (54) durch eine kleine Verdickung, den Schwanzlappen (*capuchon anal*; *caudal lobe*) oder die Schwanzkappe fixiert. Die gegenteilige Behauptung BALBIANI'S (52, pag. 71), daß nämlich zu der Zeit, als die ersten sechs embryonalen Rumpsegmente erscheinen, noch keine Spur dieser Schwanzkappe vorhanden sei, wurde von BALFOUR (20, pag. 7) dahin berichtet, daß, wenn auch nicht gleichzeitig mit dem Scheitellappen, so doch bedeutend früher, als BALBIANI angiebt, der Analteil auftritt. Zwischen diese beiden Grenzabschnitte schieben sich die übrigen, den Embryo zusammensetzenden Segmente ein. Nach den Beobachtungen CLAPARÈDE'S (54) und METSCHNIKOFF'S (38) zeigt die Schwanzkappe selbst später einen Zerfall in Segmente, welchen Vorgang auch BALFOUR (20, pag. 9) mit den Worten bestätigt: *these fresh segments have been formed by the continued segmentation of the anal lobe*“ . . . Die Segmente entstehen im allgemeinen von vorn nach hinten und werden vor dem Erscheinen der Gliedmaßen differenziert. Nur bei Chelifer hat METSCHNIKOFF (39) ein abweichendes Verhalten konstatiert, insofern als erst die Körperanhänge erscheinen und später erst die teilweise Segmentierung des Embryonen eintritt. Eine genügende Erklärung für dieses abweichende und außergewöhnliche Verhalten ist nur darin zu

finden, daß, wie BARROIS (22a, pag. 152) angiebt, die Larven des Chelifer als Parasiten auf dem Leibe der Mutter bis zur vollständigen Ausbildung leben und eine eigentümliche Metamorphose erleiden, welche als eine durch Anpassung an die Lebensbedingungen erworbene aufzufassen ist.

Zwischen den beiden Grenzabschnitten der embryonalen Anlage werden im allgemeinen zuerst sechs Segmente sichtbar, über deren Abstammung und succedanes Auftreten die Ansichten geteilt sind. Doch ist es sicher, daß das erste, d. h. das vorderste, dieser sechs Segmente im allgemeinen später erscheint und nur sehr undeutlich von dem Scheitellappen abgesetzt ist, wenn auch für die Auffassung BALBIANI'S (52, pag. 73): „en effet, ce zonite est le seul qui se forme aux dépens de la portion céphalique“ weitere Bestätigungen abzuwarten sind. Diese sechs Segmente sind diejenigen, an welchen bei allen Arachniden von den Scorpionideen bis zu den Acarinen sechs bleibende Extremitätenpaare angelegt werden, und welche mit dem Scheitellappen zusammen die vordere Körperregion oder die Kopfbrust des erwachsenen Tieres repräsentieren ¹⁾. Die Zahl der hinter diesen sieben thorakalen Segmenten succedan erscheinenden abdominalen Segmente ist zwar für die einzelnen Gruppen sehr verschieden, doch läßt sich von den Scorpionideen bis zu den Acarinen eine absteigende Reihe verfolgen, und nur die Tardigraden und die Pycnogoniden nehmen einen etwas abseits derselben gelegenen Platz ein.

Bei den Scorpionideen verschmelzen die in der embryonalen Anlage gesonderten sieben vorderen Körpersegmente im weiteren Verlauf der Entwicklung zu einer kompakten Kopfbrust. Der dorsalen Partie derselben, welche aus dem breiten, die Augen tragenden Rückenschild besteht, entspricht ventral eine kleine, pentagonale Brustplatte (Sternum). Zwischen beiden sind vorne und seitlich die sechs Extremitätenpaare eingelenkt. Hinter diesen sieben thorakalen Segmenten werden nach METSCHNIKOFF (38) noch dreizehn abdominale angelegt, von denen sechs auf das Postabdomen oder den Schwanz entfallen — wenn nämlich der Giftstachel als ein Segment betrachtet wird. Gegen diese Auffassung, für welche auch JOYEUX-LAFFUIE (62, pag. 558) eintritt, läßt sich

1) Der Scheitellappen ist hier als erstes embryonales Segment aufgefaßt, ohne zu erörtern, ob derselbe ursprünglich als aus mehreren Segmenten zusammengesetzt zu betrachten ist. Die Kopfbrustregion besteht demnach aus sieben Segmenten, wie auch BALBIANI (51, pag. 10) angiebt.

einwenden, daß die Lage des Afters für alle Articulaten konstant ist, nämlich auf dem letzten Segment, wenn nicht durch außergewöhnliche Umstände eine Umlagerung erfolgt ist. Demnach würde der Giftstachel der Scorpionideen nur als ein abgegliederter Anhang dieses letzten, den After tragenden Segmentes zu betrachten sein, wie ihn auch RAY-LANKESTER (17, pag. 514) auffaßt; — als ein Anhang, vergleichbar dem fadenförmigen, gegliederten Schwanzanhang der Telyphoniden, dessen einzelne Glieder wohl kaum als Segmente gedeutet werden dürften. Demnach wären also bei den Scorpionideen nur zwölf abdominale Segmente vorhanden, welche auch bei dem erwachsenen Tier als getrennte Körperringe wenigstens dorsal deutlich zu erkennen sind. Die vorderen sieben abdominalen Segmente sind als ein breites Präabdomen von dem aus fünf engen Ringen und dem Giftstachel bestehenden Postabdomen schon am Embryo deutlich abgesetzt. Das Postabdomen ist bei dem Embryo unter die Bauchfläche geschlagen und nach vorn gerichtet, während es von dem erwachsenen Tier über der Rückenfläche nach vorn umgeschlagen getragen wird. Während sich am Embryo der dorsale und ventrale Bogen jedes Segmentes gegenüberliegen, findet sich an dem erwachsenen Tier diese gegenseitige Lage an einigen Segmenten ein wenig verändert; namentlich sind die Sternalteile des achten und neunten Körpersegmentes, also des ersten und zweiten Abdominalsegmentes, weit nach vorn verschoben; der Sternalteil des ersteren trägt die Genitalöffnung, der des letzteren die als Kämme bekannten eigentümlichen Organe.

Die Pedipalpen, über deren embryonale Entwicklung keine eingehende Untersuchungen bisher angestellt worden sind, ähneln zum Teil in ihrer äußeren Erscheinung den Scorpionideen. Der ungliederte Cephalothorax, aus einem großen Rückenschild und einer kleineren (Telyphonus) oder größeren (Phrynus) Brustplatte bestehend, trägt die Augen und sechs Extremitätenpaare, ist also demnach, wie bei den Scorpionideen, als aus sieben embryonalen Segmenten verschmolzen anzusehen. Die diesem Kopfbrustteil folgende Körperregion, welche keine Anhangspaare trägt, ist bei Telyphonus aus zwölf, bei Phrynus dagegen nur aus elf Ringen zusammengesetzt. Während bei den Telyphoniden die drei letzten dieser abdominalen Segmente in Gestalt sehr enger Ringe von den neun vor ihnen liegenden abgesetzt sind und eine dem Postabdomen der Scorpionideen analoge Differenzierung repräsentieren, welcher auch der dem Giftstachel der Scorpionideen entsprechende

Afterfaden nicht fehlt, verjüngen sich die Abdominalsegmente der Phryniden allmählich nach hinten, in ähnlicher Weise, wie dies bei den Solpugiden der Fall ist. Die Sternalteile des achten und neunten Körpersegmentes sind nicht, wie bei den Scorpionideen nach vorn verlagert, sondern zu einer Platte verschmolzen, welche zentral die Genitalöffnung und an ihrem hinteren Rande ein Paar Stigmen trägt.

Die Solpugiden zeigen im Gegensatz zu den übrigen Gruppen eine ausgeprägte Gliederung auch des vorderen Körperabschnittes. Die Kopfbrust besteht aus drei hinteren Ringen, welche je ein Gliedmaßenpaar tragen und dem fünften, sechsten und siebenten embryonalen Segment der übrigen Gruppen entsprechen und einen vorderen Teil, welcher zwar mit dem ersten Ring innig verbunden, aber, sich nach vorne verbreiternd, kopfartig emporgewölbt ist und oben die Augen, vorn und seitlich drei Anhangspaare trägt, also als aus vier Segmenten verschmolzen zu betrachten ist. Die von dem Kopfbrustteil durch eine Einschnürung scharfer abgesetzte hintere Körperregion ist aus zehn Ringen zusammengesetzt, welche sich allmählich nach hinten verjüngen. Der erste derselben trägt ventral die Genitalöffnung, der letzte zentral die Afterspalte.

Der Körper der Chernetiden läßt ebenfalls eine Sonderung in eine vordere und eine hintere Region deutlich erkennen, obgleich das Abdomen dem Kopfbrustteil in seiner ganzen Breite ansitzt. Der Cephalothorax besteht aus einem Rückenschild, welches durch zwei, bei *Obisium* und *Chthonius* nur schwach ange deutete Furchen in drei hinter einander liegende Abschnitte zerlegt wird, deren vorderer die Augen trägt, sofern dieselben nicht, wie bei *Chernes*, rückgebildet sind, und einem Sternalteil, welcher mit den Hypopodien der vier hinteren Extremitätenpaare verwachsen ist. Vorne zwischen beiden Teilen der Kopfbrust liegen das erste und zweite Gliedmaßenpaar, so daß auch hier eine Zusammensetzung der Kopfbrust aus sieben embryonalen Segmenten angenommen werden muß. Der Hinterleib besteht bei der Mehrzahl der Chernetiden aus elf Ringen, bei der Gattung *Cheiridium* jedoch nur aus zehn Ringen. Doch ist es wahrscheinlich, daß bei letzterer zwei Hinterleibsringe zu einem einzigen verschmolzen sind, zumal bei *Cheiridium* nur ein Stigmenpaar vorhanden ist, während die übrigen Chernetiden deren zwei aufweisen. Die zu einer dreieckigen Platte verschmolzenen Sternalteile des achten und neunten Körpersegmentes tragen die Geni-

talöffnungen und entweder vor (Chelifer; Cheiridium; Chernes) oder hinter derselben (Obisium; Chthonius) eine Anzahl Spinnröhren. Der letzte Ring trägt die quergestellte Afterspalte. Während an dem erwachsenen Tier keine Spur einer Differenzierung des Hinterleibes in zwei morphologisch verschiedene Regionen zu erkennen ist, tritt während der letzten Stadien der embryonalen Entwicklung bei Chelifer (39) ein auf den Bauch zurückgekrümmter Schwanz auf, welcher sich während der ersten Larvenstadien noch verlängert, im weiteren Verlaufe der Entwicklung jedoch schwindet und von METSCHNIKOFF als ein provisorisches Postabdomen bezeichnet worden ist. Die Segmentbildung beginnt, wie schon oben betont wurde, erst während der letzten Stadien der Metamorphose und nach dem Erscheinen der Gliedmaßen, zeigt also ein ganz abweichendes Verhalten. Die Gründe für diese Abweichung sind wohl auch in der eigentümlichen Metamorphose zu suchen, welche die Cheliferlarven durchlaufen, und es bleibt abzuwarten, ob auch die übrigen Chernetiden derartige Abweichungen und eine ähnliche Entwicklung aufweisen. Die Angaben METSCHNIKOFF'S bezüglich der Segmentierung der Cheliferlarven, — so wichtig und dankenswert sie im allgemeinen sind, — bedürfen doch noch mancher Ergänzung. Die thorakale Region bleibt nach METSCHNIKOFF gänzlich ungegliedert, am Abdomen dagegen tritt ein Zerfall in sieben Segmente ein, während doch am erwachsenen Tier nicht nur elf Hinterleibsringe vorhanden sind, sondern auch die thorakale Region in den zwei dorsalen Querfurchen Überreste einer Gliederung erkennen läßt.

Die Cyphophthalmiden scheinen bezüglich ihrer äußeren Gestalt zwischen den Chernetiden und den Phalangiden zu stehen. Dem ungegliederten Cephalothorax, welcher die Augen und sechs Extremitätenpaare trägt, — demnach als aus sieben embryonalen Segmenten verschmolzen zu betrachten ist — sitzt das deutlich achtringelige Abdomen in seiner ganzen Breite an. Auf dem Sternaalteil des ersten Hinterleibsringes, also des achten Körpersegmentes, liegt die Geschlechtsöffnung, entweder zentral (Gibocellum), wie bei den Chernetiden, oder am vorderen Rande (Cyphophthalmus), wie bei den Phalangiden. Die Tracheen münden entweder mit zwei Paar Stigmen ventral auf dem neunten und zehnten Körpersegment (Gibocellum), wie bei der Mehrzahl der Chernetiden, oder nur mit einem Stigmenpaar auf dem neunten Segment (Cyphophthalmus), ähnlich wie bei den Phalangiden. Endlich finden sich bei Gibocellum, wie bei den Chernetiden, an dem hinteren

Rand des achten oder dem vorderen Rand des neunten Körpersegmentes Spinnröhrchen, welche bei *Cyphophthalmus* zu fehlen scheinen. Das Endsegment, das fünfzehnte Körpersegment, trägt ventral die Analöffnung.

An dem Körper der Phalangiden ist die Grenze zwischen einem vorderen und einem hinteren Körperabschnitt nur sehr schwach ausgeprägt, da das Abdomen nicht nur dem Kopfbrustteil in seiner ganzen Breite ansitzt, sondern auch sich ventral zwischen den Hüftgliedern der letzten Extremitätenpaare weit nach vorn erstreckt, so daß TULK (49, pag. 163) diesen ventralen Abschnitt des Abdomens als ein zu dem Thorax gehöriges Sternum beschreibt, welches „bloß als eine Verlängerung der vorderen Bogen des Abdomens erscheint.“ Der Cephalothorax besteht aus dem ungliederten Rückenschild, welcher die Augen trägt, und einem schmalen Sternalteil, welcher sich brückenartig zwischen den Coxalgliedern des dritten Extremitätenpaares hinzieht, und welchem vorne die Unterlippe angefügt ist (49, pag. 162; Fig. 13). Zwischen diesen beiden Stücken der Kopfbrust sind vorne und seitlich die sechs Extremitätenpaare eingelenkt. Wenn BALBIANI (51, pag. 9) an einem Embryo von *Opilio phalangium* eine Zusammensetzung der Kopfbrust aus nur vier Ringen beobachtete, deren erster die Augen und drei Paare Gliedmaßen trug, während jeder der folgenden mit je einem Gliedmaßenpaar versehen war, so ist dieser Befund dem Umstand zuzuschreiben, daß BALBIANI nur sehr späte Embryonalstadien zur Hand waren, denn, wie er selbst sagt (51, pag. 10): *il est très-probable que le nombre des zonites entrant dans la constitution du tronçon antérieur du corps du Phalangium est, virtuellement du moins, plus grand que celui indiqué . . . et il resulte, que le cephalothorax des Araignées est originalement composé de six segments primordiaux, et en y comprenant le rudiment crânien de l'embryon, on obtient en tout sept segments.*“ Trotzdem ist dieser Befund äußerst interessant und wichtig, denn er zeigt, daß die Phalangiden auf einem gewissen embryonalen Stadium eine Gliederung der Kopfbrust aufweisen, welche die Solpugiden (pag. 67) dauernd darbieten, daß sie also in ihrer Entwicklung einen solpugidenähnlichen Zustand durchlaufen. Der Hinterleib der Phalangiden, — über die embryonalen Verhältnisse desselben liegen keine näheren Angaben vor, — zeigt nur schwache Spuren einer Segmentierung. TULK (49, pag. 163) zählte bei *Opilio phalangium* dorsal zehn, ventral nur fünf durch Querfurchen getrennte Bogen, zu denen jedoch das von ihm zum

Thorax gerechnete Sternum hinzukommt. Das letztere repräsentiert augenscheinlich die verschmolzenen Sternalbogen der vorderen fünf dorsalen Bogen und trägt an seinem vorderen Rande die Genitalöffnung. In den Verwachsungsfalten der Kopfbrust und des Hinterleibes liegt jederseits von der Geschlechtsöffnung ein Stigma. Das ein wenig ventral gerückte Endsegment trägt den After. Eine Sonderung der Abdominalregion in zwei morphologisch verschiedene Abschnitte findet sich, wie METSCHNIKOFF (39, pag. 520) hervorhebt, auch während der embryonalen Entwicklung nicht.

Die Araneiden zeigen deutlich eine Sonderung des Körpers in zwei, durch eine tiefe Einschnürung scharf getrennte Regionen. Der ungegliederte Cephalothorax, welcher sich aus sieben embryonalen Segmenten zusammensetzt, besteht aus dem größeren Brustücken, welcher die Augen trägt, und dem kleineren, polygonalen Brustschild oder Sternum. Zwischen beiden Teilen der Kopfbrust sind vorn und seitlich die sechs Extremitätenpaare eingelenkt. Das sackförmige, weichhäutige Abdomen des erwachsenen Tieres zeigt keine Spur einer Gliederung, doch sind während der embryonalen Entwicklung die dasselbe zusammensetzenden Segmente deutlich geschieden. Die Angaben CLAPARÈDE'S (54), daß bei *Pholcus*, *Epeira* u. a. hinter den thorakalen Segmenten noch acht, bei *Clubiona* dagegen nur sieben abdominale Segmente angelegt würden, wurden durch die Untersuchungen von BARROIS (21) und von BALFOUR (20) berichtigt und ergänzt. Demnach werden hinter dem letzten thorakalen Segment, welches das sechste bleibende Extremitätenpaar trägt, weitere zehn Segmente mit Einschluß der Analkappe sichtbar. — Diese zehn abdominalen Embryonalsegmente zerfallen nach BARROIS (22, pag. 539) in zwei Gruppen. Die vordere dieser Gruppen, aus sechs Segmenten bestehend, ist dem Präabdomen der Scorpionideen morphologisch gleich zu setzen, während die hintere Gruppe, aus vier sehr schmalen Segmenten bestehend, dem Postabdomen derselben entsprechen würde. Zugleich glaubt BARROIS (22, pag. 540) aus dem Zerfall des Sternalbogens des Analsegmentes eines Epeiridenembryonen in drei hintereinanderliegende Bögen schließen zu müssen, daß das ganze Analsegment ursprünglich drei Segmenten entspricht, wenn auch der dorsale Bogen desselben keine Spur einer Gliederung erkennen läßt. Es würden also dann bei den Epeiriden — und bei den Araneiden überhaupt — zwölf abdominale Segmente vorhanden sein, also eine gleiche Zahl, wie sie die Scorpionideen aufweisen; nur würden bei den Araneiden die drei

letzten Segmente schon am Embryo zu einem einzigen verschmolzen sein. — Zur Unterstützung seiner Annahme führt BARROIS die von CLAPARÈDE erwähnte Thatsache (45, pag. 24, Fig. 12) an, daß bei *Pholcus* die Schwanzkappe in drei Segmente zerfällt, ohne zu berücksichtigen, daß die Schwanzkappe CLAPARÈDE'S nicht seinem Analsegment allein, sondern den drei letzten Segmenten zusammen entspricht. Wenn daher auch für diese Beobachtung BARROIS' und den daraus gefolgerten Schluß weitere Bestätigungen abzuwarten sind, so darf doch als sicher angenommen werden, daß von den zehn abdominalen Embryonalsegmenten der Araneiden die vier letzten eine dem Postabdomen der Scorpionideen entsprechende Bildung repräsentieren. An der Basis des Abdomens findet sich ventral die Genitalöffnung, am hinteren Ende, ein wenig auf die Bauchfläche gerückt die Afterspalte und vor dieser die Spinnwarzen.

Der Körper der Acarinen läßt nur selten irgend welche deutliche Gliederung erkennen, so daß immer eine Verschmelzung von Kopf, Thorax und Abdomen angenommen worden ist. Der Einwand ABENDROTH'S (1, pag. 9), daß von einer Verschmelzung keine Rede sein könne, da ja keine ursprüngliche Sonderung nachzuweisen sei, wird durch die Beobachtungen CLAPARÈDE'S (55) und HENKING'S (59) entkräftet. Wie CLAPARÈDE für *Atax Bonzi* (55, pag. 453), *Tyroglyphus Sirio* (pag. 412), und *Myobia musculi* (pag. 526), HENKING für *Trombidium fuliginosum* (59, pag. 632) konstatierte, stimmt die embryonale Anlage dieser Acarinen mit derjenigen der übrigen Arachniden in den Hauptpunkten überein. Die Bauchplatte mit je einer Verdickung am Kopf und Schwanzpol (Scheitellappen und Schwanzkappe) wird durch Quereinschnürungen undeutlich segmentiert, und zwar treten bei *Myobia musculi* (55, pag. 526) außer dem Scheitellappen fünf thorakale Segmente auf, welche je eine Gliedmaßenpaaranlage tragen. Hinter diesen liegt noch ein sechstes Segment, welches sich später wenigstens in zwei teilt, deren vorderes dem siebenten, thorakalen Segment der übrigen Arachniden entspricht, an welchem, wie HENKING (59, pag. 652) gezeigt hat, erst während der postembryonalen Entwicklung das sechste Extremitätenpaar auftritt, während das hintere Teilsegment an der Bildung des Abdomens Teil nimmt. Bei anderen Acarinen entstehen hinter den thorakalen Segmenten noch eine größere Anzahl abdominaler Segmente, so beobachtete MICHAEL (59, pag. 632) am Abdomen der Oribatiden Spuren einer deutlichen Gliederung und HENKING (59, pag.

632) konstatierte bei der Larve von *Trombidium fuliginosum* „nach der Zahl der Borstenreihen sechs abdominale Segmente, welche durch Verkürzung ihrer ventralen Abschnitte zum Teil eine Verschiebung auf die Bauchfläche des Tieres erfahren“. Bei Tyroglyphus Sirio beobachtete CLAPARÈDE, daß sich nach der Anlage der fünf vorderen Extremitätenpaare das Vorderende der Embryonalanlage durch drei Furchen gliederte, von denen nur diejenige zwischen dem vierten und fünften Extremitätenpaar, — dem zweiten und dritten Beinpaar, — persistiert. Dieser Umstand, daß an dem Embryo drei solcher Furchen gleichzeitig und gleichwertig auftreten, spricht gegen die Annahme HALLER's (8, pag. 384), daß die eine dieser Furchen, die sogenannte Rückenfurche, welche allerdings bei vielen Acarinen persistiert, als Grenze zwischen der Kopfbrust und dem Abdomen angesehen werden müsse. Auch die Beobachtung HENKING's, daß die Larve von *Trombidium fuliginosum* einen aus sechs — mit dem Scheitellappen aus sieben — Segmenten zusammengesetzten Kopfbrustteil erkennen läßt, spricht gegen die vollständig willkürliche Annahme HALLER's. Ferner ist auch bei vielen Acarinen, z. B. *Ixodes*, der die Gliedmaßen tragende Cephalothorax deutlich von dem sackförmigen Abdomen abgesetzt; und auch der Umstand, daß bei den Sarcopten der hinter dem vierten Beinpaar, d. h. dem sechsten Extremitätenpaar, gelegene Körperabschnitt „nicht deutlich abgeschnürt ist oder eine undeutliche Abschnürung doch ohne Einfluß auf die innere Anatomie bleibt“, scheint kein genügender Grund, um die von ROBIN und EHLER's verfochtene Deutung dieses Abschnittes als Abdomen zu widerlegen, zumal HENKING (59, pag. 633) ausdrücklich bemerkt, daß bei der Larve von *Trombidium* gerade hinter dem Segment, an welchem das sechste Extremitätenpaar postembryonal auftritt, eine sehr starke Einschnürung des Lebermagens konstatiert werden kann. Daß bei einer so starken Verkürzung des Hinterleibes, wie sie bei den Sarcopten konstatiert werden muß, auch eine starke Verlagerung der ursprünglich in demselben gelagerten Organe stattgehabt hat, ist nicht zu verkennen und es kann daher auch der Einfluß der Grenzlinie zwischen Cephalothorax und Abdomen auf die inneren Teile kein scharf ausgeprägter sein. Ebenso scheint es ungerechtfertigt, aus dem Umstande, daß „bei den Sarcopten die letzten Beinpaare fast — also doch nicht gänzlich — am hinteren Körperende stehen“, zu folgern, daß den Sarcopten ein Abdomen überhaupt fehle, eine Folgerung, welche ABENDROTH (1, pag. 9) zwar nicht mit nackten Worten

ausspricht, welche sich aber zwischen den Zeilen lesen läßt. Auch die Lage der Genitalöffnung spricht gegen eine derartige Annahme; denn dieselbe liegt meist ventral hinter oder zwischen den Einlenkungsstellen des hintersten Extremitätenpaares, selten vor denselben und nur in einem einzigen Falle dorsal. Diese anormale Lage der Geschlechtsöffnung von *Myobia musculi* läßt sich als eine durch Anpassung an die Lebensbedingungen erworbene erkennen, wenn man bedenkt, daß diese Milben mit ihren Beinen an den Haaren festgeklammert im Pelz der Mäuse parasitisch leben und also der Akt der Begattung bei dorsaler Lage der Geschlechtsöffnung erleichtert wird. Der After findet sich stets am hinteren Körperende und etwas auf die Bauchfläche gerückt, welche Lage sich durch die von HENKING konstatierte Verschiebung der Dorsalteile der hinteren Abdominalsegmente erklären läßt. An dem vorderen Körperteil der Acarinen findet sich häufig ein vorn die Mundöffnung tragender Abschnitt abgeschnürt, welchen FÜRSTENBERG (1, pag. 9) als „Kopf“, KRAMER (8, pag. 384) als „Kopfröhre“ bezeichnet hat. Diese Abschnürung ist wohl als eine sekundäre zu betrachten, welche durch die Umbildung der Mundteile veranlaßt wurde, und welche als analog der Rüsselbildung der Pycnogoniden aufgefaßt werden kann. Der hintere Körperteil, die Abdominalregion, zeigt an dem erwachsenen Tier nur selten Spuren irgend welcher Gliederung; falls eine solche vorhanden ist, muß sie wohl meist, wenn auch vielleicht nicht immer, als eine sekundäre gedeutet werden, und die Ringelung des Abdomens von *Demodex folliculorum* ist zweifelsohne erst durch Anpassung an die parasitische Lebensweise dieser Tiere in den Haarbälgen der Säugetiere erworben worden. Zwar beobachtete KRAMER (65, pag. 179) auch bei einigen anderen Milben (*Alycus roseus*?, *Tarsonemus*) eine Segmentierung der hinteren Körperregion, doch sind diese Fälle allein nicht genügend, um über den phylogenetischen Wert dieser Gliederung eine Entscheidung zu gestatten, zumal auch Angaben über die embryonale Entwicklung dieser Formen dazu unumgänglich notwendig sind. Aus dem Zerfall des Panzers in hintereinander liegende Ringe oder Platten auf eine Gliederung des Körpers zu schließen, scheint zum mindesten gewagt, da die oft sehr komplizierte Metamorphose der Acarinen verändernd in diese Skelettbildung eingreifen muß. Die Kopfbrustregion der Acarinen würde demnach wie bei den übrigen Arachniden als aus sieben embryonalen Segmenten verschmolzen anzusehen sein, während der Hinterleib die verschiedensten

Grade der Ausbildung erkennen läßt. (*Trombidium fuliginosum*; — *Myobia musculi*).

Der langgestreckte, wurmähnliche Körper der *Linquatuliden* zeigt eine Ringelung, vergleichbar derjenigen von *Demodex*; eine Ringelung, welche als eine durch Anpassung an die endoparasitische, cestodenähnliche Lebensweise der *Pentastomiden* erworbene zu deuten ist. Das Auftreten zweier Gliedmaßenpaare während der embryonalen Entwicklung setzt den vorderen Körperabschnitt in einen gewissen Gegensatz zu der hinteren, anhangslosen Körperregion. Die *Linquatuliden* könnten ihrer Körperform nach als degenerierte *Acarinen* aufgefaßt werden, deren Entwicklung und Metamorphose stark modifiziert ist.

Bei den bisher betrachteten Gruppen gliedert sich der Körper stets, wenn auch nur vorübergehend, während der embryonalen Entwicklung in zwei morphologisch verschiedene Regionen, eine vordere Kopfbrustregion, welche die Augen und die Extremitäten trägt, und eine hintere Abdominalregion, welche im allgemeinen der paarigen Anhänge entbehrt.

Der Kopfbrustteil ist als aus sieben embryonalen Segmenten — mit Einschluß der Scheitellappen — zusammengesetzt zu betrachten und trägt sechs Gliedmaßenpaare, deren Zahl allerdings bei den *Linquatuliden* stark reduziert ist. Daß dieser Kopfbrustteil ursprünglich gegliedert war, dürfte wohl kaum bezweifelt werden, selbst dann nicht, wenn man mit *RAY-LANKESTER* limulidenähnliche Formen an den Ausgangspunkt der *Arachnidenreihe* stellt. Denn nicht nur bei den *Chernetiden* und namentlich den *Solpugiden* haben sich Reste dieser Gliederung erhalten, sondern auch die *Phalangiden* zeigen auf einem von *BALBIANI* beschriebenen Embryonalstadium eine Gliederung der Kopfbrust, welche derjenigen der *Solpugiden* ähnelt. Oder sollte vielleicht anzunehmen sein, daß sich aus *Arthropoden* mit gegliederter Kopfbrust *arachnidenähnliche* Tiere mit ungegliederter *Cephalothorax* und aus diesen wieder *Arachniden* mit gegliederter Kopfbrust entwickelt haben? Während sich nun von dieser ursprünglichen Gliederung bei der Mehrzahl der Gruppen keine Spuren erhalten haben, — wenn nicht die mehr oder weniger deutlich abgesetzte, vordere Erhöhung, welche bei den *Araneiden* u. a. die Augen trägt, als abgegliederter Teil der Kopfbrust angesehen werden kann, — finden sich schwache Überreste dieser Gliederung bei den *Chernetiden* in Gestalt dorsaler Querfurchen; und bei den *Solpugiden* endlich hat sich diese Gliederung in ausgezeichneter Weise

erhalten. Daß diese Gliederung der Kopfbrust der Solpugiden von einer älteren Arachnidengruppe vererbt ist, läßt sich daraus sicher schließen, daß an dem Kopfbrustteil der Solpugiden zwei Stigmen persistieren, welche bei allen übrigen Arachniden als infolge der weitgehenden Verschmelzung der Kopfbrustteile rückgebildet betrachtet werden müssen. Auch der Umstand, daß die Solpugiden fast ausschließlich in ehemaligen Meeresbecken anzutreffen sind, läßt vermuten, daß sich in ihnen alte Formen erhalten haben, welche der Stammgruppe der Arachniden in vieler Beziehung sehr nahe stehen. Leider ist die Ontogenese der Solpugiden so gut wie unbekannt, und es lassen sich daher bezüglich der embryonalen Verhältnisse dieser Gruppe nur Vermutungen aufstellen. Doch dürfte es wahrscheinlich sein, daß auch das Abdomen der Solpugiden, wie dasjenige der Araneiden und Chernetiden, während der embryonalen Entwicklung eine Sonderung in ein Prä- und ein Postabdomen erkennen läßt und damit Verhältnisse aufweist, welche für die Stellung der Solpugiden oder ähnlicher Formen nahe dem Ausgangspunkt der Arachnidenreihe von fundamentaler Bedeutung wären. Die Abdominalregion trägt bei allen oben betrachteten Gruppen ventral an ihrer Basis die Geschlechtsöffnung, terminal die Afterspalte und zeigt bei der Mehrzahl der Gruppen eine mehr oder weniger ausgeprägte, oft nur provisorische Sonderung in zwei Abschnitte. Daß sich diese Differenzierung des Abdomens in ein Prä- und ein Postabdomen nur bei den Scorpionideen und Telyphoniden dauernd erhalten hat, bei den Araneiden und Chernetiden nur während der embryonalen Entwicklung in Erscheinung tritt und bei den Phalangiden und Acarinen endlich gar nicht mehr auftritt, rechtfertigt den Schluß, daß sich bei den Scorpionideen und Telyphoniden bezüglich der Gliederung der abdominalen Region ein ursprüngliches Verhalten erhalten hat, daß diese Gruppen also in Betreff der Gliederung des Hinterleibes der Stammgruppe der Arachniden näher stehen als die übrigen Gruppen. Warum sich diese Gliederung des Abdomens bei den Scorpionideen namentlich noch heute findet, läßt sich aus praktischen Gründen erklären. Die Scorpionideen besitzen in dem Anhang ihres Postabdomens eine Waffe, durch deren Handhabung ihre Existenz mehr oder weniger bedingt ist. Um aber diese Waffe möglichst geschickt gebrauchen zu können, muß der Teil des Abdomens, welcher dieselbe trägt, eine außerordentliche Beweglichkeit besitzen, eine Beweglichkeit, welche durch die reiche Gliederung und ringförmige Gestalt der Glieder in ausgezeich-

neten Weise ermöglicht wird. Bei den übrigen Gruppen finden sich statt der Giftdrüsen am hinteren Körperende solche in der Nähe des Mundes, also in einer Lage, welche bedeutende Vorteile gewährt. Denn nun braucht die Beute oder der Feind nicht erst mit den die Mundöffnung umgebenden Greiforganen gepackt und mit dem Schwanzstachel tödlich getroffen zu werden, wie bei den Scorpionideen, sondern beide Akte werden zugleich von den die Mundöffnung umgebenden Organen und den auf ihnen ausmündenden Giftdrüsen ausgeführt. Wurde nun mit der Verlagerung der Giftdrüsen der Schwanzanhang und damit auch die große Beweglichkeit des hintersten Körperabschnittes gegenstandslos, so mußte auch eine Reduktion desselben eintreten, zumal das lange Postabdomen die Bewegungen des Tieres selbst außerordentlich erschweren mußte. Auch die Verminderung der Zahl der abdominalen Segmente, welche sich von den Scorpionideen bis zu den Acarinen verfolgen läßt, ist aus diesen Gründen zu erklären. Das langgestreckte Abdomen erschwerte die Fortbewegung ungemein, da es fußlos war. Was war natürlicher, als daß allmählich eine Konzentration und eine Verkürzung dieses langgestreckten Körperteiles eintrat? Die Konzentration fand ihren Ausdruck in der allmählichen Verschmelzung mehrerer und endlich aller abdominalen Segmente, die Verkürzung dagegen sprach sich in der allmählichen Verminderung der Zahl derselben aus. Diese fortschreitende Degeneration der abdominalen Segmente läßt sich in einer ununterbrochenen Reihe von den Scorpionideen bis zu den Acarinen verfolgen, wie auch RAY-LANKESTER (17, pag. 644) gelegentlich der Besprechung der mutmaßlichen Vorfahren der Arachniden hervorhebt. Da nun aber die heute lebenden Repräsentanten der einzelnen Gruppen nur als die letzten Ausläufer langer Entwicklungsreihen betrachtet werden dürfen, so ist anzunehmen, daß sich weder die Gliederung der Kopfbrust bei den Solpugiden noch diejenige der Abdominalregion bei den Scorpionideen so typisch erhalten haben, wie sie einst bei einer älteren Arachnidengruppe auftraten; vielmehr ist vorauszusetzen, daß beide Charaktere im Laufe der Zeit mannigfache Modifikationen erlitten haben. Trotzdem würde sich ergeben, daß der Körper einer älteren Arachnidform, welche bezüglich ihrer äußeren Gliederung sowohl den Solpugiden wie auch den Scorpionideen ähnelte, eine Sonderung in drei Regionen zeigte, welche dem Prosoma, Mesosoma und Metasoma RAY-LANKESTER'S (17, pag. 642) entsprechen würden. Die erste Region, der Kopfbrustteil oder das Prosoma, war aus

sieben embryonalen Segmenten, wie noch jetzt bei allen Arachniden, zusammengesetzt, trug die Augen sowie sechs Gliedmaßenpaare und zeigte eine ähnliche Gliederung wie die Kopfbrust der Solpugiden. Die zweite Region, das Präabdomen oder Mesosoma, zeigte sich aus sechs Segmenten zusammengesetzt, deren erstes ventral die Genitalöffnung trug. Diese Summe ergibt sich als wahrscheinlich, wenn erwogen wird, daß bei den Scorpionideen nur die sechs ersten Abdominalsegmente vorübergehend die Anlagen von Gliedmaßenpaaren aufweisen, und daß das siebente Abdominalsegment, welches gewöhnlich dem Präabdomen zugezählt wird, einen geschlossenen Ring bildet, ähnlich den folgenden postabdominalen Segmenten, und daß endlich bei den Araneiden die sechs vorderen abdominalen Embryonalsegmente als Präabdomen gekennzeichnet sind. Für die dritte Region, das Postabdomen oder Metasoma, würde sich dann eine Zusammensetzung aus sechs Segmenten ebenfalls ergeben, unter der Voraussetzung, daß die Zahl der abdominalen Segmente der Scorpionideen als eine crebte angenommen wird. Das letzte dieser Segmente trug die Analöffnung und vielleicht einen abgegliederten Anhang.

Doch wie stellen sich die Pycnogoniden und die Tardigraden bezüglich ihrer äußeren Körperform und Gliederung zu jener Stammgruppe? — Der Körper der Pycnogoniden zeigt eine Gliederung in vier Ringe. — Der erste derselben trägt die Augen, — sofern dieselben nicht rückgebildet sind, — sowie vier Extremitätenpaare und zeigt an seinem vorderen Ende einen die Mundöffnung tragenden rüsselförmigen Anhang angefügt. Der zweite, dritte und vierte Ring sind mit je einem Gliedmaßenpaare versehen, und der letztere trägt terminal eine kleine konische Erhöhung mit der Analöffnung. Wenn nun die Pycnogoniden zu den Arachniden wirklich in näheren Beziehungen stehen, so müssen die drei vorderen Körperringe mit ihren sechs Extremitätenpaaren der Kopfbrustregion der Arachniden entsprechen, während der vierte Ring nebst seinem Anhang, dem Afterhügel, die abdominale Region repräsentieren würde. — Diese abdominale Region würde aber im Gegensatz zu derjenigen der übrigen Arachniden nicht fußlos sein, sondern ein wohl entwickeltes Anhangspaar tragen; ein Differenzpunkt, welcher allerdings nicht sehr stark ins Gewicht fällt, da sich auch auf den abdominalen Segmenten der Scorpionideen, Chernetiden und Araneiden vorübergehend während der embryonalen Entwicklung Anlagen paariger Extremitäten zeigen, — die Pycnogoniden also nur einen ursprünglicheren Zustand

insofern repräsentieren würden, als eines dieser Gliedmaßenpaare bei ihnen zur vollen Ausbildung gelangt. — Daß der dem vierten Ring ansitzende Afterhügel ursprünglich gegliedert war, geht daraus hervor, daß derselbe noch in einigen Fällen Spuren einer Gliederung aufweist. Bei Zetes zum Beispiel zeigt der Afterhügel deutlich eine Zweiteilung, und bei Rhynchothorax mediterraneus zerfällt derselbe durch sechs Querfurchen sogar in sieben Ringe (35.) — Es dürfte also die Annahme gerechtfertigt erscheinen, daß die Vorfahren der Pycnogoniden ein längeres, gegliedertes Abdomen besaßen, welches bei den heute lebenden Formen aus praktischen Gründen eine starke Rückbildung erlitten hat. — Damit würde sich auch die auffallende und abweichende Lage der Genitalöffnungen, sowie der Hauptmasse der Geschlechtsdrüsen überhaupt erklären lassen. — Die Geschlechtsdrüsen, deren „ursprüngliche Form eine U-förmige und deren ursprüngliche Lage im Abdomen über oder auch neben dem Darm war“ (35, pag. 146), wurden mit der Verkürzung des Abdomens gezwungen, sich in die Beine auszudehnen; und als endlich die Hauptmasse der Drüsen in die Beine gelagert war, entstanden sekundär hier die Mündungen derselben. — Ließe sich nun auch die äußere Körperform der Pycnogoniden von derjenigen jener älteren Arachnidenform ableiten, so verdient doch ein Umstand besonders hervorgehoben zu werden, welcher imstande ist, die Kluft zwischen Pycnogoniden und Arachniden zu erweitern. Es ist dies die von DOHRN (6, pag. 138) zuerst genau untersuchte und erkannte postembryonale Entwicklung und Metamorphose der Pycnogoniden. — Aber auch diese würde an sich kein genügender Grund sein, um die Annahme einer gemeinsamen Abstammung der Arachniden und Pycnogoniden zu widerlegen, zumal ja auch bei den Acarinen eine postembryonale Entwicklung des sechsten Extremitätenpaares statt hat. — Doch ist immer zu erwägen, daß bei den Acarinen das Segment, an welchem dieses Extremitätenpaar postembryonal auftritt, schon in der embryonalen Anlage vorhanden ist, während bei der Pycnogonidenlarve eine Sprossung der betreffenden Segmente stattfindet, ähnlich wie bei den Crustaceen. —

War an dem Körper der bisher betrachteten Gruppen eine starke Heteronomie der Segmente wahrzunehmen, so findet sich im Gegensatz dazu an dem Körper der Tardigraden eine gewisse Homonomie der ihn zusammensetzenden Segmente. — Nach DOYÈRE (28, pag. 212) zerfällt der walzenförmige Körper der Tardigraden in sechs, — nicht, wie ABENDROTH (1, pag. 9) angiebt:

vier, — undeutlich gesonderte Ringe, welche durch Furchen und Falten scheinbar wieder in mehrere Abschnitte zerfallen. — Das erste Segment trägt die von Papillen umgebene Mundöffnung, das zweite die Augen. Beide Segmente zusammen wurden von DOYÈRE im Gegensatz zu den vier folgenden Rumpfsegmenten als Kopf bezeichnet; eine Benennung, welche ABENDROTH nur um deswillen tadelt, weil „kein Ganglion supraösophageum vorhanden sei“, welcher Einwand jedoch durch die Entdeckung GREEF's hinfällig geworden ist. — Daß die zwei vorderen Segmente ursprünglich zwei Gliedmaßenpaare trugen und mit einem dritten, die Augen tragenden Kopfteil verschmolzen sind, sind Annahmen, welche schon bei Gelegenheit der Besprechung des Nervensystems erörtert worden sind, und welche nach Analogie der Arachniden, speziell der Acarinen, gemacht worden sind, für welche sich jedoch stichhaltige Gründe nicht anführen lassen, zumal auch die von KAUFMANN (63) dargestellte embryonale Entwicklung keine Anhaltspunkte darbietet. Jedes der vier letzten Segmente trägt je ein Gliedmaßenpaar; das letzte derselben steht terminal am Körperende und faßt die Afteröffnung, welche zugleich zur Entleerung der Geschlechtsprodukte dient, zwischen sich. — Wenn nun auch bezüglich der Stellung des letzten Extremitätenpaares am hinteren Körperende darauf hingewiesen worden ist, daß sich bei manchen Acarinen (Sarcoptes) ein ähnliches Verhalten finde, und damit versucht worden ist, die Tardigraden und Acarinen in nähere Beziehungen zu einander zu bringen, so muß dagegen immer wieder betont werden, daß bei den Acarinen eine Verschiebung der abdominalen Segmente nach der Bauchfläche zu diese scheinbar terminale Stellung des letzten Beinpaares veranlaßt hat, daß also abdominale Segmente vorhanden sind, während bei den Tardigraden jede Spur derselben fehlt. — Die Homonomie der Körpersegmente, sowie die Vereinigung der Anal- und Geschlechtsöffnung scheiden die Acarinen und Tardigraden scharf und scheinen im Verein mit anderen Momenten darauf hinzudeuten, daß die Tardigraden die Ausläufer eines Zweiges des Articulatenstammes repräsentieren, welcher sich viel früher als derjenige der Arachniden und vielleicht der Arthropoden überhaupt abgezweigt hat. —

Gliedmaßen. Die Gliedmaßen der Arachniden, welche wie diejenigen der übrigen Arthropoden als Anhangsgebilde des Hautskelettes erscheinen, sind bei allen Gruppen mit Ausnahme der Pycnogoniden und der Tardigraden, welche auch bezüglich der Extremitätenpaare eine Sonderstellung einnehmen, wie auch mit

Ausschluß der Scorpionideen, deren Kämme als ein persistierendes abdominales Anhangspaar betrachtet werden dürfen, bei dem erwachsenen Tier auf die vordere Körperregion, die Kopfbrust, beschränkt und meist zu sechs Paaren vorhanden. Nur bei den Linqatuliden findet sich eine Verminderung der Zahl, sowie eine starke Rückbildung der Extremitätenpaare überhaupt, welche Verhältnisse auf die Anpassung an eine cestodenähnliche Lebensweise zurückgeführt werden können. —

Da nun von jeher die Anhangspare der Arachniden mit denjenigen der übrigen Arthropoden, vorzüglich der Hexapoden, in Parallele gestellt worden sind, sich aber bei den letzteren einschließlich der Larvenantennen acht Anhangspare, also zwei mehr als bei den Arachniden an dem Kopfbrustteil finden, ist man eifrig bemüht gewesen, diese Lücke zu ergänzen und die zwei fehlenden Anhangspare auch bei den Arachniden nachzuweisen, ohne daß bisher dieser Nachweis als gelungen betrachtet werden könnte. — Namentlich hat das vor der Mundöffnung gelegene Rostrum der Arachniden durch seine verschiedenartige Gestaltung Anlaß zu den verschiedensten Deutungen gegeben. Während einige Forscher, wie z. B. BALBIANI (51, pag. 15) und HALLER (8, pag. 381) in dem Rostrum nur eine Verlängerung oder Verdoppelung des vorderen Kopf- respektive Körperrandes erblicken, glauben einige andere in demselben die Äquivalente eines oder auch zweier Extremitätenpaare suchen zu müssen, während nach einer dritten Auffassung das Rostrum der Oberlippe (labrum) der Hexapoden homolog zu erachten ist. ERICHSON (58), dessen Deutung der Mundteile im allgemeinen, wie namentlich der Cheliceren im besondern, eine glückliche genannt werden muß, sprach den Arachniden eine Oberlippe gänzlich ab und verglich das Rostrum der Zunge der Insekten. — GRUBE (33, pag. 298) weist mit Recht diese Deutung zurück, — denn das Rostrum liegt über der Mundöffnung, die Zunge dagegen unter derselben, — und vergleicht vielmehr nach dem Vorgange DUGÈS' das Rostrum mit dem Epipharynx der Hymenopteren und der Oberlippe der Insekten überhaupt. — Dagegen glaubte BLANCHARD (24, pag. 236) in dem Rostrum der Galeodiden die Reste zweier Gliedmaßenpaare entdeckt zu haben und deutete dieselben, — da er die Cheliceren den Antennen der Insekten homolog erachtete, — konsequenter Weise als Mandibeln und Maxillen; eine Auffassung, welche nach dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft schon darum unhaltbar ist, weil die Anlage des Rostrums eine präorale, diejenige der

Mandibeln und Maxillen dagegen stets eine postorale ist, und weil ferner bei dem ausgewachsenen Tier, — wie die Vergleichung des Nervensystemes dargethan hat, — das Rostrum von dem in den Scheitellappen angelegten Ganglienpaare innerviert wird, während die Mandibeln und Maxillen ihre Nerven von postoralen, im ersten und zweiten Rumpsegment der Embryonalanlage angelegten Ganglienpaaren erhalten. — Neuerdings nun hat CRONEBERG (56) den Gedanken BLANCHARD's in anderer Form wieder aufgenommen, die zwei Gliedmaßenpaare jedoch, welche er in dem Rostrum der Arachniden zu finden glaubt, als den ersten Antennen und den Larvenantennen der Hexapoden äquivalent erachtet, da seiner Meinung nach die Cheliceren den Mandibeln der Insekten homolog sind. — Namentlich ist es eine gewisse Zweiteiligkeit des Rostrums, welche CRONEBERG als Grund für seine Auffassung beibringt; eine Zweiteiligkeit, welche sich vorzüglich in dem Vorhandensein paariger, seitlicher Abschnitte (56, pag. 289; — Scorpionideen), oder dem Auftreten paariger, zipfelförmiger Anhänge (pag. 290; — Galeodiden), oder endlich einer paarigen Anlage (pag. 290; — Dendryphantes) aussprechen soll. Angenommen, CRONEBERG's Auffassung wäre richtig und das Rostrum wäre bei den Arachniden aus den Rudimenten zweier Extremitätenpaare zusammengesetzt, so würde den Arachniden ein der Oberlippe ähnliches und homologes Gebilde gänzlich fehlen und also mit dem Ausfüllen der einen Lücke eine neue geschaffen sein. Aber auch die Gründe, welche CRONEBERG für seine Auffassung anführt, sind nicht einwandlos und nicht schwerwiegend genug, um seine Ansicht zu rechtfertigen. — Was zunächst die paarigen seitlichen Abschnitte betrifft, welche CRONEBERG den Apodemen der folgenden Extremitätenpaare aquivalent erachtet, so scheinen dieselben nur sekundäre Bildungen zu sein, hervorgerufen durch die Umbildung der den Mund umgebenden Teile zu mehr oder weniger rüsselartig wirkenden Gebilden. — Als ähnliche sekundäre Bildungen und Differenzierungen des Rostrums müssen auch, wie SCHIMKEWITSCH (18, pag. 27) schon betont, die Tracheenlamellen der Acarinen betrachtet werden, welche, von CRONEBERG zuerst genauer beschrieben, HALLER (8, pag. 383) Veranlassung gegeben haben, aus ihnen ein drittes, ganz rudimentäres und höchst einfaches stabförmiges Kieferpaar zu konstruieren. Was ferner die paarigen, zipfelförmigen Anhänge anlangt, so sind dieselben augenscheinlich nichts weiter als lappenförmige Differenzierungen der Rostralränder, welche, mit einem dichten, eigentümlichen Haar-

gitter besetzt, sich allmählich durch Anpassung an eine mehr und mehr saugende Lebensweise entwickelten, um durch dichtes Anschmiegen an die auszusaugende Beute einen möglichst vollständigen Luftabschluß und damit ein leichteres Aussaugen zu ermöglichen. — Ähnliche Differenzierungen, wenn auch nicht so prägnant wie bei den Solpugiden hervortretend, finden sich auch in anderen Gruppen, z. B. bei den Acarinen (59, pag. 568). Noch weniger aber ist, wie auch SCHIMKEWITSCH (18, pag. 27) betont, die paarige Anlage des Rostrums, welche CRONEBERG bei *Dendryphantès* (Araneiden) konstatiert, und welche SCHIMKEWITSCH (70, pag. 542) für einige andere Araneiden bestätigt, eine Stütze für die Ansicht CRONEBERG'S. Denn auch bei vielen Hexapoden (*Coloterme*s; *Apis*; *Bombyx*) ist eine paarige Anlage der Oberlippe beobachtet worden; und mit derselben Wahrscheinlichkeit ließe sich dann daraus folgern, daß die Oberlippe der Hexapoden einem Extremitätenpaar entspreche, mit welcher Annahme natürlich die Übereinstimmung der Arachniden und Hexapoden in Bezug auf die Zahl der Gliedmaßenpaare wieder aufgehoben sein würde. Es ist deshalb wohl als wahrscheinlich anzunehmen, daß das Rostrum der Arachniden, welches präoral an der ventralen Fläche der Scheitellappen zweiteilig angelegt wird, eine der Oberlippe der übrigen Arthropoden, namentlich der Hexapoden homologe Bildung repräsentiert. Warum das Epistom der Acarinen nach HALLER (8, pag. 381) „nicht analog der Oberlippe der übrigen Arthropoden sein soll“, ist schlechterdings nicht einzusehen, zumal sich die oft eintretende Rückbildung oder das scheinbar gänzliche Fehlen desselben zur Genüge aus der oft weitgehenden Umbildung und Reduktion der Mundteile dieser Gruppe erklären läßt. — Auch die Annahme HALLER'S, daß das Epistom der Acarinen aus einer einfachen Verdopplung des vorderen Körperrandes entstanden sei, ist entschieden zurückzuweisen; — denn daß dasselbe, wie HALLER selbst sagt, „meist als ziemlich selbständige Bildung angetroffen wird,“ und namentlich nur bei streng parasitischen Formen, welche HALLER allerdings mit Vorliebe als typische Beispiele für seine Ansichten anführt, sehr stark degeneriert, rechtfertigt die gegenteilige Auffassung zur Genüge.

Ein eigentümliches Verhalten des Rostrums ist bei *Cheilifer* von METSCHNIKOFF (39) zuerst beobachtet worden. Gleichzeitig mit oder kurz nach der Anlage des zweiten Extremitätenpaares, welches der Reihenfolge nach als erstes am Embryo auftritt, wird eine Oberlippenanlage sichtbar,

welche sich nach dem bald darauf erfolgenden Ausschlüpfen des Embryonen zu einem rüsselartigen Organ entwickelt (39, p. 518), an welchem METSCHNIKOFF eine äußere Öffnung nicht zu entdecken vermochte, während es neuerdings BARROIS (22 a, p. 152) gelungen ist, eine ventrale Öffnung nachzuweisen. Dieses Organ, dessen Funktion noch ziemlich unbekannt ist und sich nur mutmaßen läßt, bildet sich später zurück und an seiner Stelle erscheint die Anlage der definitiven Oberlippe, welche aus zwei hintereinander liegenden Abschnitten besteht und verhältnismäßig klein erscheint. Obgleich sich keine überzeugenden Gründe dafür beibringen lassen, so läßt sich doch vermuten, daß in diesem riesigen rüsselartigen Organ eine sekundäre, provisorische Bildung, ein Larvenorgan, zu suchen ist, dessen Auftreten und Ausbildung durch das ungemein frühzeitige Ausschlüpfen der Embryonen bedingt wurde. Dann aber ist auch die Annahme BALFOUR's (21, pag. 419), daß die Oberlippe der Araneiden, welche in den späteren Stadien der embryonalen Entwicklung relativ kleiner wird, vielleicht der provisorischen Oberlippe von Chelifer zu vergleichen wäre (20, pag. 12), unhaltbar; denn dann ist die Oberlippe der Araneiden homolog der definitiven Oberlippe von Chelifer zu erachten, welche infolge der eigentümlichen Metamorphose erst verhältnismäßig spät in der Entwicklung auftritt.

Bei den Pycnogoniden scheint das Rostrum schon frühzeitig in der Bildung eines rüsselartigen Fortsatzes des vorderen Körperendes aufzugehen, denn schon an der embryonalen Anlage muß der unpaare, vordere Wulst (6) als aus dem präoralen Rostrum und zwei postoralen Stücken, (Teilen des zweiten Extremitätenpaares) verwachsen angesehen werden (35, pag. 145). Daß diese drei, den Rüssel der rezenten Pycnogoniden zusammensetzenden Stücke ursprünglich gesondert waren, aber schon bei einer älteren Form durch Anpassung an eine parasitische Lebensweise zu einem Saugkegel verschmolzen, läßt sich unmittelbar aus der Art und Weise der Innervierung (s. pag. 15), sowie aus dem Umstande entnehmen, daß die embryonale Anlage des Rüssels der Pycnogoniden eine Gliederung nicht mehr erkennen läßt. Den dorsalen Teil des Rüssels der Pycnogoniden nicht als äquivalent dem Rostrum der Arachniden zu erachten, liegt kein Grund vor. Die von HOEK (35) eingehend beschriebene Innervierung des Rüssels widerlegt auch die Auffassung HUXLEY's (61, pag. 341), nach welcher der Schnabelfortsatz der Pycnogonidenlarven dem Rüssel der Acarinenlarven vergleichbar wäre, und die daraus gezogene

Folgerung, daß der erstere ebenfalls aus dem zweiten Extremitätenpaare verschmolzen sei wie der letztere, daß also den Pycnogoniden im ganzen neun Gliedmaßenpaare, also drei Paar mehr als den Arachniden zuzuschreiben seien.

Was endlich die Tardigraden anlangt, so lässt sich bei ihnen von einem Rostrum im eigentlichen Sinne noch weniger sprechen als bei den Pycnogoniden. Die den Mund umgebenden Teile sind so vollständig verschmolzen, daß weder die embryonale Entwicklung noch die Innervierung irgend welche Anhaltspunkte giebt. Doch darf es keineswegs als unmöglich betrachtet werden, daß der dorsale Teil des Rüssels der Tardigraden dem Rostrum der Arachniden und der Oberlippe der übrigen Arthropoden entspricht. Es kann nach den obigen Erörterungen demnach angenommen werden, daß bei allen Gruppen ein Rostrum oder ein diesem Gebilde gleichwertiger, in der Zusammensetzung eines Saugkegels aufgegangener Teil vorhanden ist; es kann aber als bewiesen erachtet werden, daß dieses Rostrum der Arachniden der Oberlippe der übrigen Arthropoden, vorzüglich der Hexapoden, homolog und keineswegs durch Verschmelzung eines oder mehrerer Extremitätenpaare entstanden ist.

Daß bei einer älteren Gruppe die Zahl der Extremitätenpaare eine größere war und mehr als sechs betrug, wie auch daß diese Gliedmaßenpaare zum Teil dem vorderen Abschnitt des Abdomens dem Präabdomen oder Mesosoma, angehörten, geht zur Evidenz aus den embryologischen Thatsachen sowie daraus hervor, daß sich in einzelnen Fällen abdominale Gliedmaßen dauernd erhalten haben. Bei den Scorpionideen erscheinen nach METSCHNIKOFF (38, Taf. XVII, 12) während der embryonalen Entwicklung auf den sechs vorderen abdominalen Segmenten die Anlagen von sechs Anhangspaaren, welche sich jedoch im weiteren Verlauf der embryonalen Entwicklung rückbilden und nur auf dem zweiten abdominalen Segment persistieren. Diese Anlagen des zweiten, abdominalen Anhangspaares entwickeln sich zu den, den Scorpionideen eigentümlichen, kammförmigen Organen (38, pag. 20), über deren Funktion noch Dunkel herrscht, denen aber, wie sich aus ihrer Lage nahe der Genitalöffnung schließen läßt, bei der Begattung jedenfalls eine Rolle zukommt. An Stelle der Anlagen der vier letzten abdominalen Anhangspaare, „obwohl nicht aus ihnen“, wie METSCHNIKOFF (38, pag. 30) ausdrücklich hervorhebt, entwickeln sich vier Paar „Kiemenlöcher“ (Stigmen). Auch bei den Chernetiden erscheinen, wie METSCHNIKOFF (39, pag. 520) bei Che-

lifer beobachtete, auf dem vorderen Abschnitt des Abdomens vorübergehend die Anlagen von vier Anhangspaaren. Ein ähnliches Verhalten zeigen auch die Phalangiden, bei welchen nach METSCHNIKOFF (39, pag. 520, Anm.) ebenfalls die Anlagen von vier Paaren provisorischer Abdominalgliedmaßen auftreten. Bei den Araneiden glaubte CLAPARÈDE (54, pag. 37) die Anlagen von sechs Paaren abdominaler Anhänge beobachtet zu haben; allein die späteren Untersuchungen von BARROIS (22, Fig. 1 u. 2) und von BALFOUR (20, Fig. 5) haben dargethan, daß nur die vier vorderen abdominalen Embryonalsegmente der Araneiden vorübergehend die Anlagen je eines Extremitätenpaares aufweisen. Daß diese Abdominalanhänge sich im Laufe der Entwicklung zu Spinnwarzen umbilden, ist, wie schon BALFOUR (20, pag. 17) sagt, „im höchsten Grade unwahrscheinlich“ und durch nichts zu beweisen. Leider sind über die embryonale Entwicklung der Solpugiden, Pedipalpen und Cyphophthalmiden keine Einzelheiten bekannt, doch steht zu vermuten, daß auch bei ihnen, wie bei den vorgenannten Gruppen, Anlagen provisorischer Abdominalgliedmaßenpaare auftreten, während das gänzliche Fehlen derselben bei den Acarinen durch die starke Konzentration und Reduktion der hinteren Körperregion zu erklären ist. Da nun das vorübergehende Auftreten abdominaler Gliedmaßenpaare während der embryonalen Entwicklung mit Sicherheit darauf schließen läßt, daß bei einer, den vorgenannten Gruppen nahe verwandten, älteren Form diese Anlagen zur definitiven Ausbildung gelangten, da ferner die größte Zahl provisorischer Abdominalanhänge bei den Scorpionideen auftritt und auch ein Paar derselben persistiert, so kann daraus ohne Bedenken gefolgert werden, daß die Scorpionideen bezüglich der abdominalen Anhangspaare ursprünglichere Verhältnisse als die übrigen Gruppen aufweisen. Denn wenn auch anzunehmen ist, daß bei den Solpugiden und den Pedipalpen ebenfalls Anlagen abdominaler Gliedmaßenpaare während der embryonalen Entwicklung auftreten, so ist doch aus den bei Gelegenheit der Vergleichung des Hautskelettes erörterten Gründen zu entnehmen, daß die Zahl dieser abdominalen Extremitätenanlagen zum mindesten nicht größer, vielleicht gleich, wahrscheinlich jedoch kleiner ist als diejenige, welche die Scorpionideen aufweisen. Die letzteren würden also, was die Zahl der provisorischen, abdominalen Anhangspaare anlangt, jener älteren Form am nächsten stehen, wie sie ja auch bezüglich der Segmentierung und Gliederung der abdominalen Region ein ursprünglicheres Verhalten bewahrt haben als die übrigen Gruppen.

Die Umstände, welche zu einer Verminderung der Zahl der Extremitätenpaare geführt haben und die Gründe, welche gleichzeitig eine Beschränkung derselben auf eine bestimmte Körperregion veranlaßten, sind bei allen Arthropoden die gleichen (30, p. 252). Wie überall, machte sich auch hier das Gesetz der Arbeitsteilung geltend und führte zu einer Verminderung gleichartiger Körperteile bei gleichzeitiger, höherer Differenzierung der restierenden. Während ursprünglich die einzelnen Segmente, ausgenommen das erste, welches die Mundöffnung, und das letzte, welches die Afterspalte trug, unter sich gleichartig waren und gleichen Anteil an der Verrichtung aller Funktionen nahmen, wurden allmählich aus rein praktischen Gründen die Funktionen mehr und mehr lokalisiert und damit den einzelnen Segmenten oder Segmentgruppen und deren Anhängen Anlaß zu besonderen Differenzierungen und damit zur Ausprägung morphologischer Gegensätze gegeben. So wurde im Laufe der Stammesentwicklung allmählich die Funktion der Ortsbewegung (und damit der Nahrungszerkleinerung) bei den Vorfahren der Arachniden auf den vorderen, sich nun eigenartig differenzierenden Körperteil, die Kopfbrust, beschränkt, während zugleich die Funktionen der Fortpflanzung und zum größten Teil auch der Ernährung dem hinteren Körperabschnitt, dem Abdomen, übertragen wurden. Wenn sich trotzdem in einzelnen Gruppen der Arachniden abdominale Anhangspaare erhalten haben, so sind sie entweder in den Dienst einer andern Funktion getreten oder sie decken den Ausfall eines der thorakalen Extremitätenpaare. So ist einerseits bei den Scorpionideen das persistierende, auf dem zweiten abdominalen Segment angelegte Gliedmaßenpaar in den Dienst der Fortpflanzung getreten und zu eigentümlichen Haft- oder Reizorganen umgebildet; andererseits fungiert das siebente Extremitätenpaar der Pycnogoniden welches, wenn diese Gruppe überhaupt zu den Arachniden in näheren Beziehungen steht, als ein abdominales Anhangspaar aufgefaßt werden muß, als viertes lokomotorisches Gliedmaßenpaar und ist auch den übrigen Beinpaaren gleich gebaut; es ersetzt so das dritte thorakale Extremitätenpaar, die Eierträger, welche in den Dienst der Fortpflanzung getreten sind. Ist eine derartige Erklärung berechtigt, so können die Pycnogoniden als Arachniden aufgefaßt werden, welche sich lange vor der von den Scorpionideen und Solpugiden zu den Acarinen führenden Reihe von dem gemeinsamen Stamme abgezweigt und in eigentümlicher aber vollkommen in den Entwicklungstypus passender Weise weiter differenziert haben.

HALLER (8, pag. 384—85) hat den Versuch gemacht, die zwei letzten Beinpaare der Acarinen, also deren fünftes und sechstes Extremitätenpaar, als dem Abdomen zugehörig zu erweisen und damit einen einschneidenden Gegensatz zwischen den Acarinen und den Arachniden zu konstatieren. Doch werden einesteils seine Gründe, welche er für diese, auch von KRAMER (64) vertretene Auffassung in das Feld führt, durch die embryologischen Thatsachen entkräftet; andernteils aber sind die Unterschiede zwischen dem ersten und zweiten Beinpaar einerseits und dem dritten und vierten Beinpaar andererseits, welche HALLER geltend macht, „rein äußerliche“ und als sekundäre, durch Anpassung erworbene Charaktere aufzufassen, zumal sie vorzüglich bei streng parasitisch lebenden Formen (*Sarcoptes*, *Dermaleichus*, *Atax* u. a.) stark ausgeprägt zu finden sind. Daß HALLER die Bedeutung der sogenannten Rückenfurche ungemein überschätzt hat, ist bei Gelegenheit der Vergleichung des Hautskelettes (p. 72) erörtert worden. Die Beobachtungen CLAPARÈDE's (55) und HENKING's (59) beweisen, daß in der Rückenfurche eine Grenze zwischen Kopfbrust und Hinterleib nicht gefunden werden kann und daß also auch die Lage der Beinpaare vor oder hinter dieser Furche nicht als ein Unterschied von fundamentaler Bedeutung aufgefaßt werden kann. Die Unterschiede aber, welche HALLER bezüglich der Gestalt, Größe, Bewaffnung, Stellung und Ausbildung zwischen den zwei vorderen und den zwei hinteren Beinpaaren geltend macht, und welche sich, wie schon erwähnt wurde, vorzüglich bei parasitisch lebenden Formen stark ausgeprägt finden, sind durch Anpassung an die mannigfachen Lebensbedingungen der Acarinen zu erklären, zumal sich ja ähnliche Unterschiede in der Ausbildung, Größe u. s. w. ursprünglich gleichartiger Extremitätenpaare auch sonst bei den Arachniden nicht gerade selten finden (zweites Extremitätenpaar der Scorpionideen, Pedipalpen, Araneiden u. s. w.) und auch die Gleichmäßigkeit im Bau der vier Beinpaare der Acarinen zwar von HALLER (8, p. 385) selbst zugegeben, aber auf die ihm in seine Theorie passende Weise, nämlich als durch gleichen Gebrauch erlangt, gedeutet wird. Wenn wirklich ein Unterschied zwischen den vier Beinpaaren der Acarinen geltend gemacht werden kann, so ist es derjenige zwischen den drei vorderen Beinpaaren, mit welchen die Larve ausschlüpft, und dem vierten Beinpaar, welches erst post-embryonal während des Nymphochrysalisstadiums erscheint. Durch diesen Unterschied bezüglich der Entwicklung veranlaßt,

hat SCHIMKEWITSCH (18, pag. 30) die Larve der Acarinen mit derjenigen der Chilognathen verglichen, welch' letztere ebenfalls mit nur drei Beinpaaren versehen ist, und hat auf Grund dieser Vergleichung das vierte Beinpaar der Acarinen als abdominales gedeutet. Allein die Beobachtungen HENKING's (59, pag. 632 u. 639) haben erwiesen, daß zum mindesten bei Trombidium, wahrscheinlich jedoch bei den Acarinen überhaupt, das vierte postembryonal erscheinende Beinpaar ein echtes thorakales Anhangspaar ist, daß also die allerdings in die Augen fallende Ähnlichkeit einer Acarinenlarve und einer Chilognathenlarve bezüglich der Zahl der Extremitätenpaare eine rein zufällige ist.

Wie die Reihenfolge in der Entwicklung der embryonalen Segmente eine, wenn auch im allgemeinen von vorn nach hinten fortschreitende, so doch in den verschiedenen Gruppen eine mehr oder weniger modifizierte ist, so zeigen sich auch bezüglich des Auftretens der einzelnen Extremitätenpaare während der embryonalen Entwicklung Verschiedenheiten. Bei der Mehrzahl der Gruppen werden, wie schon oben angeführt wurde, die Anlagen der Extremitäten erst nach der Sonderung der embryonalen Segmente angelegt. Nur bei Chelifer erscheinen, wie METSCHNIKOFF (39) mitteilt, die Anlagen der Extremitätenpaare vor der Segmentierung und beurkunden damit, daß die Entwicklung von Chelifer keineswegs eine ursprüngliche ist. Bei den Scorpionideen und den Araneiden erscheinen mit Ausnahme der Cheliceren, welche etwas später angelegt werden, alle thorakalen Gliedmaßenpaare fast gleichzeitig; bei den Chernetiden dagegen tritt das zweite Gliedmaßenpaar zuerst auf und auch die übrigen Extremitätenpaare erscheinen zu verschiedenen Zeiten und zwar nach METSCHNIKOFF postembryonal, während BARROIS (22a) behauptet, daß das erste Larvenstadium bereits alle Beinpaare mit Ausnahme des vordersten Paares aufweist. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß, wie BALFOUR (21, pag. 430) annimmt, „die Reihenfolge des Auftretens der Anhangspare häufig nur eine Sache embryologischer Zweckmäßigkeit ist und jeder tieferen morphologischen Bedeutung entbehrt“. Daß bei den Acarinen ein sechsfüßiges Larvenstadium regelmäßig auftritt¹⁾ und

1) Die Beobachtungen von MÉGNIN (68, pag. 84), daß bei Cheyletus heteropalpus M. „aus den Eiern direkt achtfüßige Larven hervorgehen“, bedarf erst noch weiterer Bestätigung, zumal sie, wie HENKING (59, pag. 600) hervorhebt, mit früheren Angaben dieses Forschers in direktem Widerspruche stehen.

eine postembryonale Entwicklung des sechsten Extremitätenpaares statt hat, sind Verhältnisse, für welche sich nach BALFOUR (21, pag. 249) „ein plausibler Grund nicht leicht anführen läßt“; und es ist wohl anzunehmen, daß die komplizierte Entwicklung der Acarinen erst durch Anpassung an die mannigfachen Lebensbedingungen erworben worden ist. Auch fällt dieser Umstand nicht so schwer in das Gewicht, wenn bedacht wird, daß auch die Embryonen von Chelifer sehr frühzeitig in einem ungemein unfertigen Zustande ausschlüpfen. Alles das weist darauf hin, daß bei diesen Gruppen Larvenformen auftreten, welche durch Anpassung an die Lebensbedingungen stark abgeändert sind. Wenn sich HALLER (8, pag. 383) in seinem Eifer, die Acarinen von den Arachniden auszuscheiden, zu dem Ausspruch verführen läßt, daß „die Entwicklungsgeschichte der Milben in der sechsbeinigen ersten Larvenform Anknüpfungspunkte mit dem Nauplius der Crustaceen darbiete, welcher ja ebenfalls nur drei Beinpaare besitzt,“ so genügt es diesem gewagten Vergleich gegenüber auf die von CLAPARÈDE (55, pag. 454, 492, 526) beobachteten und von HENKING (59, pag. 616) bestätigten, embryologischen Thatsachen zu verweisen. Die drei Beinpaare der sechsfüßigen Larvenform der Acarinen werden als drittes, viertes und fünftes Extremitätenpaar angelegt, die drei Anhangspaare des Nauplius dagegen repräsentieren das erste bis dritte Extremitätenpaar der Crustaceen. Daß HALLER ferner (8, pag. 385) in dem Deutovum- und Tritovumstadium der Milben eine Ähnlichkeit mit der Puppenruhe der Insekten zu sehen glaubt, erklärt sich nach HENKING (59, pag. 595) aus dem Umstande, daß HALLER mit diesen von CLAPARÈDE eingeführten Ausdrücken die „eähnlichen Zustände“, welche bedeutend später in der Entwicklung auftreten, fälschlich belegt. Doch zugegeben, daß diese „eähnlichen Zustände“, welche HENKING (59, pag. 596) als Nymphochrysalis und als Teleiochrysalis bezeichnet, eine gewisse Ähnlichkeit mit der Puppenruhe der Insekten darbieten, so läßt sich trotz alledem nicht einsehen, warum in dieser zufälligen Ähnlichkeit ein Umstand gefunden werden soll, welcher im Verein mit anderen, ebenso schwerwiegenden Gründen (naupliusähnliche, sechsfüßige Larve (!); stabförmiges drittes Kieferpaar (!); Rückenfurche) die Aufstellung einer besonderen Klasse der Acaroiden, wie HALLER (8, pag. 386) verlangt, zu rechtfertigen imstande ist.

Bei allen Gruppen von den Scorpionideen und Solpugiden bis zu den Acarinen sind die sechs auf den Kopfbrustteil be-

schränkten Extremitätenpaare zum Teil in den Dienst der Ernährung getreten und zu Mundwerkzeugen umgestaltet, zum Teil jedoch haben sie ihren Charakter als Lokomotionsorgane bewahrt. Wie bei den Hexapoden findet sich auch bei den vorgenannten Arachnidengruppen ein morphologischer Unterschied zwischen den drei letzten thorakalen und den drei vorhergehenden Gliedmaßenpaaren. Während nun aber die ersteren bei allen Gruppen als lokomotorische Organe fungiren und im großen und ganzen gleichgestaltet sind, und während auch die zwei vorderen Gliedmaßenpaare der Arachniden überall deutlich als Mundwerkzeuge zu erkennen sind — giebt sich bezüglich des dritten Extremitätenpaares eine eigentümliche Verschiedenheit, sowohl morphologisch wie auch funktionell, kund. Bei der Mehrzahl der Gruppen ist es den drei letzten Extremitätenpaaren gleich gebaut und dient wie diese hauptsächlich als Lokomotionsorgan (Chernetiden; Cyphophthalmiden; Phalangiden; Araneiden; Acarinen); bei einigen anderen Gruppen dagegen hat es eine abweichende Gestalt und scheint hauptsächlich als Sinnesorgan zu fungiren (Pedipalpen; Solpugiden); und bei den Scorpionideen fungiert es sowohl als Mundwerkzeug, — darauf läßt die Ausbildung einer Kaulade schließen, — wie auch als Beinpaar, — denn es ist den folgenden drei Extremitätenpaaren im allgemeinen und dem ersten derselben im besondern gleich gebaut. Wie die Vergleichung des Hautskelettes gezeigt hat, läßt sich von den Scorpionideen und den Solpugiden bis zu den Acarinen und Linguatuliden eine fortlaufende Reihe verfolgen; — eine ähnliche Stufenfolge läßt sich auch bezüglich der Differenzierung der Gliedmaßenpaare auffinden. Doch muß dabei berücksichtigt werden, daß die Acarinen eine starke Umbildung der zwei vorderen und häufig auch eine weitgehende Umbildung und Rückbildung der vier letzten Extremitätenpaare aufweisen, daß ferner bei den Linguatuliden, welche, wenn sie überhaupt zu den Arachniden gerechnet werden dürfen, in die Nähe der Acarinen rangieren, die Zahl der Gliedmaßenpaare vermindert und die restierenden Extremitäten umgebildet und fast gänzlich reduziert sind; Verhältnisse, für welche sich nur in dem oft hochgradigen Parasitismus dieser Gruppen eine Erklärung finden läßt.

Das erste Extremitätenpaar, die Cheliceren, Kieferfühler oder Klauenfühler liegen vor und über der Mundöffnung und erhalten bei allen Gruppen mit Ausnahme der Phalangiden ihre Nerven von der über dem Schlunde gelegenen Ganglienmasse. Die Cheliceren

sind entweder dreigliedrig (Scorpionideen; Cyphophthalmiden; Phalangiden) oder zweigliedrig (Solpugiden; Pedipalpen; Chernetiden u. s. w.), scheerenförmig oder mit einschlagbarer Endklaue versehen, und dienen zum Ergreifen, oft auch zugleich zum Töten und Anschneiden der Beute. Daß die dreigliederige Form die ursprüngliche ist, läßt sich aus einer Beobachtung SCHIMKEWITSCH's folgern. Derselbe fand nämlich, daß die Cheliceren der Araneiden, welche bei dem erwachsenen Tier nur zweigliedrig sind, in einem gewissen Embryonalstadium deutlich dreiteilig erscheinen (18, pag. 30); und es läßt sich aus dieser Thatsache schließen, daß auch die zweigliederigen Cheliceren der übrigen Gruppen einen dreigliederigen embryonalen Zustand durchlaufen. Die Scorpionideen würden also auch bezüglich der Form und Gliederung der Cheliceren, ebenso wie die Cyphophthalmiden und Phalangiden einen ursprünglichen Zustand bewahrt haben. Daß die Cheliceren bei allen Gruppen von den Scorpionideen bis zu den Acarinen homolog sind, wie CRONEBERG (56, pag. 286) hervorhebt, ist wohl kaum zu bezweifeln, da sie stets auf dem ersten postoralen Segment angelegt werden und, wie sich unten ergeben wird, wahre Mandibeln sind, also auch den, wie HALLER (8, pag. 382) betont, „längst als Mandibeln reklamierten Kieferfühlern der Acarinen“ entsprechen, welche zwar in einigen Fällen noch eine ursprüngliche Form und Gliederung bewahrt haben (Gamasideen; Tyroglyphen u. a.), häufig jedoch durch Anpassung an die parasitische oder rein saugende Lebensweise zu stiletähnlichen, wie Stechborsten wirkenden Gebilden umgewandelt worden sind (Ixodiden, Trombidien u. a.). Der Umstand, daß die Cheliceren vorn über der Mundöffnung gelegen, gegliedert und meist nach mehreren Richtungen beweglich sind, wie auch daß sie ihre Nerven von der über dem Schlunde gelegenen Ganglienmasse erhalten (Ausnahme: die Phalangiden), gab namhaften Forschern wie LATREILLE (12, pag. 169), NEWPORT (42), BLANCHARD (24, pag. 234) u. a. Veranlassung, in ihnen Aquivalente der Fühler der übrigen Arthropoden zu sehen und sie mit den Antennen der Hexapoden (Imago) und den zweiten Antennen der Crustaceen zu homologisieren. Auch CLAPARÈDE kam auf Grund seiner embryologischen Befunde zu einem ähnlichen, wenn auch etwas abweichenden Schluß (54, pag. 83). Nach seiner Auffassung repräsentieren die Cheliceren der Arachniden die Larvenantennen der Hexapoden und die zweiten Antennen der Crustaceen. Andere bedeutende Forscher dagegen, so vorzüglich ERICHSON (58), DUFOUR und GRUBE (33, pag. 288) wiesen

diese Homologien energisch zurück und nahmen die Cheliceren als gleichwertig den Mandibeln der übrigen Arthropoden an, ohne jedoch für ihre Annahme gewichtigere Gründe als die Funktion dieser Organe anführen zu können. Müßte nun auch bei diesem Stande der Dinge eine Entscheidung sicher zu Gunsten der erstgenannten Auffassung ausfallen, — denn gleiche Funktion kann wohl eine Analogie, keineswegs aber eine Homologie bedingen — so sind doch die späteren embryologischen Untersuchungen BALBIANI'S (52), BARROIS' (22), BALFOUR'S (20) u. a. insofern ausschlaggebend gewesen, als sie in überzeugender Weise dargethan haben, daß die Cheliceren als Homologa der Mandibeln aufzufassen sind. Denn während die Fühler der Arthropoden, sowohl die Antennen der Crustaceen wie auch diejenigen der Peripatiden, Myriapoden und Hexapoden stets präoral entstehen, also als wahre vor der Mundöffnung gelegene Anhänge des Scheitellappens zu betrachten sind, werden die Cheliceren der Arachniden stets auf dem ersten Segment hinter den Scheitellappen, also postoral angelegt, in derselben Weise, wie die Mandibeln der übrigen Arthropoden. Auch das Ganglienpaar, welches die Cheliceren innerviert, gleicht bezüglich seiner Entstehung und Lage in der Embryonalanlage vollständig dem Mandibularganglienpaar der übrigen Arthropoden, vorzüglich der Hexapoden, und hat, wie die Vergleichung des Nervensystems ergeben hat, bei den Arachniden im allgemeinen eine Verlagerung erfahren, insofern als es entweder an der Bildung der Schlundkommissuren Teil genommen hat oder sich mit dem Ganglienpaar der Scheitellappen zu einem Ganglienknoten vereinigt hat. Ebenso sind die Cheliceren selbst vor die Mundöffnung gewandert aus leicht ersichtlichen, rein praktischen Gründen; denn ihre Verlagerung vor und über der Mundöffnung machte sie in weit höherem Grade geschickt als Organe zum Ergreifen der Beute und Festhalten während des Aussaugens zu dienen. Die Gliederung der Cheliceren ist keinesfalls ein hinreichender Grund, um die mandibulare Natur derselben in Abrede zu stellen, denn die Peripatiden und ebenso die Merostomen besitzen auch gegliederte Kauanhänge, und es ist anzunehmen, daß die eingliedrigen Mandibeln sich allmählich aus mehrgliedrigen Anhängen entwickelt haben. Doch läßt sich aus der Gliederung der Cheliceren der Arachniden schließen, daß, wenn diese Gruppe mit den Myriapoden und Hexapoden von einer gemeinsamen Stammgruppe abzuleiten ist, sie sich jedenfalls viel früher von dem gemeinsamen Hauptstamme abgezweigt und in eigentümlicher Weise

weiter entwickelt hat; von einem Hauptstamm, welcher Formen ähnlich den heutigen Peripatiden aufwies, welch' letztere auch nur als am Endpunkt einer langen Entwicklungsreihe stehend aufgefaßt werden dürfen, und welche zwar viele ursprüngliche Charaktere bewahrt haben, in vielen anderen Beziehungen aber eigenthümliche Differenzierungen eingegangen sind.

Das zweite Extremitätenpaar, die Pedipalpen oder Maxillen, werden auf dem zweiten postoralen Segment angelegt und erhalten ihre Nerven stets von dem unteren Thorakalknoten. Die Maxillen liegen zu beiden Seiten oder dicht hinter der Mundöffnung — nur bei Gibocellum (Cyphophthalmiden) sind dieselben vor die Mundöffnung gerückt (19, Tafel XVII, 2) — und sind als Mundgliedmaßen bei allen Gruppen von den Scorpionideen bis zu den Acarinen deutlich gekennzeichnet, weil sie stets an ihrem Grunde mit differenzierten Kauladen versehen sind. Während bei den Scorpionideen, den Phrynidern (Pedipalpen), Chernetiden, Phalangiden und Araneiden die Kauladen mehr oder weniger gegeneinander beweglich sind und zum Zerkleinern oder Zerquetschen der Beute dienen, sind dieselben bei den Solpugiden an ihrer Basis ein wenig verbunden, bei den Telyphoniden (Pedipalpen), Cyphophthalmiden und Acarinen dagegen median vollständig verwachsen, also gegeneinander unbeweglich. Diese mediane Verbindung der Basaltheile des zweiten Extremitätenpaares ist keineswegs eine ursprüngliche, sondern ist darauf zurückzuführen, daß die bezüglichen Gruppen sich der Nahrungsaufnahme durch Saugen mehr oder minder vollständig angepaßt haben. Bei den Acarinen besteht das zweite Extremitätenpaar, wie schon CRONEBERG erkannte und wie HALLER (8, pag. 382) bestätigt, aus einem sehr komplizierten, paarigen Gerüst, welches die drei- bis fünfgliedrigen Palpen trägt. Was diese dem zweiten Extremitätenpaar angehörigen Taster anlangt, so zeigen sie eine unendlich mannigfache Gestaltung und Funktion; auch ist die Zahl ihrer Glieder in den verschiedenen Gruppen verschieden, doch ist anzunehmen, daß dieselbe ursprünglich gleich derjenigen der folgenden Extremitätenpaare, also gleich sechs war, und daß eine größere Gliederzahl auf eine höhere Differenzierung, eine geringere dagegen auf Verwachsungen und Reduktionen zurückzuführen ist. Namentlich sind es die Endglieder, welche je nach der Funktion, der sich das Tasterpaar vorzüglich angepaßt hat, eine verschiedene Ausbildung erkennen lassen. So endet bei den Scorpionideen, den Chernetiden, wie auch bei manchen Milben das

Tasterpaar scheerenförmig und fungiert außer als Tastorgan auch als Greiforgan; — bei den Pedipalpen dagegen ist die Scheerenform nur unvollständig ausgebildet und das Endglied stellt eine mehr oder weniger einschlagbare Klaue dar; — bei den Phalangiden, Cyphophthalmiden und vielen Acarinen ist das Tasterendglied mit einer Kralle bewehrt und die Tastfunktion scheint Hauptfunktion zu sein; — bei den Araneiden fungieren die Palpen als Tastorgane, — bei den Jungen, wie ich zu beobachten oft Gelegenheit hatte, auch als Lokomotionsorgan, — und das Endglied, welches bei den weiblichen Araneiden meist Krallen trägt, ist bei den männlichen Spinnen zu einem komplizierten Begattungsorgan, einem das Sperma übertragenden Kopulationsorgan, umgebildet; — bei den Solpugiden endlich dienen die Palpen sowohl als Tastorgane wie als Lokomotionsorgane, denn das im Endglied derselben befindliche, eigentümliche, blasige Organ scheint nach HUTTON'S (60, pag. 85) Vermutung zum Anheften an glatten, steilen Wänden zu dienen. Es findet sich also bezüglich der zweiten Extremität eine Vielgestaltigkeit, welche die Vermutung nahe legt, daß dieselbe im höchsten Grade anpassungsfähig ist, und welche beweist, daß die heute lebenden Repräsentanten der einzelnen Gruppen nur die letzten Reste langer Entwicklungsreihen sind. Daß die Gestalt des zweiten Extremitätenpaares ursprünglich eine einfache und derjenigen der folgenden Gliedmaßenpaare ähnliche war, steht zu vermuten.

Daß auch dies zweite Extremitätenpaar der Arachniden bei der Vergleichung der Anhangspaare der Arthropoden eine verschiedene Deutung erfahren hat, ist leicht ersichtlich. Die Auffassung ZENKER'S (71, pag. 122), nach welcher auch die zweite Extremität der Arachniden einem Antennenpaare, dem definitiven Antennenpaar der Hexapoden, entsprechen soll, wird, wie schon ABENDROTH (1, pag. 18) betont, durch den Umstand widerlegt, daß die Antennen stets ihre Nerven von dem oberen Schlundknoten erhalten, die zweite Extremität der Arachniden dagegen stets von den unteren Thorakalknoten innerviert wird. Auch die Ansicht CLAPARÈDE'S (54, pag. 83) und HUXLEY'S (61, pag. 332), wonach die zweite Extremität der Arachniden den Mandibeln der Hexapoden und den Protognathiten der Crustaceen äquivalent zu erachten wäre, muß zurückgewiesen werden, da in den Cheliceren die Homologa der Mandibeln gefunden werden müssen. Einer dritten Anschauung gemäß, welche von DUGÈS (57, pag. 7—9) und von ZADDACH (54, pag. 73) folgerichtig aufgestellt

worden ist, insofern als diese Forscher in den Cheliceren Aquivalente der Mandibeln vermuteten, sind die Pedipalpen den ersten Maxillen der Hexapoden und Crustaceen zu homologisieren. Selbst manche von denjenigen, welche die Cheliceren den Antennen gleichwertig erachteten, setzten die zweite Extremität der Arachniden den ersten Maxillen der Hexapoden gleich und machten die Annahme, daß bei den Arachniden die Mandibeln eine vollständige Rückbildung erlitten hätten oder ausgefallen wären (54, pag. 73). Die Auffassung, in dem zweiten Extremitätenpaar der Arachniden Homologa der ersten Maxillen zu sehen, hat sich jetzt fast allgemeine Anerkennung erworben, zumal die embryologischen Forschungen METSCHNIKOFF's (38) und BALFOUR's (20) die Identität der Anlagen beider Gliedmaßenpaare dargethan haben.

Das dritte Extremitätenpaar der Arachniden tritt wie das zweite bezüglich seiner äußern Form in mannigfachen Modifikationen auf. Bei einigen Gruppen (Scorpionideen, Phalangiden) ist dasselbe den drei folgenden Beinpaaren im allgemeinen und dem ersten derselben im besondern gleich gebaut und an seinem Basalgliede mit einer Kaulade, terminal mit Krallen versehen, bei anderen Gruppen dagegen (Chernetiden, Cyphophthalmiden, Araneiden, Acarinen) gleicht dasselbe bezüglich seiner Einlenkung wie auch betreffs seiner Gestalt vollständig den folgenden Beinpaaren und ist wie diese an seinem Endgliede mit Krallen bewehrt; bei den Solpugiden dagegen ist nicht nur der Ort der Einlenkung ein Anderer — die dritte Extremität ist nämlich wie die erste und zweite an der Unterseite des kopfartig emporgewölbten Theiles des Cephalothorax eingelenkt — sondern auch die Extremität selbst zeigt sich von den folgenden Beinpaaren verschieden, sie ist nicht mit Krallen bewaffnet und scheint vornehmlich als Tastorgan zu fungieren; — bei den Pedipalpen endlich ist das dritte Extremitätenpaar ganz seitlich am Cephalothorax außen neben der zweiten Extremität eingelenkt und scheint, reichlich gegliedert und sehr verlängert, nur dem Tastsinn zu dienen. Während also bei den Scorpionideen und den Phalangiden das dritte Extremitätenpaar sowohl als Mundwerkzeug wie auch als Bewegungsorgan fungiert, scheint dasselbe bei den Solpugiden und den Pedipalpen namentlich als Tastorgan zu dienen, während es bei den übrigen Gruppen hauptsächlich die Funktionen eines Beinpaares verrichtet. Daß das dritte Extremitätenpaar der Arachniden ursprünglich als Mundgliedmaßenpaar und zugleich vielleicht als Bewegungsorgan oder Tastorgan fun-

gierte, läßt sich daraus schließen, daß dasselbe bei der allem Anschein nach sehr alten Gruppe der Scorpionideen noch beide Dienste verrichtet und daß es bei den Solpugiden durch seine Einlenkung an dem vorderen, deutlich abgesetzten und kopffartig emporgewölbten Teile der Kopfbrust einen in die Augen springenden Unterschied den folgenden drei Beinpaaren gegenüber bekundet. Der Verlust, d. h. die Rückbildung der Kauladen und damit zugleich entweder der Übergang zum reinen Tastorgan oder Lokomotionsorgan mußte notwendigerweise mit der allmählichen Anpassung an eine saugende Nahrungsaufnahme Hand in Hand gehen. Daß die Vorfahren der Arachniden kauende Arthropoden waren, wird wohl kaum in Abrede gestellt werden, wenn auch die Angaben HUTTON's (60, pag. 81), daß die Galeodiden ihre Beute „verschlingen“ (to devour), nicht gerade, wie es ABENDROTH (1, pag. 13) thut, dafür geltend gemacht zu werden braucht, zumal „to devour“ ebensowohl „zerreißen“ bedeuten kann und es bei dem Bau der Mundwerkzeuge und der Gestalt und Lage der Mundöffnung sehr zweifelhaft erscheinen muß, daß gerade die Solpugiden ihre Beute „verschlingen“. Um vieles wahrscheinlicher würde eine derartige Nahrungsaufnahme bei den Scorpionideen und den Phalangiden erscheinen; und in der That ist sie, wie ABENDROTH (1, pag. 13) angiebt, für die letztere Gruppe von MENGE beobachtet worden; — doch auch bei den Scorpionideen ist ein Zerquetschen der festen Teile, um das Ausaugen der Weichteile zu ermöglichen, wahrscheinlicher.

Während ZENKER (71) die dritte Extremität der Arachniden den Mandibeln, CLAPARÈDE (54, pag. 83) und HUXLEY (61) dagegen den ersten Maxillen vergleichen, hat sich jetzt wohl allgemein die schon von DUGÈS (57) und von SIEBOLD (54) vertretene Auffassung Bahn gebrochen, daß das dritte Extremitätenpaar der Arachniden den zweiten Maxillen gleichzuachten sei; eine Auffassung, welche auch durch die neueren embryologischen Befunde ihre Bestätigung erhalten hat.

Die Unterlippe, welche bei den Arachniden den unteren Abschluß der Mundöffnung bildet, erscheint mehr oder weniger hoch differenziert. Dieselbe tritt bei dem erwachsenen Tier meist als eine unpaare Kinnplatte auf, welche dem Sternum vorn angefügt ist (Chernetiden, Phalangiden, Araneiden u. s. w.), oder geht mit den übrigen, den Mund umgebenden Teilen eine innige Verbindung ein. Wie die Untersuchungen von SCHIMKEWITSCH (70, pag. 352) und von METSCINIKOFF (38, pag. 20) dargethan haben, ist die Anlage der Unterlippe eine paarige, denn dieselbe

besteht in der Embryonalanlage aus zwei „oder mehreren“ (?) getrennten Stücken, welche später verschmelzen. Diese Beobachtungen haben SCHIMKEWITSCH (18, pag. 27) Veranlassung gegeben, die Unterlippe der Arachniden, namentlich der Araneiden, der Unterlippe der Insektenlarven gleichzusetzen, welche letztere, mit den Maxillen des zweiten Paares verschmolzen, das Labium der Hexapoden bildet.

Das vierte, fünfte und sechste Extremitätenpaar der Arachniden fungieren im großen und ganzen vorzüglich als Lokomotionsorgane und sind im allgemeinen gleichmäßig gebaut. Dieselben würden nach den oben aufgestellten Homologien den drei Beinpaaren der Hexapoden äquivalent zu erachten sein und sind auch wie diese heteronom gegliedert. Dieselben sind sechsgliedrig und bestehen aus Coxa, Trochander, Femur, zweigliedriger Tibia und vielgestaltigem, oft vielgliedrigen Tarsus (Phalangiden, Phryniden). Nur bei den Scorpionideen ist auch das erste dieser drei Beinpaare mit Kauladen versehen. Ob auch für eine ältere Gruppe die Bewehrung der vierten Extremität mit Kauladen anzunehmen ist, läßt sich kaum entscheiden; doch steht zu vermuten, daß die Kauladen des vierten Gliedmaßenpaares der Scorpionideen eine im Laufe der Entwicklung dieser Gruppe erworbene Differenzierung sind; eine Vermutung, welche an Plausibilität gewinnt, wenn bedacht wird, daß die Kauladen der Arachniden überhaupt nur als Fortsätze oder Differenzierungen der Coxalglieder der Extremitäten zu betrachten sind. Die vier letzten Extremitätenpaare der Arachniden werden gemeinlich als Beinpaare bezeichnet, welche Bezeichnung allerdings bei der Mehrzahl der Gruppen zutreffend genannt werden muß, da bei ihnen diese vier Gliedmaßenpaare in ihrem äußeren Habitus vollständig übereinstimmen. Trotzdem aber muß konstatiert werden, daß das erste dieser vier sog. Beinpaare ursprünglich sowohl zur Lokomotion wie zur Nahrungszerkleinerung diente und erst mit der Anpassung an eine rein saugende Lebensweise der letzteren Funktion verlustig ging.

Wie aus der Vergleichung des Hautskelettes und des Nervensystemes, so läßt sich auch aus der vergleichenden Betrachtung der Gliedmaßen entnehmen, daß sich in den Scorpionideen und den Solpugiden, — vorzüglich jedoch in ersteren, — Gruppen erhalten haben, welche bezüglich vieler Einzelheiten einen ursprünglichen Charakter bewahrt haben und darum als einer älteren Stammgruppe näher stehend betrachtet werden müssen.

Läßt sich nun einerseits, wie oben erörtert wurde, zwischen den Gliedmaßen der Arachniden und der Hexapoden eine auffallende morphologische Übereinstimmung konstatieren, — eine Übereinstimmung, welche auch LINDSTRÖM (67) bezüglich des von ihm neuerdings entdeckten silurischen Scorpions besonders zu betonen für nötig erachtet, — so darf es doch anderseits nicht unerwähnt bleiben, daß RAY-LANKESTER (17, pag. 519) den Versuch gemacht hat, die Gliedmaßen der Arachniden (speziell der Scorpionideen) und der Limuliden von denjenigen einer gemeinsamen Stammgruppe abzuleiten. Daß zwischen den thorakalen Gliedmaßen der Scorpionideen und der Limuliden eine auffallende Ähnlichkeit herrscht, läßt sich bei einer Vergleichung derselben nicht verkennen. Daß auch das Vorhandensein abdominaler Gliedmaßen bei den Limuliden keinen Grund abgeben kann, die Beziehungen zwischen beiden Gruppen zu negieren, geht aus der Thatsache hervor, daß auch bei den Scorpionideen die Anlagen abdominaler Gliedmaßenpaare auftreten. Doch ist die Erklärung, welche RAY-LANKESTER für die allmähliche Verkümmernng der abdominalen Anhangspaare und für die damit zusammenhängende Umwandlung der Blätterkiemen in Blättertracheen zu geben versucht, eine zu hypothetische und gewagte, um die daraus gezogenen Schlüsse auf die nahen Verwandtschaftsbeziehungen beider Gruppen gerechtfertigt erscheinen zu lassen; — zudem darf auch nicht außer Acht gelassen werden, daß die Möglichkeit vorliegt, daß die Limuliden und die Scorpionideen trotz mannigfacher Übereinstimmungen nur parallele Entwicklungsreihen ursprünglich ganz verschiedener Typen repräsentieren.

Läßt sich nun von den Scorpionideen und Solpugiden bis zu den Acarinen auch bezüglich der Gliedmaßen eine fortlaufende Reihe verfolgen, so nehmen die folgenden Gruppen der Linguatuliden, Pycnogoniden und Tardigraden auch betreffs der Extremitäten mehr oder weniger eine Sonderstellung ein.

Die Linguatuliden zeigen eine starke Verkümmernng, ja fast gänzliche Rückbildung der Gliedmaßen, denn bei dem geschlechtsreifen Tier finden sich nur beiderseits von der Mundöffnung zwei Paar Haken, welche vielleicht als rückgebildete Kieferpaare gedeutet werden können. An der Bauchseite der Embryonen dagegen treten vorübergehend zwei Paar gegliederte Anhänge auf, welche dem Tiere eine entfernte Ähnlichkeit mit einem Milbenembryonen verleihen. Trotzdem erscheint dieser Umstand keineswegs genügend, um die Stellung der Linguatuliden nahe den

Acarinen zu rechtfertigen, und es kann diese Thatsache mit demselben Recht für die Ansicht VAN BENEDEN's (2, pag. 347) geltend gemacht werden, welcher in den Linguatuliden Verwandte der parasitischen Copepoden (Lernaea) zu finden glaubte. Wenn nun auch das Auftreten der zwei Paar gegliederten, mit Krallen bewehrten Embryonalanhänge weder für eine nähere Verwandtschaft mit den Crustaceen noch mit den Arachniden geltend gemacht werden kann, so scheint es doch hinlänglich die Beziehungen der Linguatuliden zu den Arthropoden überhaupt zu kennzeichnen. Die Meinung BALFOUR's (21, pag. 511), welcher die Linguatuliden in die Nähe der Myzostomiden gestellt wissen will, würde die Frage nach den Beziehungen dieser Gruppe ihrer Lösung nicht näher bringen, da auch die Verwandtschaftsverhältnisse der Myzostomiden noch in mystisches Dunkel gehüllt sind.

Die Pycnogoniden nehmen seit der Entdeckung DOHRN's (6), die Entwicklung von *Achelia laevis* betreffend, eine Ausnahmestellung ein, sowohl was die Entwicklung, wie auch was die Zahl und Anordnung ihrer Extremitätenpaare anlangt. Die Larve schlüpft nämlich mit einem die Mundöffnung tragenden Schnabelfortsatz und drei Anhangspaaren aus, welche derselben eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Nauplius der Crustaceen verleihen; doch ist diese Ähnlichkeit eine rein äußerliche, da die drei Anhangspaare des Nauplius zum Teil den Antennen des erwachsenen Krusters entsprechen, während sich die drei Anhangspaare der Pycnogonidenlarven zu den Mandibeln, Tastern und Eierträgern umbilden. — Im Verlaufe der Entwicklung entstehen dann succedan von voru nach hinten durch Sprossung vor dem Afterhügel vier weitere, also postembryonale, Gliedmaßenpaare, während die drei ersten Extremitätenpaare mehr oder minder umgebildet oder auch rückgebildet werden. — Kann, wie DOHRN annimmt, in dieser eigenartigen Metamorphose und postembryonalen Entwicklung ein tiefgehender Unterschied zwischen den Arachniden und den Pycnogoniden erblickt werden, so würde allerdings das Verlangen DOHRN's nach einer Sonderstellung der letzteren gerechtfertigt erscheinen. Doch ist sehr wohl zu bedenken, daß auch die Acarinen eine merkwürdige Metamorphose und eine postembryonale Entwicklung des sechsten Extremitätenpaares aufweisen und daß es durchaus nicht unwahrscheinlich ist, daß diese Verhältnisse bei beiden Gruppen durch die parasitische Lebensweise bedingt wurden und nur durch die verschiedenen Lebensbedingungen beider Gruppen Modifikationen erlitten.

Was die Zahl der Extremitätenpaare (sieben) anlangt, welche sich mit derjenigen der recenten Arachniden (sechs) nicht in Einklang bringen läßt, so muß daran erinnert werden, daß bei einer älteren Gruppe die Zahl der Gliedmaßenpaare eine größere gewesen sein muß und daß also nur die Annahme zu machen wäre, daß sich die Pycnogoniden früher als die übrigen Arachniden von einem gemeinsamen Hauptstamm abzweigten und eine größere Zahl von Gliedmaßenpaaren ererbten.

Das erste Extremitätenpaar der Pycnogoniden zeigt bezüglich seiner Gestalt und Gliederung eine auffallende Übereinstimmung mit den Cheliceren der Arachniden. Dasselbe erscheint nach HOEK (35) entweder dreigliedrig (*Phoxichilidium*), zweigliedrig (*Nymphon*, *Pallene* u. s. w.), oder rudimentär (*Lecithorhynchus*, *Oorhynchus*), und kann häufig bei dem reifen Tier gänzlich fehlen (Mehrzahl der Arten von *Colossendeis*; *Phoxichilus* u. a.) — Ist es ausgebildet, so sind die Endglieder, wie bei den Scorpionideen, scherenförmig. Wie sich also von den Scorpionideen bis zu den Acarinen bezüglich der Entwicklung des ersten Extremitätenpaares eine absteigende Reihe verfolgen läßt, so kann eine ähnliche allmähliche Reduktion desselben auch bei den Pycnogoniden beobachtet und damit ein Parallelismus beider Zweige konstatiert werden. — Daß die erste Extremität der Pycnogoniden den Mandibeln äquivalent zu erachten ist, kann nach den Befunden HOEK's (35), die Innervierung betreffend, als sicher angenommen werden, und auch darin würden also die erste Extremität der Arachniden und der Pycnogoniden übereinstimmen. Das zweite Extremitätenpaar der Pycnogoniden, die sogenannten Taster oder Palpen, muß, wie HOEK auf Grund der Innervierung dargethan hat, mit den ventralen, paarigen Teilen des Rüssels zusammengefaßt und als ein Äquivalent des ersten Maxillenpaares betrachtet werden. — Die ventralen Rüsselteile sind als die Kauladen aufzufassen, und ihre Verwachsung untereinander sowie mit dem Rostrum muß schon sehr frühzeitig in der Stammesentwicklung der Pycnogoniden stattgehabt haben, da die Larven der recenten Pycnogoniden schon mit verwachsenen Rüsselteilen ausschlüpfen. — Die frei bleibenden Teile dieser Extremität, die Palpen, sind sehr verschieden entwickelt, und es finden sich alle Übergänge von zehngliedrigen Formen (*Colossendeis*; *Ascorhynchus* u. a.) über neungliedrige (*Ammonothea*), achtgliedrige (*Achelia*), fünfgliedrige (*Nymphon* u. a.), und dreigliedrige (*Tephredo*) bis zu höchst rudimentären Papillen (*Phoxichilidium*) und endlich gänzlicher Rückbildung (*Phoxichilus*;

Pycnogonum u. a.). — Das dritte Extremitätenpaar, die sogen. Eierträger, welche meist zehngliedrig und mit einer Endklaue versehen sind, scheint frühzeitig in den Dienst der Fortpflanzung getreten zu sein. Dasselbe wird bei den männlichen Individuen zum Tragen der Eier verwandt und dient bei den weiblichen Individuen als Tastorgan. Daß dieses Extremitätenpaar dem dritten Gliedmaßenpaar der Arachniden homolog zu erachten ist, ist um so wahrscheinlicher, als ja auch das dritte Extremitätenpaar der Solpugiden eine von den folgenden drei Beinpaaren verschiedene Gestalt und Funktion besitzt. —

Die vier folgenden Extremitätenpaare der Pycnogoniden, welche postembryonal entstehen, dienen vorzüglich als Lokomotionsorgane. — Wenngleich dieselben achtgliedrig sind, so lassen sie sich doch auch bezüglich der Gliederung den Beinen der Arachniden vergleichen (1—3 Coxalglieder, Trochander; —4 Femur; 5—6 Tibialglieder; 7—8 Tarsalglieder). — Die drei vorderen dieser vier Beinpaare müssen, wenn irgend Beziehungen zwischen den Pycnogoniden und den Arachniden bestehen, dem vierten, fünften und sechsten Extremitätenpaare der Arachniden homolog erachtet werden, während das vierte derselben als ein restierendes Abdominalgliedmaßenpaar aufzufassen wäre, ähnlich den Kämmen der Scorpionideen. Während aber bei letzteren das Abdominalgliedmaßenpaar in den Dienst der Fortpflanzung trat, verharrte dasjenige der Pycnogoniden als Bewegungsorgan, zumal eines der cephalothorakalen Extremitätenpaare sich in den Dienst der Fortpflanzung begeben hatte. —

Was endlich die Tardigraden anlangt, so zeigen dieselben bezüglich der Extremitäten so durchgreifende Unterschiede von denjenigen der Arachniden und Arthropoden überhaupt, daß es schon darum gerechtfertigt erscheinen dürfte, diese Gruppe von den Arachniden und Arthropoden zu sondern und als eine von dem Stamme der Articulaten viel früher abgezweigte aufzufassen. — Daß die Tardigraden den Arachniden zugezählt worden sind und in die Nähe der Acarinen gestellt wurden, hat hauptsächlich seinen Grund in der Zahl der Beinpaare, sowie in dem Vorkommen stilettähnlicher Kiefer und eines Rüssels, welcher vielleicht als aus mehreren Stücken verwachsen gedeutet werden kann, während anderseits das Fehlen jeglicher Gliederung der Extremitäten einen einschneidenden Gegensatz zwischen den Tardigraden und den Arthropoden überhaupt bedingt; denn selbst die Beine der streng parasitischen Sarcopten, wie die Embryonalgliedmaßen der Linguatuliden, lassen

eine deutliche Gliederung erkennen. — DUJARDIN (1, pag. 14) hat ein marines Barentierchen beschrieben, *Lydella Duj.*, welches gegliederte Beinpaare besitzen soll, doch fehlt leider bis heute eine weitere Bestätigung dieser Beschreibung. Auch die embryonale Entwicklung giebt keinen Aufschluß über die Beziehungen dieser kleinen Gruppe, zumal sich die Beobachtung von SIEBOLD'S, nach welcher die Emydien als sechsfüßige Larven ähnlich den Acarinenlarven auskriechen sollten, durch die Untersuchungen KAUFMANN'S (63) als irrig erwiesen hat. Die stummelförmigen Beine der Tardigraden zeigen demnach dauernd einen Zustand, welchen diejenigen der Arachniden und Arthropoden überhaupt nur in der ersten Zeit der embryonalen Entwicklung durchlaufen.

Litteratur.

51. BALBIANI, M.: „Mém. sur le développement des Phalangides.“ *Ann. d. Sciences nat.* (5) XVI. Paris. 1872.
52. — —: „Mém. sur le développement des Aranéides.“ *Ann. d. Sc. Nat.* (5) XVII. Paris. 1873.
53. CARUS, J. V.: „System d. tierischen Morphologie.“ Leipzig. 1853.
54. CLAPARÈDE, E.: „Recherches sur l'évolution des Araignées.“ *Natuurk. Verhandelingen I.*, 1. Utrecht. 1862.
55. — —: „Studien an Acariden.“ *Zeitschr. f. wiss. Zoologie.* XVIII. 1868.
56. CRONEBERG, A.: „Über die Mundteile der Arachniden.“ *Arch. f. Naturgesch.* 46. Jahrg. I. 1880.
57. DUGÈS, ANT.: „Recherches sur l'ordre des Acariens en général et la fam. ect.“ *Ann. d. Sc. Nat.* (2). I. Paris. 1834.
58. ERICHSON, W. F.: „Über zool. Charaktere der Insekten, Arachniden und Crustaceen.“ *Entomographien.* Berlin. 1840.
59. HENKING, H.: „Beiträge zur Anat., Entwicklungsgesch. und Biologie von *Trombidium fuliginosum* Herm.“ Göttingen. 1882.
60. HUTTON, TH.: „Observations on the habits of a large species of *Galeodes*.“ *Ann. and Mag. of Nat. Hist.* XII. London. 1843.
61. HUXLEY, Th. H.: „Grundzüge d. Anat. d. wirbell. Tiere.“ Leipzig. 1878.
62. JOYEUX-LAFFAUE, J.: „Poison Apparatus and Poison of Scorpions.“ *Journ. of the Royal Micr. Soc.* (2). IV.
63. KAUFMANN, J.: „Über die Entw. und die systemat. Stellung der Tardigraden.“ *Zeitschr. f. wiss. Zool.* III. 1851.
64. KRAMER, P.: „Über die postembryonale Entw. der Milbengattung *Glyciphagus*.“ *Arch. f. Naturg.* 43. J. 1879.
65. — —: „Über Segmentierung bei den Milben.“ *Arch. f. Naturg.* 48. Jahrg. I. 1882.
66. LEYDIG, F.: „Zum feineren Bau der Arthropoden.“ *Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1855.

67. LINDSTRÖM, G.: „A scorpion (*Palaeophoneus*) from the Silurian Formation of Sweden.“ *Ann. of Nat. Hist.* (5) XV, 85. 1885.
68. MÉGNIN, P.: „Note sur une nidification particulière ect.“ *Bull. des séances de la Société Entom. de France.* 1880.
69. NEWPORT, G.: „Monograph of the Class Mygriapoda, Order Chilopoda, etc.“ *Transact. of the Linn. Society.* XIX. 1865.
70. SCHIMKEWITSCH, WLAD.: „Zur Entwicklungsgeschichte der Araneen.“ *Zoolog. Anzeiger.* 1884. pag. 451—53.
71. ZENKER, W.: „Anatomisch-system. Untersuchungen über die Krestierè.“ Berlin. 1854.

III. Respirationsorgane.

Die Organe der Atmung, welche bei den Arachniden meist als gesonderte auftreten, werden der vegetativen Organgruppe zugerechnet. Daher dürfte es nicht unwichtig sein, bevor das erste dieser Organgruppe angehörige System im einzelnen zur Vergleichung gelangt, in kurzen Umrissen die gegenseitigen Beziehungen zu erörtern, sowohl der vegetativen Organe im allgemeinen, wie der Respirations- und Zirkulationsorgane im besondern.

Wie CARUS (43, pag. 48) des Weiteren ausführt, ist a priori anzunehmen, daß die vegetativen Organe entstanden sind durch Arbeitsteilung, indem die einzelnen Funktionen der Ernährung, welche ursprünglich in ihrer Gesamtheit von der Urdarmhöhle versehen wurden, einzelnen, differenzierten Teilen derselben anheimfielen. Das Auftreten eines gesonderten Organes zur Nahrungsaufnahme und Verdauung, des Darmsystems, mußte notwendig die Differenzierung von Organen bedingen, welche die in jenem bereitete Ernährungsflüssigkeit allen Körperteilen zugänglich machten und nach Bepflügelung derselben zurückführten. Da aber diese Flüssigkeit durch die Abgabe tauglicher und die Aufnahme untauglicher Stoffe in Berührung mit den Geweben ihre Zusammensetzung änderte, mußte ihr Gelegenheit gegeben werden, sich durch Gasaustausch mit dem umgebenden Medium zu regenerieren und sich des gänzlich unbrauchbaren Materiales durch Ausscheidung zu entledigen. So entstanden gleichzeitig und notwendig mit der Sonderung eines Darmes eine Reihe anderer Organe, welche sich mehr oder weniger gegenseitig bedingen und welche daher bezüglich ihrer Differenzierung in engen Beziehungen stehen müssen.— Es sind dies die Organe der Atmung, des Kreislaufes und der Exkretion, welche Organsysteme sich auch bei den Arachniden meist mehr oder weniger differenziert vorfinden.

Namentlich sind es die Organe der Atmung und des Kreislaufes, welche nicht nur bezüglich ihrer Funktion, sondern auch betreffs ihrer morphologischen Eigentümlichkeiten in Wechselwirkung stehen. Je nach der Komplikation des einen Organ-systems wird auch das andere entsprechend modifiziert. Ist die Atmung diffus, d. h. sind die Respirationsorgane über die ganze Körperoberfläche verteilt oder durch alle Körperteile verbreitet, so zeigt sich das Gefäßsystem dementsprechend weniger hoch entwickelt, denn dann ist der Körperflüssigkeit überall Gelegenheit gegeben, mit dem umgebenden Medium in Gasaustausch zu treten; — ist dagegen die Atmung lokalisiert, d. h. sind die Respirationsorgane auf bestimmte Körperteile beschränkt, so paßt sich auch das Gefäßsystem diesem Verhalten an, indem es durch starke Ausbildung zu und ableitender Gefäße möglichst aller Körperflüssigkeit Gelegenheit zu geben sucht, zu den lokalisierten Atmungsorganen zu gelangen. — Besonders auffallend ausgeprägt treten diese Wechselbeziehungen zwischen Atmungsorganen und Gefäßsystem bei den Arachniden auf, welche Beispiele sowohl gänzlich diffuser Atmung (Solpugiden), wie auch vollkommen lokalisierter Respiration (Scorpionideen) darbieten und zwischen beiden Formen vermittelnde Übergänge erkennen lassen (zweilungige Araneiden). Schon BLANCHARD (72, pag. 350) faßte diese Wechselbeziehungen in dem Satze zusammen: „L'appareil circulatoire et l'appareil respiratoire (des Arachnides) sont intimement unis l'un à l'autre, sont complètement dépendants l'un de l'autre“.

Mit Ausnahme der Tardigraden, Linguatuliden und Pycnogoniden, sowie vieler Acarinen, bei welchen differenzierte Atmungsorgane bisher nicht mit Sicherheit aufgefunden worden sind, atmen die Arachniden mittels luftführender Röhren, der sog. Tracheen, welche sich durch Stigmen nach außen öffnen, — in derselben Weise wie die Peripatiden, Myriapoden und Hexapoden, mit welchen zusammen sie in der großen Abteilung der Tracheaten vereint worden sind. Während aber bei den letztgenannten Gruppen diese luftführenden Kanäle im allgemeinen nur als sog. Röhrentracheen auftreten, findet sich bei den Arachniden noch eine zweite, von den Röhrentracheen äußerlich anscheinend sehr verschiedene Form der Atmungsorgane vor, die Tracheenlungen oder Blättertracheen. Die Arachniden, — soweit sie überhaupt gesonderte Atmungsorgane besitzen, — atmen entweder nur durch Röhrentracheen (Solpugiden; Chernetiden; Cyphophthalmiden; Phalangiden; Acarinen z. T.), oder ausschließlich durch Lungen (Scorpionideen; Pedipalpen;

vierlungige Araneiden), oder endlich durch Röhrentracheen und Lungen zugleich (zweilungige Araneiden).

Die Scorpionideen besitzen, wie zuerst CUVIER entdeckte, vier Paar Lungen, welche sich mit acht seitlich gelegenen Spalten auf den ventralen Teilen des dritten bis sechsten Hinterleibsringes, also des zehnten bis dreizehnten Körpersegmentes, nach außen öffnen, demnach auf die hintere Körperregion beschränkt sind ¹⁾.

Die Pedipalpen sind nach den Untersuchungen VAN DER HOEVEN'S (36, pag. 76) mit zwei Paar Fächertracheen versehen. Dieselben liegen an der Bauchseite auf dem zweiten und dritten Abdominalsegment, also dem neunten und zehnten Körpersegment, und kommunizieren durch zwei Paar ein wenig seitlich liegende Stigmen mit dem umgebenden Medium; — sie gehören also ebenfalls der hinteren Körperregion an.

Die Araneiden besitzen entweder nur Lungen oder Lungen und Röhrentracheen zugleich. Die Atmungsorgane sind stets zu zwei Paaren vorhanden und münden auf der Bauchseite des Abdomens nach außen. Während die vierlungigen Araneiden (Tetrapneumones) oder Mygaliden (Mygale; Cteniza; Atypus) zwei Paar Lungen aufweisen, welche sich an der Basis des Hinterleibes mit vier ventral gelegenen Stigmen nach außen öffnen, findet sich bei allen übrigen Araneiden (Dipneumones) nur ein Lungenpaar, welches dem vorderen Lungenpaar der Mygaliden homolog zu erachten ist und nur selten rückgebildet erscheint (Pholcus). Hinter dem zu diesen Fächertracheen führenden Stigmenpaar findet sich entweder ein zweites Stigmenpaar (Dysdera; Segestria; Argyroneta) oder eine unpaare, median gelegene Querspalte (bei der Mehrzahl der Dipneumones), welche zu Röhrentracheen führen. — Daß diese unpaare Spalte durch Verschmelzung zweier ursprünglich seitlich symmetrisch gelegener Stigmen entstanden ist, kann nach den diesbezüglichen Untersuchungen BERTKAU'S (73, pag. 224) füglich nicht mehr bezweifelt werden, zumal die von jener Querspalte entspringenden Tracheen in einzelnen Fällen (Dictyna) ihre ursprüngliche Duplizität deutlich erkennen lassen. Die Ansicht LEUCKART'S (75, pag. 253), nach welcher die Araneiden „in der Norm drei Stigmenpaare besessen haben“, deren erstes stets vorhanden ist, während das zweite oder dritte ausfallen, wurde schon

MAC LEOD (15, pag. 2) giebt die Lage der Stigmen auf dem neunten bis zwölften Körpersegment an, weil er die Scheitellappen nicht als erstes Segment in Rechnung stellt.

von BERTKAU dahin modifiziert, daß ursprünglich bei den Araneiden nur zwei Stigmenpaare vorhanden gewesen sind, welche dicht hintereinander gelegen waren (Mygale; Dysdera; Segestria), deren zweites jedoch in vielen Fällen mit der Verschmelzung und Verlagerung der Hinterleibssegmente sekundär nach hinten verschoben wurde und im Laufe der Stammesentwicklung häufig zu einem unpaaren Stigma verschmolz. Die von dem zweiten Stigmenpaar entspringenden Röhrentracheen zeigen eine sehr verschiedene Komplikation. Bei Dysdera, Segestria und Argyroneta, bei welchen die zweiten Stigmen noch weit nach vorn gelegen sind, bestehen dieselben aus einem gabelspaltigen Stamm, dessen einer Gabelast nach vorn in die Kopfbrust verläuft, während der andere sich zum Hinterleibe wendet; beide Aste geben von ihren Enden eine große Anzahl unverästelter Röhrechen ab, welche sich durch alle Körperteile verbreiten. Bei den übrigen zweilungigen Araneiden, deren Tracheen von der mehr oder minder weit nach hinten gelegenen Querspalte entspringen, finden sich entweder zwei, oft gabelspaltige Stämme (Dictyna), welche auf eine kürzere oder längere Strecke miteinander verschmolzen sind und welche von ihren Enden aus oder auch in ihrem ganzen Verlauf in unregelmäßigen Abständen Röhrenbüschel abgeben, — oder es sind Modifikationen vorhanden, welche sich ohne Schwierigkeit auf eine der vorgenannten Formen der Röhrentracheen zurückführen und durch Rückbildung, veranlaßt durch die Konzentration des Hinterleibes, erklären lassen.

Die Solpugiden besitzen nach DUFOUR (29, pag. 404) drei Stigmenpaare, deren erstes am ersten Thorakalring liegt, während sich das zweite und dritte auf dem zweiten und dritten Abdominalring, also dem neunten und zehnten Körpersegment finden. Dieselben sind also nicht auf die hintere Körperregion beschränkt. Sie liegen ventral und führen zu Röhrentracheen, welche sich, wie diejenigen der meisten Myriapoden und Hexapoden, baumartig verästeln und einen abrollbaren Spiralfaden deutlich erkennen lassen. Nach KITTARY (29, pag. 404) soll bei Galeodes araneoides auf dem vierten Abdominalring noch ein medianes, unpaares Stigma vorhanden sein, dessen jedoch weder A. MILNE-EDWARDS noch BLANCHARD Erwähnung thun. Auch an den mir zur Verfügung stehenden Exemplaren war dasselbe nicht vorhanden, so daß wohl anzunehmen ist, daß KITTARY'S Angabe auf einer irrtümlichen Beobachtung basiert.

Bei den Chernetiden finden sich nach MENGE (76, pag. 15) und STECKER (19, pag. 338) meist zwei Paar Stigmen, welche an der Bauchseite des zweiten und dritten Hinterleibsringes, also des neunten und zehnten Körpersegmentes, liegen und ausschließlich zu Röhrentracheen führen. Nur bei *Cheiridium museorum* ist ein einziges Stigmenpaar vorhanden. Während die von dem vorderen Stigmenpaar ausgehenden Tracheen aus je einem in der Kopfbrust verlaufenden Stamm bestehen, dessen innere Cuticula ein zierliches Fasernetz oder auch einen deutlichen Spiralfaden differenziert zeigt, und welcher entweder seitliche Zweige abgiebt, die sich in Röhrenbüschel auflösen (*Chthonius*), oder nur an seinem Ende ein pinselförmiges Röhrenbüschel trägt, (*Chelifer* u. a.), — sind die von dem hinteren Stigmenpaar entspringenden Tracheen, welche im Abdomen verlaufen, meist aus einer größeren Anzahl unverästelter Röhrenchen zusammengesetzt, welche oft direkt von einer das Stigma deckenden, siebförmig durchlöcherten Platte entspringen und nur selten einem kurzen Stamm aufsitzen (*Chernes cimicoïdes*). Bei *Cheiridium* entspringen von dem einzigen, vorhandenen Stigmenpaar sowohl die die Kopfbrust versorgenden Stämme als auch die im Hinterleib verlaufenden Röhrenbüschel. Dieser Umstand legt die Annahme nahe, daß dies eine Stigmenpaar durch Verschmelzung der bei den übrigen Chernetiden vorhandenen zwei Stigmenpaare entstanden ist; eine Annahme, welche noch dadurch an Wahrscheinlichkeit gewinnt, daß bei *Cheiridium* nur zehn Hinterleibsringe, bei den übrigen Chernetiden dagegen elf vorhanden sind, und daß also mit der Verschmelzung zweier getrennter, je ein Stigmenpaar tragender Hinterleibsringe auch die Stigmen jeder Seite sich näherten und endlich zu einem einzigen vereinigten.

Während sich bei *Cyphophthalmus* nach JOSEPH (10) nur ein Stigmenpaar auf dem ersten Hinterleibsringe, also dem achten Körpersegment ventral findet, sind bei *Gibocellum* nach STECKER (19, pag. 337) deren zwei vorhanden. Dieselben liegen auf den Ventralteilen des zweiten und dritten Hinterleibsringes, also des neunten und zehnten Körpersegmentes. Das vordere Paar führt, wie bei der Mehrzahl der Chernetiden, zu zwei Tracheenstämmen, welche sich im Cephalothorax vereinen und verästeln, und deren innere Cuticula einen Spiralfaden deutlich erkennen läßt. Von dem hinteren Stigmenpaare indessen nehmen je ein Büschel einfacher Röhren ihren Ursprung, welche einzeln auf den siebartig durchlöcherten Stigmenklappen ausmünden. Der Umstand, daß sich bei *Cyphophthalmus* nur ein Stigmenpaar und

zwar auf dem ersten Abdominalsegment findet, läßt sich vielleicht auf eine Verschmelzung mehrerer Hinterleibsringe und eine Vereinigung der auf ihnen jederseits gelegenen Stigmen zurückführen.

Die Phalangiden besitzen nach TULK (49, pag. 327) nur ein Stigmenpaar. Dasselbe liegt ventral und seitlich symmetrisch an der Basis des mit der Kopfbrust verschmolzenen Hinterleibes dicht hinter den Hüftgliedern des sechsten Extremitätenpaares und führt zu außerordentlich hoch differenzierten Tracheen. Jeder der beiden mit einem deutlichen Spiralfaden ausgerüsteten Tracheenstämme verläuft nach vorn in den Cephalothorax und giebt in seinem ganzen Verlaufe Zweige ab, welche sich weiter verästeln und in mannigfacher Weise anastomosieren. Die nahe dem Ursprung der Stämme sich abzweigenden Äste verlaufen im Abdomen.

Die Acarinen besitzen nur zum Teil gesonderte Respirationsorgane; doch geht aus der Zusammenstellung KRAMER'S (74) hervor, daß dieselben meist nur parasitisch lebenden Formen, wie Sarcoptes, Demodex, Tyroglyphus u. a. abgehen. Dieser Mangel gesonderter Atmungsorgane läßt sich daher wohl auf eine Rückbildung der Tracheen durch Anpassung an eine streng parasitische Lebensweise zurückführen. Eine sehr interessante Übergangsform von den tracheaten zu den atracheaten Acarinen beschreibt CLAPARÈDE (55, pag. 512) unter dem Namen Hoplophora. Bei dieser Milbe findet sich nämlich jederseits am vorderen Körperabschnitt ein Stigma, welches jedoch nicht zu einem eigentlichen Tracheenstamm führt, sondern zu drei kurzen, röhrenförmigen, blind geschlossenen Taschen, „den Rudimenten der Luftröhren“, deren Ähnlichkeit mit den Lungen der Araneiden CLAPARÈDE besonders betont (Lungen-Acariden). Bei der Mehrzahl der Acarinen dagegen findet sich ein Stigmenpaar, welches zu mehr oder minder hoch differenzierten Röhrentracheen führt. Bei Tetranychus fand CLAPARÈDE (55, pag. 485) ein einziges, unpaares, median gelegenes Stigma, von welchem jedoch zwei Tracheenstämme ihren Ursprung nahmen; ein Umstand, welcher darauf schließen läßt, daß dieses unpaare Stigma durch Verschmelzung zweier, ursprünglich getrennter Tracheenorificien entstanden ist. Die Lage dieses einzigen Stigmenpaares ist eine sehr verschiedene. Entweder, — und zwar in den meisten Fällen, — liegen die zwei Stigmen ventral dicht hinter oder vor den Hüftgliedern des letzten Extremitätenpaares (Ixodiden; Gamasiden u. a.), wie auch oft weiter vorn

(Oribatiden u. a.), oder sie liegen dorsal an der Basis der Cheliceren (Trombidien; Hydrachniden; Bdelliden u. a.). Diese dorsale Lagerung der Stigmen muß jedoch als eine sekundäre bezeichnet werden und die von ihnen entspringenden Tracheen sind als eine Neubildung zu betrachten. Wie HENKING (59, pag. 620) beobachtete, fanden sich während eines frühen Larvenstadiums von *Trombidium fuliginosum* ein Paar seitlich am vorderen Körperabschnitt liegende Gebilde von trichterförmiger Gestalt, welche wahrscheinlich als die Rudimente der ererbten Tracheen anzusprechen sind und von HENKING als Urtracheen bezeichnet werden. Dieselben werden im weiteren Verlaufe der Entwicklung gänzlich rückgebildet, dagegen legen sich dorsal während des Nymphenstadiums die bleibenden Stigmen und Tracheen an. Die von den Stigmen entspringenden Tracheen sind von verschiedener Ausbildung; so finden sich bei *Ixodes*, *Gamasus*, — überhaupt bei allen Milben mit scheerenförmigen Cheliceren (nach Dujardin), — verästelte Tracheen, welche oft einen Spiralfaden erkennen lassen (*Ixodes*); während bei den übrigen tracheaten Acarinen nur einfache Tracheenstämme vorhanden sind, von deren Enden unverästelte Röhrchen büschelförmig ausstrahlen. Die Beobachtung PAGENSTECHEER'S (1, pag. 33), daß den Jugendzuständen, also den sechsbeinigen Larven, einiger tracheater Acarinen wie *Ixodes* und *Trombidium* das Tracheensystem gänzlich fehlt, — eine Beobachtung, welche KRAMER (74, pag. 217) als eine für alle Tracheenmilben längst bekannte Thatsache anführt, — scheint doch nicht so allgemeine Gültigkeit beanspruchen zu können. Die Auffindung der Urtracheen bei *Trombidium* läßt im Gegenteil vermuten, daß sich ähnliche Gebilde auch bei den Larven der übrigen tracheaten Milben finden werden.

Bei den Linguatuliden, Tardigraden und Pycnogoniden werden gesonderte Atmungsorgane gänzlich vermißt. Was zunächst die Linguatuliden anlangt, so ist dieser Mangel wohl durch Anpassung an die endoparasitische Lebensweise dieser Tiere zu erklären und eine Rückbildung der differenzierten Atmungsorgane nicht unwahrscheinlich, da dieselben mit dem Aufenthalt der Pentastomen in den Geweben anderer Tiere überflüssig wurden. Die Linguatuliden, ebenso wie die atracheaten Acarinen, atmen wahrscheinlich durch die gesamte Körperfläche.

Für das Fehlen gesonderter Atmungsorgane bei den Tardigraden läßt sich vielleicht eine Erklärung in der außerordentlichen Kleinheit dieser Tiere, sowie vor allem darin finden, daß

dieselben, — wenn auch nicht in dem Maße wie die Pycnogoniden, — Wasserbewohner sind und daher luftführender Kanäle entbehren können. Daß die Macrobioten, wie GREEF (32, pag. 121) angiebt, sonnige Stellen besonders lieben, an welchen die Feuchtigkeit bald verdampft, thut dem oben Gesagten keinen Abbruch, da dieselben mit dem Austrocknen ihres Wohnortes (Moos, Sand u. s. w.) in einen starren Zustand verfallen und erst nach Zufuhr genügender Feuchtigkeit wieder aufleben. Ob den Tardigraden, wie Doyère (28, pag. 316) annimmt, ausschließlich eine Atmung durch die Haut zuzuschreiben ist, — oder ob, wie CARUS (53, pag. 143) vermutet, eine Darmatmung statthat, läßt sich zur Zeit nicht entscheiden, wenn auch einige Beobachtungen DOYÈRE's auf die letztgenannte Form der Respiration hinzuweisen scheinen. Eine Rückbildung der Atmungsorgane der Tardigraden anzunehmen, liegt immerhin im Bereiche der Möglichkeit, wenn auch zugestanden werden soll, daß bei Berücksichtigung der sonstigen Verhältnisse dieser Tiergruppe eine derartige Annahme eine rein hypothetische genannt werden muß.

Bei den Pycnogoniden glaubt HOEK (35, pag. 124), wie schon früher ZENKER (50, pag. 383), in den das Integument durchsetzenden Cavernen zum Teil der Atmung dienende Organe gefunden zu haben, zumal er in denselben oft Anhäufungen von Blutkörperchen vorfand. DOHRN dagegen (27, pag. 38) vertritt die Ansicht, daß alle diese Cavernen nur als Behälter von Hautdrüsen anzusehen sind, welche letztere mit Borstenapparaten in Verbindung stehen und eine giftige Flüssigkeit sezernieren. Beide Anschauungen lassen sich vielleicht dahin vereinen, daß ursprünglich alle diese Höhlungen die von DOHRN entdeckten Hautdrüsen bargen, daß sich aber ein Teil derselben allmählich der Atmung unterzog, indem an Stelle von Flüssigkeit Gas sezerniert wurde. Sollte sich eine derartige Auffassung, welcher auch HOEK nicht abgeneigt scheint, durch erneute Untersuchungen bewahrheiten, so fände sich hier eine interessante Übergangsstufe in der Entwicklungsreihe der Atmungsorgane der Arthropoden, welche eine neue Stütze der von MOSELEY aufgestellten Hypothese über die Entstehung der Tracheen insofern sein würde, als sie den Nachweis lieferte, daß sich wirklich Hautdrüsen zu Atmungsorganen umbilden können. Zugleich aber würde dies ein Grund mehr sein, die Pycnogoniden von den Arachniden im besondern und den Tracheaten im allgemeinen zu trennen und als einen besonderen Zweig des großen Arthropodenstammes aufzufassen, welcher sowohl mit dem Zweige

der Crustaceen wie auch der Tracheaten an seiner Ursprungsstelle zusammenhängt.

Die Atmungsorgane der Arachniden bieten, wie sich aus vorstehenden Befunden ergibt, große Verschiedenheiten dar, sowohl was ihre äußere Form anlangt, als auch was ihre Zahl und Lage betrifft. Und doch lassen sich diese verschiedenen Erscheinungsformen auf eine einzige, primitive und ursprüngliche Form zurückführen, ebenso wie sich für die wechselnde Zahl und Lage der Orificien eine Erklärung geben läßt.

Was zunächst die Form der Respirationsorgane anlangt, so finden sich, wie oben erwähnt wurde, vor allem zwei, äußerlich anscheinend sehr verschiedene Modificationen, die Röhrentracheen und die Tracheenlungen oder Fächertracheen. Die Röhrentracheen treten in drei hauptsächlichen Modifikationen auf, welche durch allmähliche Übergänge eng miteinander verknüpft sind. Bei den Solpugiden, den Cyphophthalmiden und den Phalangiden, sowie einigen Chernetiden und Acarinen (Ixodes) finden sich Röhrentracheen, welche in ihrer Gesamterscheinung denjenigen der Hexapoden gleichen, und welche sowohl bezüglich ihres anatomischen Baues wie auch betreffs ihrer feineren Struktur die am höchsten differenzierte Modifikation darbieten. Von dem Stigma, welches oft mit einem membranösen oder klappenartigen Verschuß versehen ist, entspringt ein Tracheenstamm, welcher sich im ganzen Körper baumartig verästelt, und dessen Äste mit denjenigen anderer Stämme Anastomosen bilden. Die innere Cuticula läßt einen deutlich entwickelten, oft abrollbaren Spiralfaden erkennen.

Eine zweite Modifikation der Röhrentracheen findet sich bei vielen Araneiden, den meisten Chernetiden und der Mehrzahl der tracheaten Acarinen. Ein von dem Stigma entspringender Stamm, welcher sich meist gabelig teilt, selten stärker verästelt und dann einen Übergang zu der erstgenannten Form anbahnt, giebt entweder in seinem ganzen Verlauf in unregelmäßigen Abständen oder auch nur von seinen Enden Büschel unverästelter, feiner Röhrrchen ab, welche sich durch den ganzen Körper verbreiten. Die innere Cuticula zeigt keinen deutlichen Spiralfaden entwickelt, dagegen finden sich in derselben feine Körnchen, Plättchen, Fasern, oder Stäbchen differenziert, welche nach LEUCKART (75) als Äquivalente des Spiralfadens aufzufassen sind, und welche bisweilen zu zierlichen Fasernetzen (Cheiridium) oder Ringen (einige Chernetiden; Dysdera) zusammentreten. Die Anwesenheit des Spiralfadens bedingt eine hohe Elastizität der Tracheen; und die ellip-

tisch, oft sogar bandartig abgeplattete Form der Tracheen vieler Araneiden läßt sich nach VON SIEBOLD (75, pag. 525) darauf zurückführen, daß dieselben bei der Abwesenheit des Spiralfadens dem Druck der angrenzenden Organe keinen genügenden Widerstand zu leisten im stande sind. Eine ähnliche Modifikation der Tracheen findet sich auch unter den Myriapoden bei den Juliden.

Eine dritte Form der Röhrentracheen findet sich bei einigen Chernetiden, sowie bei Gibocellum. Hier ist der eigentliche Tracheenstamm gänzlich geschwunden und die einfachen Röhren entspringen direkt von dem Stigma. Übergänge von dieser Modifikation zu der vorhergehenden finden sich bei einigen Chernetiden (*Chernes cimicoïdes*), bei welchen der Stamm der von den hinteren Stigmen entspringenden Tracheen auf eine kurze Röhre reduziert ist, welche an ihrem Ende ein Röhrenbüschel trägt.

Die Lungen, welche CUVIER zuerst bei Scorpio entdeckte, wurden von TREVIRANUS u. A. für eine Art von Kiemen gehalten und demnach gedeutet; ja NEWPORT (42, pag. 295) glaubte sogar auf den einzelnen Blättern ein feines Kapillarnetz entdeckt zu haben. Diese Auffassung der Lungen wurde durch J. MÜLLER'S Untersuchungen zum Teil richtig gestellt; doch erst LEUKCART (45) lieferte den Nachweis, daß die bis dahin für eigenartige Gebilde gehaltenen Lungen der Arachniden nur modifizierte Tracheen seien und sich ohne Schwierigkeit auf die bandartig abgeplatteten Büscheltracheen zurückführen lassen. Die durch das Stigma nach außen sich öffnende Lufthöhle repräsentiert nach LEUCKART'S Auffassung den verkürzten Tracheenstamm, und die ihr ansitzenden Fächer sind anzusehen als die von diesem Stamm ursprünglich unregelmäßig entspringenden Röhren, welche sich regelmäßig in eine Reihe angeordnet und eng aneinander gelagert haben. Auch BLANCHARD (72, pag. 346) erkannte in den Lungen und Tracheen der Arachniden morphologisch identische Gebilde und urteilte, „que le trachée n'est que le poumon qui s'allonge“, oder daß die Lunge nur eine Trachee ist, welche sich verkürzt. Für eine derartige Auffassung sprechen auch im allgemeinen die histologischen Befunde. Die Wandung der Lufthöhle ist wie diejenige des Tracheenstammes aus drei Schichten zusammengesetzt; einer chitinösen inneren Cuticula, einer zelligen Chitinogenschicht und einer zarten Cuticula externa, welche letztere sich in die unten erwähnte Umhüllungsmembran fortsetzt. Die die Wandung der Luftröhre auskleidende chitinöse Cuticula ist nach den Untersuchungen MAC LEOD'S (15, pag. 3.11) als eine Fortsetzung der

äußeren Chitinhaut zu betrachten. Nicht ganz so vollkommen übereinstimmend ist die histologische Zusammensetzung der einzelnen Lungenfächer und der Tracheenröhren. Denn, wie SCHIMKEWITSCH (18, pag. 64) ausführt, müßten die Chitinogenschichten zweier benachbarter Lungenfächer, also eines Lungenblattes, durch eine doppelte Cuticula externa getrennt sein. Diese ist jedoch nicht vorhanden und zwischen den beiden Chitinogenschichten findet sich eine Höhlung, in welche das Blut eintritt. Dagegen findet sich eine Membran, welche die die Lunge umgebende Lacune oben begrenzt und sich in die äußere Schicht der Lungenvenenwandung fortsetzt. Diese die Lunge umhüllende Membran, deren Vorhandensein allerdings von CLAPARÈDE und BERTKAU bestritten wird, ist nach SCHIMKEWITSCH als die äußere Tunica zu betrachten, welche „sich von der Lunge zurückgezogen hat und den sekundären Zweigen des Hauptstammes nicht gefolgt ist“.

Sind somit die Lungen und Röhrentracheen der Arachniden nur als Modifikationen eines und desselben Atmungsorganes zu betrachten, so drängt sich die Frage auf, welche der beiden Formen die ursprünglichere sei, ob sich die Lungen aus Röhrentracheen oder die Röhrentracheen aus Lungen entwickelt haben. RAY-LANKESTER, welcher limulidenähnliche Formen als Vorfahren der Arachniden, speziell der Scorpionideen zu erweisen bemüht ist (17, pag. 543), hat versucht, mittels geistreicher Hypothesen die Anhänge beider Gruppen auf diejenigen einer gemeinsamen Stammform zurückzuführen. Dabei hat er die Lungen der Scorpionideen den Blätterkiemen der Limuliden als homolog erachtet und auf ziemlich künstliche Weise versucht, beide Arten von Respirationsorganen von den buchähnlichen Kiemenanhängen (book-like gills) jener hypothetischen Stammform abzuleiten. Was die Kiemenanhänge der Limuliden anlangt, so scheint jene Ableitung einfach und naturgemäß; — was aber die Lungen der Scorpionideen betrifft, so scheint sie künstlich und unbegründet. Die Hauptschwierigkeit, beide Arten von Atmungsorganen, die äußeren Kiemenanhänge der Limuliden und die inneren Lungen der Scorpionideen, homolog zu erweisen, liegt darin, einen plausibeln Grund für das Einsinken jener äußeren Kiemenanhänge anzugeben. Und an diesem Hauptpunkte scheitern die diesbezüglichen Hypothesen gänzlich. Denn ganz abgesehen von jener ersten Hypothese (17, pag. 541), deren Unzulänglichkeit RAY-LANKESTER selbst zugestanden hat (77, pag. 339), scheint es doch immerhin gewagt, dieses Einsinken ursprünglich äußerer Atmungsorgane auf ein

Einwärtswachsen derselben während der Embryonalzeit zu basieren und das Einwärtswachsen selbst mit dem äußeren Druck auf die Oberfläche des wachsenden Embryonen zu begründen. Auch die diesbezüglichen Untersuchungen MAC LEOD'S (15) liefern nur den Nachweis, daß zwischen den Lungenblättern der Scorpionideen und den Kiemenblättern der Limuliden bezüglich ihres anatomischen Baues „frappante Analogien“ zu konstatieren sind, liefern aber durchaus nicht den Beweis, daß beiderlei Gebilde homolog zu erachten seien, zumal auch MAC LEOD die eventuelle Homologie nur mittels einer äußerst geschickten Hypothese zu erweisen versucht, einer Hypothese, für welche sich Gründe auch in der Entwicklungsgeschichte der Lungen keineswegs finden lassen. Diese Hypothesen dürften daher, wenn auch nicht für widerlegt, so doch für höchst unwahrscheinlich im Vergleich mit den einfachen Ausführungen LEUKCARTS angesehen werden und nur dem Bemühen zuzuschreiben sein, die Kluft zwischen Limuliden und Arachniden bezüglich der Atmungsorgane zu überbrücken. Kann nun von dieser Auffassung der Lungen um so mehr abgesehen werden, als dann das Auftreten thorakaler Stigmen und Tracheen nur als eine schwer erklärliche Neubildung angesehen werden muß, so müssen doch noch die Gründe einer Erörterung unterzogen werden, welche BERTKAU und SCHIMKEWITSCH anführen, um zu erweisen, daß die Lungen als die ursprünglichen Atmungsorgane der Arachniden anzusehen seien. BERTKAU, welcher bei Gelegenheit der Besprechung der Araneiden die Frage diskutiert, welches die älteren Formen dieser Gruppe seien, die vierlungigen oder die zweilungigen, — eine Frage, welche sich mit der oben angeregten fast deckt, — kommt zu dem Schluß, daß die vierlungige Form die stammesgeschichtlich ältere sei. Und zwar glaubt er in dem komplizierteren Kopulationsapparat der lebenden zweilungigen Araneiden einen wichtigen Beweis für ihr späteres Auftreten zu erkennen, ebenso wie in dem Umstand, daß bei der Mehrzahl der zweilungigen Formen das zweite Stigmenpaar zu einer Spalte verschmolzen ist, und endlich darin, daß die älteste, bekannte, fossile Araneidenform den Vierlungern zuzurechnen sei. Was den ersten Punkt anlangt, so ist das Kopulationsorgan der Araneiden eine dieser Gruppe eigentümliche, durch Anpassung erworbene Einrichtung und, wie sich vermuten läßt, sehr anpassungsfähig, so daß dessen mehr oder weniger komplizierter Bau bei den recenten Araneiden nur ein sehr unwesentliches Moment für die Entscheidung einer Frage sein kann, welche für die gesamte Abteilung der Arachniden

von fundamentaler Bedeutung ist. Daß ferner bei der Mehrzahl der zweilungigen Araneiden das zweite Stigmenpaar verschmilzt, kann doch nur als Grund dafür angezogen werden, daß sich mehrere divergente Zweige in dieser Gruppe entwickelt haben, zumal ja auch noch zweilungige Formen vorhanden sind, deren zweites Stigmenpaar getrennt ist. Ob endlich auf den Umstand, daß die älteste bekannte Araneidenform den Territelarien angehört, so viel Gewicht gelegt werden darf, muß billig bezweifelt werden, wenn bedacht wird, daß die die Araneiden und Arachniden überhaupt betreffenden paläontologischen Funde äußerst spärliche genannt werden müssen. SCHIMKEWITSCH (18, pag. 67), welcher auf Grund der Segmentierung und Gliederung die Scorpionideen für primitivere Formen als die Araneiden, die letzteren dagegen für ursprünglichere Formen als die Opilioniden und Acarinen hält, glaubt daraus schließen zu müssen, daß auch die Lungen ursprünglicher als die Röhrentracheen seien, weil nämlich die Scorpionideen nur Lungen, die Opilioniden und Acarinen nur Tracheen, die Araneiden aber Lungen und Tracheen besitzen; — eine Schlußfolgerung, welche sich schon um deswillen angreifen läßt, weil die Solpugiden, welche doch bezüglich der Gliederung der Kopfbrust gewiß ein sehr primitives Verhalten darbieten, gänzlich außer Acht gelassen sind. Außerdem aber betrachtet SCHIMKEWITSCH die Lungen als Modifikationen der Büscheltracheen (*trachées en faisceaux*) und nimmt als sehr wahrscheinlich an, daß die Vorfahren der Arachniden und der anderen tracheaten Arthropoden diese Büscheltracheen besessen haben. Mit anderen Worten: er leitet die Lungen der Arachniden von Röhrentracheen ab und führt die Röhrentracheen der Arachniden auf die Lungen zurück; läßt also damit indirekt zu, daß die Röhrentracheen die ursprünglichere Form auch für die Arachniden seien. Auch MAC LEOD (15) findet, daß die Tracheen der Araneiden sich auf die Lungen derselben zurückführen lassen, deren letzte stark entwickelte Spalte sie repräsentieren. MAC LEOD geht jedoch dabei von der Hypothese aus, daß die Lungen sich aus kiemenähnlichen Anhängen entwickelt haben. Wenn nun nach den obigen Ausführungen die Unzulänglichkeit dieser Hypothese angenommen werden kann, läßt sich MAC LEOD'S Satz ebensowohl umkehren und lassen sich damit die Lungen auf Röhrentracheen zurückführen.

Die Atmungsorgane der Arachniden können also demnach nicht als umgewandelte Kiemen, sondern nur als Modifikationen

der bei den Peripatiden, Myriapoden und Hexapoden auftretenden Respirationsorgane angesehen werden, wie schon HAECKEL in seiner generellen Morphologie ausgeführt hat. Als die primitivsten Formen der Tracheen sind unstreitig diejenigen der Peripatiden zu betrachten, welche auf der ganzen Körperoberfläche zerstreut ausmünden. Aus diesen würden Tracheen abzuleiten sein, welche metamer mit je einem Stigmenpaar ausmünden und verschieden hoch differenziert sein können. Bei den Juliden (Myriapoden) finden sich Tracheen, welche den oben erwähnten Büscheltracheen zu vergleichen sind, einer Modifikation, welche bezüglich ihrer Differenzierung eine noch verhältnismäßig niedrigere Stufe einnimmt. Diese Büscheltracheen nun sind es, welche auch den Vorfahren der Arachniden zuzuschreiben sein dürften. Aus diesen Büscheltracheen entwickelten sich einerseits die baumartig verästelten und hoch differenzierten Tracheen der Solpugiden, vieler Chernetiden und Phalangiden, — durch Anpassung an eine lebhaftere Lebensweise und in Korrelation mit der durch Verschmelzung der Segmente und Kontraktion des Hinterleibes eintretenden Verminderung der Stigmenpaare; — andererseits gingen aus ihnen die mannigfachen Komplikationen der Röhrentracheen, welche sich bei vielen Araneiden, Chernetiden und Acarinen finden, sowie die Lungen der Scorpionideen, Pedipalpen und Araneiden hervor, indem entweder mit der Verkürzung des Hinterleibes und der Verschmelzung der Abdominalsegmente eine Rückbildung der Tracheen eintrat (Araneiden z. T., Acarinen u. s. w.), oder indem mit der starken Ausbildung des äußeren Skelettes eine strenge Lokalisation der Atmungsfunktion Hand in Hand ging (Scorpionideen u. a.). Die einfachen, von einer siebförmig durchlöcherten Stigmenplatte entspringenden Röhrenbündel sind, wie schon oben angeführt wurde, als Röhrentracheen aufzufassen, deren Hauptstamm rückgebildet ist; dieselben finden sich daher auch nur bei Formen, deren Hinterleib eine starke Zusammenziehung erkennen läßt und, sofern ein zweites Stigmenpaar vorhanden ist, stets von diesem ausgehend.

Bevor die wechselnde Zahl der Stigmenpaare zum Gegenstand einer Erörterung gemacht wird, dürfte es angebracht sein, der verschiedenen Hauptansichten über die Ableitung und Entstehung der Tracheen Erwähnung zu thun. Während RAY-LANKESTER die Lungen und damit auch die Tracheen aus Blutgefäßen abgeleitet wissen will (17, pag. 610), glaubt SEMPER dagegen in den Segmentalorganen der Anneliden die Homologa der Tracheen

gefunden zu haben. MOSELEY (41) endlich hat auf Grund seiner Untersuchungen an Peripatus die Vermutung ausgesprochen, daß die Tracheen aus Hautdrüsen entstanden seien, welche ursprünglich über die ganze Körperoberfläche zerstreut lagen; eine Vermutung, welche sich mehr und mehr Boden erobert hat. Doch, für welche dieser Hypothesen man sich auch entscheiden mag, immer wird man gezwungen sein anzunehmen, daß einst eine tracheate Arthropodenform existierte, welche je ein Stigmen- und Tracheenpaar für jedes Segment besaß, welche Verhältnisse nach HARTSCHECK (34) noch vorübergehend bei den Lepidopteren auftreten. Durch die heteronome Ausbildung der ursprünglich gleichartigen Segmente und durch die Verschmelzung mehrerer Segmente zu größeren Körperabschnitten wurde die Zahl der Stigmenpaare verringert. Wie nun die Vergleichung des äußeren Skelettes ergeben hat, haben die Solpugiden eine primitivere Gliederung der Kopfbrust, die Scorpionideen dagegen eine ursprünglichere Segmentierung des Abdomens bewahrt. Daraus läßt sich der Schluß ziehen, daß auch die Solpugiden ein ursprünglicheres Verhalten der thorakalen Stigmen, die Scorpionideen dagegen eine primitivere Zahl abdominaler Stigmenpaare aufweisen müssen. Dieser rein theoretische Schluß wird nun durch die tatsächlichen Befunde bestätigt, denn die Solpugiden sind die einzigen Arachniden, welche überhaupt thorokale Stigmen aufzuweisen haben. Mit der allmählichen Verschmelzung der cephalothorakalen Segmente zu einer kompakten Kopfbrust wurden auch die thorakalen Segmente rückgebildet, und die Zahl der abdominalen Stigmenpaare wurde im Anschluß an die weniger bedeutende Längenentwicklung des Hinterleibes (Pedipalpen), wie namentlich infolge der Verminderung der Hinterleibssegmente und der allmählichen Verschmelzung derselben unter sich wie mit dem Cephalothorax reduziert. So erhielten sich bei den Galeodiden, Chernetiden, Cyphophthalmiden (Gibboellum) und Araneiden zwei Paar abdominaler Stigmen, während den Phalangiden und Acarinen, deren Körper die stärkste Konzentration und die geringste Gliederung aufweist, nur ein Paar derselben verblieben ist. Die gänzliche Rückbildung der Stigmen und Tracheen bei vielen Acarinen, sowie den Linguatuliden ist durch Anpassung an die streng parasitische Lebensweise zu erklären. Während auch bei den Tardigraden eine Rückbildung ursprünglich gesonderter Atmungsorgane nicht ausgeschlossen scheint, läßt der Mangel prägnant differenzierter Respirationsorgane bei den Pycnogoniden auf einen ursprünglichen Zustand schließen.

Die Frage, welche von den Stigmenpaaren in den verschiedenen Gruppen homolog, d. h. als auf gleichen Segmenten liegend zu betrachten sind, wird sich erst genügend beantworten lassen, wenn die erste Anlage der Stigmen am Embryo gründlich und in allen Gruppen untersucht sein wird, da sehr wohl anzunehmen ist, daß mit der Verschmelzung der Abdominalsegmente oft zugleich eine Verschiebung der Stigmen nach der einen oder der anderen Richtung stattgehabt hat, wie sich aus der abweichenden Lage der Genitalspalte (Phalangiden), oder des Afters (Araneiden), oder endlich der Einlenkungsstelle der sechsten Extremität (Acarinen) entnehmen läßt. Das Stigmenpaar, welches sich bei den Solpugiden, Chernetiden, Cyphophthalmiden (Gibocellum) und Pedipalpen auf dem Ventralteil des neunten Körpersegmentes findet, scheint homolog zu sein, wie auch anzunehmen ist, daß dasselbe dem ersten Stigmenpaar der Araneiden, wie dem einzigen Stigmenpaar der Phalangiden und der Acarinen gleichwertig zu erachten ist; eine Annahme, für welche die Lage dieser Stigmen an der Basis des verschmolzenen Abdomens spricht. Daß dieses Stigmenpaar den Scorpionideen fehlt, dürfte seinen Grund darin finden, daß der Ventralteil des neunten Körpersegmentes die kammförmigen Anhänge trägt. Auch das auf dem zehnten Körpersegment gelegene Stigmenpaar der Scorpionideen, Pedipalpen, Solpugiden, Chernetiden, Cyphophthalmiden (Gibocellum), und das zweite Stigmenpaar der Araneiden, welches ursprünglich dicht hinter dem ersten gelegen ist, dürften als homologe zu betrachten sein.

Was endlich die Lage der Stigmen betrifft, so ist nach den obigen Erörterungen anzunehmen, daß bei einer den Arachniden nahe stehenden älteren Form dieselben zu je zweien seitlich symmetrisch auf dem ventralen Teile der bezüglichen Segmente lagen. Eine mediane Lage ist auf eine Verlagerung der Stigmen, welche sich bis zu einer Verschmelzung steigern kann, zurückzuführen, die dorsale Lage der Stigmen vieler Acarinen dagegen als eine sekundär erworbene aufzufassen.

Wenn einerseits mit einer Verminderung der Hinterleibssegmente und der Verschmelzung der Kopfbrustsegmente auch eine Verminderung der Stigmenpaare Hand in Hand ging, so hatte andererseits zuweilen zugleich eine höhere Differenzierung der von den restierenden Stigmen entspringenden Tracheen statt. Durch Anpassung an eine lebhaftere, raubende Lebensweise läßt sich die ungemein hohe Differenzierung der Tracheen der Solpugiden erklären; und die mächtige Entwicklung des einzigen, restierenden

Tracheenpaares der Phalangiden ist auf dieselben Gründe zu basieren, wie schon TULK (49, pag. 330) aussprach: „the direct relation which exists between the development of the respiratory functions and the activity of an animal may be well illustrated in the case of the harvest spider“.

Litteratur.

72. BLANCHARD, E.: „De l'appareil circulatoire ect“. Ann. d. Sc. Nat. (3) XII. Paris 1849.
 73. BERTKAU, Th.: „Über die Respirationsorgane der Arachniden“. Arch. f. Naturgesch. 38. J. 1872.
 74. KRAMEB, P.: „Grundzüge zur Systematik der Milben“. Arch. f. Naturgesch. 43. J. 1877.
 75. LEUCKART, K.: „Über Bau und Bedeutung der sog. Lungen“. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie I. 1849.
 76. MENGE, A.: „Die Scheerenspinnen“. Schriften d. naturf. Gesellsch. zu Danzig. 1855.
 77. RAY-LANKESTER, E.: „A new Hypothesis as to the Relationship of the Lungbooks of ect“. Quart Journ. of Micr. Science. N. 48. London 1885.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [NF_13](#)

Autor(en)/Author(s): Weissenborn Bernhard

Artikel/Article: [Beiträge zur Phylogenie der Arachniden. 33-119](#)