

Beiträge zur Phylogenie der Arachniden.

Über die Stellung der Acarinen. Die sog. Malpighi'schen Gefäße und die Atmungsorgane der Arachniden.

Von

Julius Wagner.

(Aus dem Zootomischen Laboratorium der Kaiserlichen Universität zu St. Petersburg.)

Die MALPIGHI'schen Gefäße und die Atmungsorgane der Arachniden haben die Aufmerksamkeit sämtlicher Beobachter, die sich mit dem Verhältnis der Arachniden zu den übrigen Gruppen der Arthropoden beschäftigten, in Anspruch genommen. Aus diesem Grunde habe ich beim Studium der Entwicklung von *Ixodes* auf die Entwicklung der MALPIGHI'schen Gefäße meine besondere Aufmerksamkeit gewandt und bin zu der Überzeugung gekommen, daß sie bei den Acarinen, wie ich das in meiner russischen Arbeit dargelegt habe (Nr. 66, p. 89), entschieden endodermalen Ursprungs sind und erst sekundär mit dem Rectum verschmelzen.

Ebenso unterwarf ich die Entwicklung der Tracheen einer genauen Untersuchung und kann jetzt behaupten, daß bei *Ixodes* in keinem Stadium der embryonalen Entwicklung eine Bildung zu finden ist, welche man für die Anlage dieser Atmungsorgane halten kann, und daß in Wirklichkeit die Acarinenlarven keine Tracheen haben. Wenn man an der bekannten Ansicht über das Verhältnis der Arachniden zu *Limulus* festhält, so muß man unbedingt zugeben, daß der gemeinsame Stammvater der Arachni-

den keine Tracheen, deren Stigmen sich auf dem Cephalothorax befanden, hatte, und man kann deshalb glauben, daß die Larven der Acarinen in dieser Beziehung den Stammformen näher stehen als die erwachsenen Tiere. Es giebt jedoch, wie bekannt, eine ganze Reihe von Formen, welche auch im ausgewachsenen Zustande keine Tracheen besitzen (*Acara atracheata* VON KRAMER, Nr. 37, p. 218); doch kann man diese Formen nicht für die ursprünglicheren halten, weil die Mehrzahl der hierher gehörigen (die Familie der Tyroglyphidae ausgenommen) Parasiten sind. In der That hat der Parasitismus vor allem auf die Körpergröße der Acarinen eingewirkt: alle *Acarina atracheata* sind sehr klein und werden nur ausnahmsweise 1 mm groß ¹⁾. Die unbedeutende Größe dieser Acarinen veranlaßte aller Wahrscheinlichkeit nach das Fehlen der Tracheen. Bei den Acarinenlarven finden sich dieselben Bedingungen, und man ist versucht, vorauszusetzen, daß bei den Acarinen die Bildung der Tracheen cänogenetisch in die postembryonale Periode versetzt worden ist, während ursprünglich die Acarinen auch im ersten Larvenstadium Tracheen besaßen. In Anbetracht noch anderer Hinweise auf den sekundären Charakter der Acarinenlarven scheint mir eine solche Voraussetzung glaubwürdiger als die erstere.

Wenn man auf die Verwandtschaft zwischen den Arachniden und *Limulus* hindeuten will, geht man unter anderem von dem Vergleich der Lungen des Skorpions und der Kiemenfüße des *Limulus* aus und gründet seine Ansicht auf Beobachtungen über die Entwicklung der Lungen des Skorpions und der Araneen; die große Ähnlichkeit im Bau der Kiemen des *Limulus* und der Lungen des Skorpions ist von MAC-LEOD (Nr. 42b) bewiesen worden, auf die Verschiedenheit in der Entwicklung der Araneenlungen und der typischen Tracheen hat BERTEAUX (Nr. 8) hingedeutet. Durch eine weitere Modifikation der Lungensäcke entstehen bei den Araneen die Tracheen. Während eine solche Erklärung der Entstehung der Tracheen für gewisse Arachnidenordnungen zutreffend ist, ist das bei den Tracheen der Acarinen (teilweise auch der Solifugen), deren Stigmen sich am Cephalothorax befinden, nicht der Fall (die Lage der Stigmen ist bei den

1) Eine interessante Ausnahme bildet z. B. *Tyroglyphus mycophagus* MÉG., dessen Weibchen nach MÉGNIN 1—1,25 mm groß werden, nach MONIEZ (Nr. 47, p. 590—591) aber unter günstigen Lebensverhältnissen eine Größe von über 2 mm erreichen und dann die Fähigkeit besitzen, lebendige Junge zu gebären.

Ixodiden ziemlich schwer zu bestimmen; doch halte ich es für glaubwürdig, daß diese Familie keine Ausnahme von der allgemeinen Regel bildet). Die Tracheen der Acarinen haben sich freilich nicht durch die Metamorphose irgend welcher Extremitäten entwickelt, doch drängt sich bei Betrachtungen über die Entstehung derselben vor allem die Frage auf, ob die cephalothorakalen Tracheen dem gemeinsamen Stammvater der Arachniden eigen waren, oder ob sie sich selbständig in der Klasse der Arachniden entwickelt haben? Die Lösung der Frage ist vom theoretischen Standpunkte höchst interessant, da der Umstand, daß die Tracheen, wenn auch nur bei einem Teil der Arachniden, in einigen Segmenten selbständig entstehen und nicht vom gemeinsamen Stammvater der ganzen Klasse ererbt worden sind, ein wichtiges, wenn auch negatives Argument gegen die Zusammenstellung der Arachniden mit den übrigen Tracheaten bildet. Denn hiermit wäre zugestanden worden, daß ein charakteristisches Merkmal sämtlicher Tracheata, welches nach KENNEL (Nr. 24) genügend ist, um die gemeinsame Abstammung irgendwelcher zwei Arthropodengruppen zu beweisen, selbständig entstehen kann. Meiner Meinung nach können wir bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse über die Entwicklung der Arachniden und über den Bau der einfachsten derselben auf diese Frage ziemlich bestimmt antworten: der Stammvater der Arachniden hatte keine Tracheen am Cephalothorax. Sämtliche Fakta sprechen dafür, daß der Skorpion die älteste, den Ahnen der Arachniden am nächsten stehende Form ist, und dennoch finden wir weder in seinem Bau noch in seiner Ontogenese den geringsten Hinweis darauf, daß er je Tracheen, welche am Cephalothorax einmündeten, gehabt hätte. Zweitens finden wir bei der etwas abweichenden Ordnung, den Solifugen, cephalothorakale Stigmen, obgleich sich hier auch noch abdominale finden; drittens haben die vom Urtypus in ihrer Organisation am weitesten abweichenden Acarinen schon gar keine abdominalen Stigmen mehr. Hieraus kann man zwei Schlüsse ziehen: 1) Die röhrenförmigen Tracheen der Arachniden, deren Stigmen sich am Cephalothorax befinden, sind den Tracheen der übrigen Tracheata nicht direkt homolog, da sie sich nach der Abzweigung der Arachniden entwickelt haben; 2) das Auftreten der Stigmen am Cephalothorax hängt mit dem Verschwinden derselben am Abdomen zusammen. Dieses letztere läßt sich vielleicht durch die bedeutende Entwicklung der Muskeln im Cephalothorax dieser Formen erklären: einerseits

findet bei erhöhter Muskelthätigkeit eine bedeutende Zerstörung organischer Substanz statt, andererseits fördert die Muskelkontraktion die Luftventilation in den Tracheen (vgl. KENNEL, Nr. 24, p. 30, über die Bedeutung der Lage der Stigmen neben den Extremitäten); außerdem hat die relativ schwache Entwicklung des Abdomens, welches bei den Acarinen stark reduziert ist, das Verschwinden der Stigmen an demselben zur Folge gehabt; die Lage der Stigmen läßt sich durch den Charakter oder den Grad der Entwicklung der entsprechenden Körpersegmente erklären.

Wenn die cephalothorakalen Tracheen bei schon ziemlich entwickelten Arthropoden, den Arachniden, aufgetreten sind, so entsteht die zweite Frage: aus welchen Organen und auf welche Weise konnten sie sich entwickeln? KENNEL meint (Nr. 25 und 24, p. 25), daß die Tracheen von *Peripatus* und also auch der höheren Tracheata von einzelligen (Schleim absondernden) Hautdrüsen annellidenförmiger Ahnen des *Peripatus* abgeleitet werden können; diese Ansicht ist bereits von MOSELEY (Nr. 49) geäußert worden und harmoniert sowohl mit dem Umstand, daß die Stigmen bei *Peripatus Edwardsii* BLANCH. über den ganzen Körper zerstreut sind, als auch mit dem Bau der Tracheen der Onychophora und wird deshalb in letzter Zeit allgemein anerkannt (vgl. das Lehrbuch von LANG, Nr. 38, p. 451). Auf eben dieselbe Weise können wir uns die Entstehung der Tracheen am Cephalothorax der Arachniden erklären: sie entwickeln sich gleichfalls aus einzelligen Hautdrüsen, welche von denselben annellidenartigen Ahnen sämtlicher Tracheata ererbt worden sind, was die scheinbare Ähnlichkeit in der Struktur der Tracheen der Arachniden und der übrigen Tracheata erklärt. Wir finden auch gegenwärtig noch bei den im Wasser lebenden Arachniden eine große Anzahl hypodermaler Drüsen, welche gewöhnlich in Poren an der Basis der Borsten münden; diese Drüsen sind bei den Wassermilben entwickelt und wurden von den früheren Beobachtern (DUJARDIN) für Säckchen, welche zur Atmung dienen, gehalten. Ungefähr dieselbe Ansicht ist, wie CRONEBERG (Nr. 11, p. 8) angiebt, von CLAUS in seinem Lehrbuch geäußert worden, vielleicht hat gerade dieser letzte Umstand die Äußerung von LANG (Nr. 38, p. 550), daß „man bei einigen Acarinen mit Öffnungen der äußeren Chitinhaut in Verbindung stehende kurze Röhren oder Taschen als Rudimente von Tracheen gedeutet hat“, hervorgerufen. Der Drüsencharakter dieser Gebilde unterliegt nach den Arbeiten und Hinweisen von CLAPARÈDE (Nr. 10, p. 463), CRONEBERG (Nr. 11,

p. 8), KOENIKE (Nr. 30, p. 357), SCHAUB (Nr. 56, p. 110—111) und Anderen keinem Zweifel. Die Bestimmung dieser Drüsen besteht nach der Mehrzahl der Angaben darin, daß sie durch ihr Sekret die Haut der Wassermilben beim Verlassen des Wassers vor dem Austrocknen schützen (vgl. die Funktion der „Öldrüsen“ der Käsemilben nach NALEPA, Nr. 50, p. 205). Bei Eylaïs besteht nach CRONEBERG der Ausführungsgang der Drüsen aus zwei Abschnitten: einem peripherischen, stärker chitinierten und einem schmäleren und blasserem inneren, welchen CRONEBERG „inmitten der ihn umgebenden Tracheen und hypodermalen Zellen niemals bis zu Ende zu verfolgen vermochte“. Bei dieser Beschreibung drängt sich unwillkürlich der Vergleich mit der von KENNEL gegebenen Beschreibung der Tracheen bei *Peripatus* auf: die Wände des Tracheenstammes sind mit einer deutlich wahrnehmbaren Chitinschicht ausgekleidet, die Wandungen der eigentlichen Tracheenröhrchen aber sind sehr zart, inmitten der sie umgebenden Gewebe kaum zu unterscheiden und aller Wahrscheinlichkeit nach nicht aus Chitin bestehend, da sie in kalter Kalilauge leicht löslich sind. Es kann noch darauf hingewiesen werden, daß nach CRONEBERG (l. c.) der Ausführungsgang der Hautdrüsen von Eylaïs und anderen Hydrachniden, welche sich am Cephalothorax „vor und hinter dem ersten Gliede des vierten Beinpaares befinden, in der That ein wenig an den Tracheenstamm erinnern“, nach FÜRSTENBERG (Nr. 16, p. 192) aber die „Öldrüsen“, welche zweifellos Homologa der Hautdrüsen der Wassermilben und anderer Milben sind, sich mit Luft anfüllen können. Die Hautdrüsen der Milben sind selbstverständlich sekundäre Bildungen, und nicht von ihnen ist die Entwicklung der uns interessierenden Tracheen der Arachniden ausgegangen, doch ist es ganz natürlich, nach Analogie mit den Acarinen vorauszusetzen, daß auch die im Wasser lebenden Ahnen der Arachniden, nachdem sie bereits mit einer festen Chitinhülle versehen waren, ebensolche zahlreiche Hautdrüsen besaßen. Eine solche, meiner Ansicht nach schon an und für sich wahrscheinliche Annahme wird sowohl durch den Vergleich mit den Hautdrüsen der Pantopoden, als auch teilweise durch paläontologische Data bestärkt. Wie bekannt, münden an der Körperoberfläche der Pantopoden zahlreiche Hautdrüsen, deren Sekret den ganzen Körper des Tieres mit einer klebrigen Schicht umhüllen; bei bedeutender Entwicklung der Chitinhülle sind die Hautdrüsen in besondere Hohlräume (Kavernen) innerhalb derselben eingeschlossen. In diesen Hohlräumen, welche in „Poren“

an der Körperoberfläche münden, wollten ZENKER (Nr. 69, p. 383) und nach ihm HOEK (Nr. 21, p. 124) einen besonderen, zum Atmen dienenden Apparat sehen; doch haben die Untersuchungen von DOHRN (Nr. 13) bewiesen, daß sie nur Behälter der Drüsen sind. Eine solche Meinungsverschiedenheit bewog WEISSENBORN (Nr. 67, p. 110), zu äußern, „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 secerniert wurde“; hierin sieht der genannte Autor einen Beweis dafür, daß sich die Hautdrüsen in Atmungsorgane verwandeln können ¹⁾.

Die Paläontologie zeigt, daß die Gigantotraca, welche den Stammformen der Arachniden sehr nahe stehen, in den untersten Schichten des silurischen Systems in typischen Meerablagerungen, in der oberen Schicht bereits in Gemeinschaft mit Phyllocardien, Ostracoden und Ganoidfischen, in den produktiven Schichten der Steinkohlenformation endlich zwischen Überresten von Landpflanzen, zusammen mit Überresten von Skorpionen, Insekten, Fischen und Süßwasseramphibien vorkommen. „Man darf darum annehmen“, bemerkt ZITTEL (Nr. 70, p. 647), „daß sie anfänglich im Meer, später in brackischem, vielleicht sogar in süßem Wasser lebten.“ KORSCHOLT und HEIDER halten es daher für möglich (Nr. 31, p. 533), daß sich die Gigantotraca nicht nur dem Leben im Süßwasser, sondern auch dem Landleben anpaßten. Im Hinblick auf diese paläontologischen Data finde ich, um die Entwicklung zweier ihrem Ursprunge nach verschiedener Atmungsorgane der Arachniden zu erklären, die Voraussetzung sehr begreiflich, daß einige der Arachnidenstammformen, welche überhaupt den Gigantotraken nahe verwandt waren, eine bestimmte Jahreszeit oder ein bestimmtes Stadium ihrer postembryonalen Entwicklung außer dem Wasser zubrachten; diese Formen besaßen von außen vollständig gedeckte Kiemen an mehreren vorderen Abdomensegmenten (wie die Gigantotraca) und zahlreiche Hautdrüsen, deren ziemlich lange Ausführungsgänge sich nach dem Verlassen des Wassers allmählich mit Luft füllten und so zeitweilig als Orte des Gaswechsels im Blute dienten.

1) Mir scheint es deshalb sonderbar, daß WEISSENBORN, indem er auf die von RAY-LANKASTER und MAC-LEOD ausgesprochene Theorie der Verwandlung der Kiemen des *Limulus* in die Lungen des Skorpions entgegnet, sagt, daß bei der Annahme einer solchen Verwandlung „das Auftreten der thorakalen Stigmen und Tracheen nur als schwer erklärbare Neubildung angesehen werden muß“.

Die Hautdrüsen der Arachniden konnten sich nach der Verwandlung ihrer Funktion in die respiratorische ganz auf dieselbe Weise weiterentwickeln, wie die Tracheen der übrigen Tracheata, da sowohl die Tracheen von *Peripatus*, als auch die Hautdrüsen, also auch die primitiven Tracheen der Arachniden sich aus denselben (Schleim absondernden) Hautdrüsen der annelidenartigen Ahnen sämtlicher Arthropoden entwickelt haben. Aus diesen Formen sind die Acarinen, Solifugen und wahrscheinlich auch einige andere Ordnungen der Arachniden entstanden. Ihre büschelförmig gelagerten ¹⁾ Urtracheen waren gleichfalls über den ganzen Körper verstreut, wie bei *Peripatus Edwardsii* BLANCH.; erst bei der weiteren Entwicklung blieben, aus Gründen, welche von KENNEL genau angeführt sind, von den zahlreichen Büscheln nur diejenigen übrig, welche in unmittelbarer Nähe der Extremitäten gelagert waren.

Wir finden also bei den Arachniden zwei vollständig verschiedene Bildungen: 1) die Lungsäcke des Skorpions und der Araneen, 2) die Tracheen der Acarinen (teilweise auch der Solifugen). Die Atmungsorgane der übrigen Arachnidengruppen müssen entweder der ersten, oder der zweiten Art homolog sein. Und in diesem Sinne ist die Lösung der Frage über die Homologie der abdominalen Tracheen der Solifugen besonders interessant; wenn sie sich nämlich mit den Lungen der Skorpione vergleichen lassen, so bestätigt sich die geäußerte Ansicht, daß die gemeinsame Stammform der Acarinen und wahrscheinlich auch einiger anderen Ordnungen der Arachniden zugleich Lungen (resp. Kiemen) am Abdomen, als auch über den ganzen Körper verstreute Urtracheen besaß. Sind andererseits die abdominalen Tracheen der Solifugen ebenso aus Hautdrüsen entstanden, wie die Tracheen der Acarinen, so ist wohl die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß die Stammformen zweierlei Atmungsorgane besaßen, aber man könnte dann voraussetzen, daß auch bei einigen anderen Arachniden (z. B. bei den Phalangiden und Pseudoskorpionen) die abdominalen Tracheen den Lungsäcken der Skorpione nicht homolog sind. Die Lösung der Frage wird durch eine genaue und vergleichende Untersuchung der Entwicklung

1) Ich möchte hier darauf hinweisen, daß die rosettenförmige Lagerung der Hautdrüsen bei *Atax* längst von CLAPARÈDE (l. c.) beschrieben worden ist; jede Gruppe dieser einzelligen Drüsen hat einen gemeinsamen Ausführungsgang, der in eine stigmenartige Öffnung mündet.

der abdominalen und der thorakalen Tracheen der Solifugen möglich.

Wie diese Lösung auch ausfallen sollte, so kann man auf Grund der geäußerten Betrachtungen annehmen, daß die Arachniden sich früh in zwei Zweige geteilt haben: bei den Einen haben sich die Tracheen sehr stark entwickelt, wobei die Lungensäcke (die modifizierten Kiemen) entweder teilweise bestehen blieben oder ganz verschwanden, bei den Anderen verkümmerten die in Tracheen verwandelten Hautdrüsen ganz und gar, dafür aber entwickelten sich die Lungensäcke sehr stark (vergl. die Einteilung auf Grund der Differenzierung des Abdomens in zwei Abschnitte Nr. 66, pag. 157).

Da die Rede von den Tracheen der Acarinen ist, so ist es hier angebracht, von dem provisorischen Organe der im Wasser lebenden und einiger Landmilben, welches von HENKING (Nr. 20) als „Urtrachee“, von KRAMER (Nr. 36) aber als „Suspensionsapparat“ für die Embryonen betrachtet wird, zu reden. Die Ansicht von HENKING scheint mir unbegründet, da er eine eigentliche Trachee, welche von dem erwähnten Organ aus sich in den Körper hinein vertiefte, nicht gesehen hat. Dieses paarige Embryonalorgan, welches zu beobachten mir bei *Ixodes*, anderen Beobachtern bei vielen anderen Formen nicht gelang, verdient besondere Aufmerksamkeit, da es sowohl seiner Lage nach, in der Nähe eines der vorderen thorakalen Beinpaare zu beiden Seiten des Körpers, als auch seiner Form nach, mit schmaler Basis und aufgetriebener Spitze, an das Embryonalorgan, welches VEJDOVSKY (Nr. 65) vor kurzem bei *Chermes* beschrieben hat, erinnert. Der Autor meint, daß man dieses Organ, welches weder von METSCHNIKOW (Nr. 44), noch von BARROIS (Nr. 2) bei *Chelifer* bemerkt wurde, nach dem Vergleich mit *Cyphophthalmus duricornis* JOSEPH (Nr. 22) mit rudimentären Stielaugen vergleichen könne (l. c. pag. 130); diese Annahme ist meiner Meinung nach wenig begründet, da der Bau des Organs wenig an den eines Auges erinnert, und außerdem konnten die Stielaugen des *Cyphophthalmus*, einer von den Pseudoscorpioninen weit abstehenden und jedenfalls schlecht studierten Form, oder richtiger die an seitlichen Fortsätzen des Körpers sitzenden Augen, als ein sekundäres Merkmal, in der Art entstehen, wie z. B. die Stielaugen einiger Ephemeriden unter den Insekten entstanden sind.

Ebenso ist ein Vergleich mit den Seitenorganen der Solifugen

(CRONEBERG, Nr. 12), vielleicht auch mit den Seitenorganen der Phalangiden (FAUSSEK, Nr. 14) und endlich mit den bei den Telyphonen und bei *Phrynus* an der Basis des zweiten Beinpaars gelegenen provisorischen Organen (STRÜBELL, Nr. 63) möglich.

Ehe ich die Ansichten derjenigen Gelehrten, welche die Tracheaten von einer Stammform ableiten wollen, anführe, möchte ich mich noch zu den sogenannten MALPIGHI'schen Gefäßen wenden. Indem man die Homologie dieser Organe bei sämtlichen Tracheata anerkennt, nimmt man an, daß ihre Entstehung und auch ihre Funktion gleich ist; ihre Bedeutung liegt hauptsächlich darin, daß sie bei allen vollkommen entwickelten Tracheata vorhanden sind, bei den Branchiata aber fehlen. So ist wenigstens die Ansicht, welche in den Lehrbüchern von LANG und von KENNEL vertreten wird.

Was ihren Ursprung anbetrifft, so entwickeln sie sich nach meinen Beobachtungen bei *Ixodes* (und wahrscheinlich überhaupt bei den Acarinen) aus dem Endoderm. Ich kann mich über die Rectalblase, mit der beide Drüsen später in Verbindung treten, nicht ganz bestimmt äußern, doch die Entstehung der Drüsen selbst ist ganz zweifellos, wie ich das durch Zeichnungen in meiner russischen Arbeit deutlich bewiesen habe (Nr. 66, Fig. 52 u. a.). Über die Entwicklung der (MALPIGHI'schen) Exkretionsgefäße bei den anderen Arachniden besitzen wir nur Beobachtungen an Skorpionen und an Araneen. Zuerst haben KOWALEWSKY und SCHULGIN (Nr. 35, p. 46) bei *Androctonus ornatus* gezeigt, daß der Enddarm sich nur auf die Länge des vorletzten Schwanzgliedes einstülpt, darauf hat LAURIE bei *Euscorpius italicus* (Nr. 39, p. 128) die Entstehung der MALPIGHI'schen Gefäße als Auswüchse des Mitteldarms zu einer Zeit, wo der Enddarm noch ganz kompakt war, beschrieben; diese zwei Arbeiten ergänzen einander, und da der Enddarm des Skorpions sehr kurz und in den ersten Entwicklungsstadien vom Mitteldarm deutlich abgegrenzt ist, so wird, wie mir scheint, durch diese Arbeiten der endodermale Ursprung der Exkretionsorgane mit genügender Deutlichkeit bewiesen.

Die Beobachtungen über die Entwicklung der MALPIGHI'schen Gefäße bei Araneen sind, wie bekannt, sehr widersprechend. Überhaupt haben diese Frage BARROIS (Nr. 3), BALFOUR (Nr. 1), LOCY (Nr. 40), SCHIMKEWITSCH (Nr. 59), MORIN (Nr. 48) und KISCHINOUE (Nr. 29) berührt. BALFOUR und nach ihm SCHIMKEWITSCH und MORIN lassen sie aus Ausstülpungen des Enddarms entstehen; die

Beschreibung von BALFOUR (Nr. 1) ist sehr kurz; frühe Stadien der Entwicklung der MALPIGHI'schen Gefäße hat er nicht gesehen. Die beiden übrigen Forscher aber gehen in Details auseinander, was, wie mir scheint, Beachtung verdient und entweder von der Verschiedenheit der beobachteten Arten (*Lycosa*, *Theridion* und *Pholcus*) oder von der ungenügenden Genauigkeit der Beobachtungen selbst abhängt. SCHIMKEWITSCH beschreibt bei *Lycosa saccata* (Nr. 59, p. 562) eine Längsteilung des blinden Endes der Proctodeumeinstülpung in einen oberen Teil, welcher sich in den Kloakensack (Rectalblase) weiter entwickelt, und in einen unteren Teil, das eigentliche Rectum, welches später zwei anfänglich kompakte Zellenfortsätze, die ersten Anlagen der MALPIGHI'schen Gefäße, entsendet. Über *Theridion maculatum* sagt MORIN (l. c. p. 161—162), daß das blinde Ende des Enddarms sich erweitert und zum Kloakensack wird, in den „die Enden der MALPIGHI'schen Gefäße münden“; deutlicher ist seine Angabe über *Pholcus phalangoides* (p. 193): „zu beiden Seiten der „poche stercorale“ bilden sich zwei ektodermale Fortsätze, welche die ersten Anlagen der MALPIGHI'schen Gefäße sind“. Die Verschiedenheit der Beschreibungen beider Autoren ist aus dem Grunde beachtenswert, da, nach den Zeichnungen von SCHIMKEWITSCH (Nr. 59, Pl. XXII, Fig. 6; MORIN giebt die hierzu gehörigen Zeichnungen nicht) zu urteilen, die Rectalblase und das Rectum bei ihrem ersten Auftreten histologisch verschieden sind. BARROIS (Nr. 3) und KISCHINOUE (Nr. 29) leiten die MALPIGHI'schen Gefäße der Araneen vom Mesoderm ab; nach KISCHINOUE sind die MALPIGHI'schen Gefäße Auswüchse der Rectalblase, welche mesodermalen Ursprungs ist. Anfänglich enthalten sie keine Höhlung in sich, wie SCHIMKEWITSCH das angiebt; die Vereinigung der Kloakenblase mit dem Rectum tritt später ein.

Nach den Beobachtungen von LOCY (Nr. 40, p. 75) endlich entstehen die MALPIGHI'schen Gefäße als Auswüchse des hinteren Endes (pre-stercoral tube“) des Mitteldarms. Leider illustriert LOCY seine Beschreibung nicht durch Zeichnungen; wenn man jedoch diejenigen seiner Sagittalschnitte, welche das hintere Ende des Mesenteron und die Rectalblase („stercoral pocket“, Fig. 55, 56, 70) berühren, mit der oben erwähnten Zeichnung von SCHIMKEWITSCH vergleicht, so könnte man voraussetzen, daß in der Beschreibung des Letzteren der vordere Teil des Rectums, von dem aus sich die MALPIGHI'schen Gefäße entwickeln, und in der Beschreibung des Ersteren das hintere Ende des „pre-stercoral tube“

identisch sind. Dieser hintere endodermale Fortsatz scheint deshalb interessant, weil er dem hinteren Fortsatz bei *Ixodes* (Nr. 66, p. 100) und dem Schwanzfortsatz des Mitteldarms beim Skorpion entspricht.

Die erwähnte Ähnlichkeit in der Beschreibung von SCHIMKEWITSCH und KISCHINOUE (daß nämlich die ersten Anlagen der Exkretionsgefäße kompakt sind) und weiter den Hinweis des letzteren, daß das Proctodeum mit der Rectalblase spät in Verbindung tritt, im Auge behaltend, kann ich auf Grund meiner Beobachtungen an *Ixodes* und nach dem Vergleich derselben mit dem, was über den Skorpion bekannt ist, die verschiedenen Beobachtungen über Araneen, wie mir scheint, nur folgendermaßen in Einklang bringen: Bei allen Araneen ist der hintere Fortsatz des Mesenterons, welcher der Rectalblase eng anliegt und sich, noch ehe das Endoderm den Dotter umwächst, bildet, mehr oder weniger deutlich ausgeprägt; in einigen Fällen entstehen die MALPIGHI'schen Gefäße unmittelbar, als (anfangs kompakte) Auswüchse des genannten Mesenteronteils, in anderen Fällen lösen sich die beiden kompakten Anlagen der MALPIGHI'schen Gefäße von dem hinteren Ende des Mesenterons, welches der Rectalblase anliegt, los und verwachsen sekundär mit dieser letzteren (wie bei *Ixodes*), so daß man, wenn man nicht genügend frühe aufeinander folgende Stadien verfolgt, sie für Auswüchse der Rectalblase selbst halten kann. Von diesem Standpunkte aus stellt der untere Kreis der 8 auf der Figur bei SCHIMKEWITSCH einen Teil des Mesenterons dar; BALFOUR und MORIN haben keine genügend frühen Stadien gesehen¹⁾, was dadurch bewiesen werden kann, daß sie die Bildung des hinteren Mesenteronfortsatzes, welcher bei MORIN auf Fig. 30 (bei *Theridion maculatum*) deutlich zu sehen ist, nicht bemerkt haben; KISCHINOUE hat auch ein notwendiges Stadium verpaßt, da er die Lösung der Rectalblase von der analen Einstülpung nicht bemerkt hat, welche aller Wahrscheinlichkeit nach, wie auch bei *Ixodes*, vor der Vereinigung der MALPIGHI'schen Gefäße mit der Kloakenerweiterung (resp. Rectalblase) stattfindet; dieser Umstand hat den genannten Gelehrten wohl auch bewogen, der Blase eine selbständige Entstehung (aus dem Mesoderm) zuzuschreiben.

Auf die Verschiedenheit in der Entwicklung der MALPIGHI-

1) Wahrscheinlich die Stadien, welche unmittelbar auf das auf Fig. 29 bei MORIN abgebildete Stadium folgen.

schen Gefäße bei den Araneen deutet auch ihre Beziehung zum Darmkanal bei den erwachsenen Spinnen hin: bei den einen münden sie in die Kloakenerweiterung (BERTKAU, Nr. 9, p. 415—416), bei den anderen in den hinteren Fortsatz des Mesenterons (LOMAN, Nr. 41). LOMAN (Nr. 41) hält die MALPIGHI'schen Gefäße nach dem Ort ihrer Einmündung in den Darmkanal (bei *Cteniza*, dann bei *Epeira*, *Tegenaria* und *Mygale*) und nach ihrem Bau für ein Derivat der Mesenterons. Ohne dem histologischen Bau der MALPIGHI'schen Gefäße für die Entscheidung über ihren Ursprung große Bedeutung beizumessen, halte ich es doch für notwendig, darauf hinzuweisen, daß beim erwachsenen Männchen von *Ixodes calcaratus* BIR. und bei einigen Larven (Nr. 66, Fig. 82 und 83) die Zellen der Darmlappen und des centralen Magenteils Körner eines intensiv hellblauen oder blauen Pigments enthielten, während das in den MALPIGHI'schen Gefäßen nicht der Fall war.

Ich glaube also, daß, nach der Entwicklung der MALPIGHI'schen Gefäße beim Skorpion, bei *Ixodes* und *Agalena*, nach ihrer Beziehung zum Darmkanal beim erwachsenen Skorpion und bei einigen Spinnen und endlich nach ihrem Bau bei erwachsenen Spinnen zu urteilen, sich die sogenannten MALPIGHI'schen Gefäße bei allen Arachniden aus dem Endoderm entwickeln.

Die zweite Ähnlichkeit mit den MALPIGHI'schen Gefäßen der Insekten (und Myriapoden) ist eine funktionelle. Doch wird sich bei näherer Untersuchung wahrscheinlich erweisen, daß diese Ähnlichkeit gar nicht so wesentlich ist; schon jetzt sind uns bedeutende Verschiedenheiten zwischen diesen Bildungen bei den Arachniden und anderen Tracheaten bekannt. Die MALPIGHI'schen Gefäße der Insekten sind oftmals untersucht worden, und ihre Funktion ist uns vollständiger bekannt, als die Funktion der MALPIGHI'schen Gefäße bei den Arachniden, von denen wir nur vereinzelte Beobachtungen besitzen. Ohne den Gegenstand einer genauen Untersuchung zu unterwerfen, will ich mich auf einige Angaben in der Litteratur beschränken.

Nach SCHINDLER (Nr. 60, p. 588) ist in den MALPIGHI'schen Gefäßen der Insekten Harnsäure zuerst von KELLER, dann von LEUCKART erwiesen worden; SCHINDLER selbst hat das Vorhandensein der gewöhnlichen harnsauren Salze (des harnsauren Natrons und Ammoniaks) in den MALPIGHI'schen Gefäßen der Insekten bewiesen. In der letzten Zeit hat KOWALEWSKY (Nr. 32—33) durch

eine Reihe von Experimenten an verschiedenen Insekten gezeigt, daß ihre MALPIGHI'schen Gefäße in die Leibeshöhle eingeführtes Indigokarmin (indigoschwefelsaures Natron) deutlich ausscheiden und eine deutlich wahrnehmbare alkalische Reaktion besitzen (die Beziehung zum Lakmus s. Nr. 32, p. 65—66). Ein ebensolches energisches Verhalten dem Indigokarmin gegenüber ist von KOWALEWSKY auch bei den Myriapoden (Nr. 33, p. 205) gefunden worden. Wenn wir uns nun zu den MALPIGHI'schen Gefäßen der Arachniden wenden, so erfahren wir folgendes. Nach den Beobachtungen von PLATEAU (Nr. 52, p. 530), welchem LOMAN (Nr. 41) beistimmt, kommen in den MALPIGHI'schen Gefäßen der Spinnen weder freie Harnsäure, noch die typischen harnsauren Salze vor¹⁾. KOWALEWSKY, welcher das Verhalten der MALPIGHI'schen Gefäße der Insekten und Myriapoden zum Indigokarmin so deutlich erwiesen hat, macht ähnliche Andeutungen nur über die Araneen (Nr. 34, p. 203)²⁾, bei denen jedoch bei der Ausscheidung des Indigokarmins die Leber die Hauptrolle spielt; über die MALPIGHI'schen Gefäße von Skorpion und Solifuga spricht KOWALEWSKY nicht; beim Skorpion dagegen (und teilweise auch bei Solifuga) hat der röhrenförmige Teil der Coxaldrüse eine den MALPIGHI'schen Gefäßen der Insekten ähnliche Funktion. Die Leber des Skorpions reagiert im Gegensatz zur Leber der Araneen sauer, wie bei den Krebsen. „Diese Reaktion der Leber“, sagt KOWALEWSKY (Nr. 34, p. 204), „bestätigt zusammen mit dem Vorhandensein einer Niere (d. h. der Coxaldrüse), welche aus einem Bläschen und dem Harnkanälchen besteht, den Gedanken von der nahen Verwandtschaft der Skorpione mit den Crustaceen noch mehr.“

Die Bedeutung der Coxaldrüsen der Arachniden als Exkretionsorgane kann nach den Experimenten von KOWALEWSKY am Skorpion (Nr. 32, 33, 34) wohl kaum bezweifelt werden. Während bei den Insekten die Rolle der Exkretionsorgane den MALPIGHI'schen Gefäßen und den Pericardiumzellen, bei den Myriapoden

1) Die widersprechende Angabe von BERTKAU (Nr. 9) wird von LOMAN widerlegt. Bei *Ixodes* sind die MALPIGHI'schen Gefäße und die Rectalblase mit Sphärokrystallen angefüllt, welche von MÉGNIN (Nr. 43) für ein alkalisches Salz der Harnsäure gehalten werden; Harnsäure und ihre Salze werden gleichfalls in den MALPIGHI'schen Gefäßen von *Tyroglyphus* von NALEPA (Nr. 50, p. 204) beschrieben.

2) Er hat hauptsächlich *Lycosa Latreilli* und *Eucharia castanea* untersucht.

aber den MALPIGHI'schen Gefäßen und einigen Zellen des Fettkörpers zufällt, spielen bei den Arachniden außer den letzteren noch die Leber und die Coxaldrüsen eine große Rolle. Wenn diese Drüsen bei den Myriapoden und den Arachniden auch Homologe sind — eine Frage, die nicht in den Plan meiner Beobachtungen gehört —, so spielen sie bei ihnen doch nicht dieselbe Rolle. Die Bedeutung der Coxaldrüsen der Arachniden leuchtet aus den bei Phalangium und den Acarinen beobachteten Eigentümlichkeiten ein. Die Coxaldrüsen des Phalangium (oder richtiger der Röhrenteil derselben), welche früher als MALPIGHI'sche Gefäße beschrieben wurden (PLATEAU, Nr. 53, p. 744), sind, wie bekannt, zuerst von LOMAN (Nr. 42 a, p. 93 u. ff.)¹⁾ richtig verstanden worden, und auf diese Weise ist bewiesen worden, daß die Phalangiden keine MALPIGHI'schen Gefäße haben. „Augenscheinlich“, sagt FAUSSEK (Nr. 14, p. 82), „ist die Coxaldrüse in morphologischer Hinsicht von allen Arachniden am stärksten und vollständigsten bei den Phalangiden entwickelt: sie erreicht ein sehr großes Volumen, und ihre einzelnen Teile sind deutlich abgegrenzt und stark entwickelt. Zu gleicher Zeit ist wahrscheinlich ihre physiologische Bedeutung sehr wichtig.“ Das Fehlen der MALPIGHI'schen Gefäße und das Vorhandensein der Coxaldrüsen bei Phalangium, diese beiden Erscheinungen müssen augenscheinlich in gegenseitige Abhängigkeit gesetzt werden. Ganz entgegengesetzte Verhältnisse finden wir bei der Mehrzahl der Acarinen; bei ihnen sind die MALPIGHI'schen Gefäße verhältnismäßig stark entwickelt, doch sind bis jetzt Coxaldrüsen nicht genau konstatiert worden. Die Andeutungen von WINKLER (Nr. 68) und HENKING (Nr. 20) sind zu ungenau; mehr Beachtung verdient die Angabe von MICHAEL (Nr. 46, Nr. 45, p. 178), welcher bei den Oribatidae eine an der Basis des zweiten Beinpaars liegende und im allgemeinen an die Coxaldrüsen der übrigen Arachniden erinnernde Drüse beschreibt, doch besitzen gerade diese Formen, nach der Beschreibung von MICHAEL, keine MALPIGHI'schen Gefäße; eine Mündung der Coxaldrüsen („super-coxal glands“) konnte dieser Beobachter nicht finden. In letzter Zeit hat STURANY bei Trombidium lange röhrenförmige Drüsen beschrieben (Nr. 64, p. 16—17); er sah weder ihre Mündung an der Körperoberfläche,

1) Die Litteratur über die Coxaldrüsen von Phalangium bis zum Jahre 1890 siehe in der Abhandlung von FAUSSEK (Nr. 14, p. 69—82).

noch ihre Vereinigung mit dem Darmkanal und hält sie für ein Homologon der Coxaldrüsen; doch nach seiner Figur (Fig. 21) zu urteilen, möchte man annehmen, daß der Autor den Fehler, welchen er einigen Beobachtern vorwirft, nur in umgekehrter Richtung, selbst macht, d. h. daß er die MALPIGHI'schen Gefäße für Coxaldrüsen hält.

Wenn die Phalangiden in Bezug auf ihre Exkretionsorgane in der einen Richtung die äußerste Stufe bilden, so sind die Acarinen der äußerste Typus in entgegengesetzter Richtung. Auf diese Weise entsprechen die MALPIGHI'schen Gefäße der Arachniden in der Mehrzahl der Fälle auch funktionell nicht den MALPIGHI'schen Gefäßen der anderen Tracheata. Die Rolle der MALPIGHI'schen Gefäße der Insekten (und Myriapoden) wird bei den Arachniden durch die Coxaldrüsen oder die Leber in bedeutendem Maße vervollständigt.

Aus allem Gesagten ist, wie mir scheint, der folgende nicht zu bezweifelnde Schluß zu ziehen: die MALPIGHI'schen Gefäße der Arachniden sind den MALPIGHI'schen Gefäßen der übrigen Tracheaten nicht homolog, sie sind den sog. MALPIGHI'schen Gefäßen bei einigen Amphipoden analoge Bildungen. Wenn dieser Schluß durch weitere Untersuchungen bestätigt werden sollte, so wäre das ein bedeutendes und positives Argument für die Trennung der Arachniden von den Antennaten.

Was die weite Verbreitung der (MALPIGHI'schen) Exkretionsgefäße bei den Arachniden betrifft, so ist sie augenscheinlich durch das sehr frühe Auftreten dieser Organe bei den Repräsentanten der Arachniden bedingt; bei dieser Gelegenheit möchte ich einige Betrachtungen äußern, welche das Fehlen der betreffenden Organe bei *Limulus*, der in allen übrigen Beziehungen so nahe zu den Arachniden steht, erklären könnten. Wenn man die Verbreitung der sog. MALPIGHI'schen Gefäße bei den Amphipoden näher betrachtet, so erfährt man, daß sie nur bei verhältnismäßig wenigen Gattungen vorkommen; die Mehrzahl dieser Gattungen gehört, wie bekannt, zur Unterordnung der Crevettina, und nur *Caprella* macht eine Ausnahme; doch die *Laemadipoda* müssen zu den abweichenden Formen gerechnet werden, was sowohl durch ihren Bau, als auch durch ihre Lebensweise bewiesen wird. Unter den Crevettinen aber kommen die Auswüchse am hinteren Fortsatz des Mitteldarms entweder bei Formen, die am Meeresstrande leben (*Orchestia*, *Talithrus*), oder bei Formen, die sehr frisches Wasser lieben (*Melita*) und die sich hauptsächlich im Süßwasser

aufhalten (*Gammarus*)¹⁾ vor. Da die MALPIGHI'schen Gefäße bei der Mehrzahl der Amphipoden fehlen und da die dieselben besitzenden Amphipoden die erwähnten Eigenheiten in der Lebensweise besitzen²⁾, so könnte man meinen, daß die Anpassung an das Leben am Ufer oder im Wasser, welches an Sauerstoff reich ist, das Auftreten spezieller Auswüchse des Mitteldarms, die, wenigstens teilweise, die Rolle der Exkretionsorgane spielen, hervorgerufen hat; eine solche Anpassung konnte unabhängig bei den Vertretern der einzelnen Gattungen auftreten²⁾. Wenn man das Gleiche bei dem Ahnen der Arachniden, bei welchem zuerst die hinteren Auswüchse des Mitteldarms, die dann zu MALPIGHI'schen Gefäßen wurden, auftraten, voraussetzt, so muß man ihn für eine litorale Form (wie *Orchestia*) halten. Die letztere Frage habe ich schon bei der Betrachtung der Atmungsorgane der Arachniden berührt³⁾.

Die MALPIGHI'schen Gefäße der Arachniden entwickeln sich also vom hinteren Fortsatz des Mitteldarms. Dieser Fortsatz verdient an und für sich Beachtung, da er weder den Hexapoden, noch den Myriapoden eigen ist.

Eine Zusammenstellung der verschiedenen Ansichten über das phylogenetische Verhältnis der verschiedenen Arthropodengruppen ist schon früher mehrmals von verschiedenen Autoren (WEISSENBORN, Nr. 67, FERNALD, Nr. 15, teilweise ZOGRAFF, Nr. 71, SCHIMKEWITSCH, Nr. 58 u. a.) gegeben worden. Daher werde ich nur bei einigen der wichtigsten Schriften, deren Autoren gegen die Lostrennung der Arachniden von den Tracheaten sind, stehen bleiben. Wenn wir einen Blick auf die Litteratur der letzten zehn Jahre werfen, so sehen wir, daß seit dem Erscheinen der Ab-

1) Es ist möglich, daß die Süßwasserarten der Gattung *Gammarus* anfangs in den Mündungen rascher kleiner Flüsse, welche ins Meer einmünden, wo das mit der Meereswelle zusammenstoßende Flußwasser eine fortwährende Brandung bildet, lebten.

2) Bei *Melita* findet man nur einen unpaarigen Fortsatz des Mitteldarms, bei den Anderen zwei; doch derartige Unterschiede kommen, wie bekannt, auch zwischen den MALPIGHI'schen Gefäßen der Acarinen vor.

3) Im Handbuch von STEINMANN und DÖDERLEIN (Nr. 62) finden wir folgenden Passus (p. 512): „Die meisten paläozoischen Arthrogastren sind Wasserbewohner, die ältesten jedenfalls Bewohner des Meeres gewesen, während die jüngeren, z. T. die heutigen ausnahmslos an den Aufenthalt in der Luft angepaßt sind“ (s. auch p. 500). Weshalb die Autoren diese Ansicht vertreten, ist unerklärlich.

handlungen von RAY-LANKESTER fortwährend von verschiedenen Seiten Fakta zu Gunsten der Verwandtschaft zwischen *Limulus* und den Arachniden gesammelt werden; man studiert aufs genaueste den Bau der Lungen des Skorpions und der Kiemen des *Limulus*, die Entwicklung dieser Organe, die Extremitätenmetamorphose bei den Araneen, den Bau des Blutgefäß- und des Nervensystems, die Entwicklung des Nervensystems und besonders die Entwicklung der Augen, die Entwicklung des Darmkanals, die Entwicklung und den Bau der Coxaldrüsen u. s. w.¹⁾; alles überzeugt von der nahen Verwandtschaft zwischen *Limulus* und den Arachniden — doch wie *Peripatus* kein Tausendfüßler ist, so ist auch *Limulus* kein Spinnentier, obgleich RAY-LANKESTER auch auf Grund der Ähnlichkeit zwischen ihm und dem Skorpion ihn zu den Arachniden zu stellen versuchte (Nr. 55). Andererseits haben paläontologische Untersuchungen zweifellos bewiesen, daß einige der paläozoischen Xiphosuren (die Hemiaspidae), welche (wie z. B. *Prestwichia*), wie die Entwicklungsgeschichte von *Limulus* zeigt, den Formen, von denen die Limuliden abstammen, nahe standen, einerseits einigen Trilobiten ähnelten, andererseits durch die verhältnismäßig geringere Größe des Kopfschildes, durch die volle Gliederung des Praeabdomens und des Abdomens, durch ihren Schwanzstachel und wahrscheinlich auch durch den allgemeinen Charakter der Extremitäten den Gigantostraca näher standen. Wenn Formen, wie *Prestwichia*, den erwähnten Übergang bilden, so steht andererseits, wie bekannt, der Skorpion durch die Gesamtkonfiguration seines Körpers, durch die verhältnismäßige Größe seiner Abschnitte und durch den Charakter der Extremitäten viel näher zu den Gigantostraca, als zu den Xiphosura, deshalb müßte man voraussetzen, daß auch in ihrem inneren Bau die Gigantostraca noch mehr Ähnlichkeit mit dem Skorpion offenbarten, als die Xiphosura.

Von den Gelehrten, welche die Ansicht von dem gemeinsamen Ursprung der gegenwärtigen Tracheaten vertreten, sind KENNEL und LANG am bekanntesten und einflußreichsten. Der erste hat in einer Abhandlung (Nr. 24), der zweite in seinem Lehrbuch der vergleichenden Anatomie (Nr. 38) seine Ansicht bestimmt und

1) Eine genaue Zusammenstellung der Vergleiche zwischen *Limulus* und den Arachniden siehe in der Abhandlung von KINGSLEY (Nr. 28).

ausführlich geäußert; beide Autoren, die in ihren Ansichten über das Verhältnis zwischen den Bronchiaten und den Tracheaten auseinandergehen, stimmen im allgemeinen in ihren Ansichten über die Abstammung der Arachniden überein. Nach der Voraussetzung von KENNEL nahmen von der hypothetischen Protrochosphaera, außer anderen Zweigen, der Zweig der Ringelwürmer und der Zweig der Krebse (Branchiata) ihren Anfang, und beide Zweige entwickelten sich parallel, doch selbständig; aus den einzelnen Formen oder Familien der Anneliden sind die peripatusartigen Ahnen der Tracheaten entstanden, welche sich gleich zu Anfang in zwei Zweige teilten: den einen Zweig bildeten die Formen der tracheenführenden Gliederfüßler mit einer hinteren Genitalöffnung und mit ungegliederten Oberkiefern (Insecta und Chilopoda), den anderen aber — die mit einer vorderen Genitalöffnung, mit gegliederten Oberkiefern, bei denen sich außerdem im Gegensatz zu den ersteren in vielen Fällen nicht verzweigte röhrenförmige Tracheen erhalten haben (Diplopoda, Pauropoda, Symphyla, Arachnoidea). Der Peripatus bildet nach der Meinung des Autors einen abweichenden Zweig der Urformen („Peripatiformes“). Nachdem KENNEL auf diese Weise die Notwendigkeit der Einteilung der Arthropoden in Branchiata und Tracheata und die Möglichkeit eines selbständigen Auftretens ähnlicher Züge in der Organisation der Anneliden und der Crustaceen bewiesen hat, will er das Verhältnis der Arachniden zu den Crustaceen (die Merostomata mit eingeschlossen; vergl. Nr. 26, p. 403 und 405) nicht untersuchen, da er die gemeinsame Abstammung sämtlicher Tracheata beweisen kann (Nr. 24, p. 18). Wodurch läßt sich denn letzteres beweisen? Dadurch, daß sämtliche Tracheata Tracheen und MALPIGHI'sche Gefäße ¹⁾ haben, und daß also auch die Stammform diese besitzen mußte. Wie man sieht, hat dieser Beweis nichts Neues, Originelles, und da ein jeder Gelehrte, welcher die Verwandtschaft zwischen Arachniden und Limulus zu beweisen suchte, mit derartigen Merkmalen zu thun hatte, so ist das Ignorieren ähnlicher Züge in der Organisation der Arachniden und der Merostomata von Seiten KENNEL's meiner Meinung nach durch gar nichts gerechtfertigt; wenn der Autor sich dazu verstanden hätte, diese Verhältnisse zu berühren, so müßte er wohl oft zu Unwahrscheinlichkeiten greifen, um die einzelnen ähnlichen Eigenschaften zu erklären, wie er das

1) Eine jede spezielle Ausnahme (Peripatus, Japyx, Collembola, Acarina, Pauropoda (?), Tardigrada) sucht KENNEL zu erklären.

auch thut, sobald er das selbständige Auftreten ähnlicher Merkmale bei den Krebsen, die sich unmittelbar aus nicht segmentierten Tieren entwickelt haben, und den Tracheaten, den Nachkommen der Anneliden, betrachtet. Ich habe die Frage von der Entwicklung der Tracheen bei den Arachniden schon berührt und werde unten wieder zu ihr zurückkehren, jetzt aber handelt es sich nur um die MALPIGHI'schen Gefäße, welche KENNEL für mit der Einstülpung des Proctodeum (l. c. p. 23) einwärts gezogene Nephridien hält. Diese Ansicht, welche einer gewissen funktionellen Ähnlichkeit beider Bildungen ihre Entstehung verdankt, begründet KENNEL nur mit dem Umstand, daß der Peripatus, bei dem die anale Einstülpung im Vergleich zu den Tracheaten sehr unbedeutend ist, keine MALPIGHI'schen Gefäße hat. Doch wenn man von der Voraussetzung KENNEL's ausgeht, daß bei der Verlängerung des Proctodeum „sogar ein oder mehrere ganze Segmente mit all ihren Anlagen nach innen eingestülpt werden“, so kann man mit genau demselben Recht voraussetzen, daß zusammen mit den Nephridien auch andere Drüsen, welche ihr Sekret durch Mündungen in der Haut ergossen, eingestülpt werden konnten. Außerdem muß noch darauf hingewiesen werden, daß bei den Aphiden, welche keine MALPIGHI'schen Gefäße haben, ihre Rolle von der ganzen Oberfläche des Enddarms vertreten wird (KOWALEWSKY); also können wir unsere Schlüsse auf funktioneller Ähnlichkeit allein nicht aufbauen. Darauf muß bemerkt werden, daß KENNEL alle seine Behauptungen entweder ausschließlich oder hauptsächlich auf dem Studium und der Analyse der Organisation von Peripatus und der Myriapoden aufbaut, wobei er zuweilen die Besonderheiten der Arachniden ganz aus dem Auge läßt. Der Umstand, daß die MALPIGHI'schen Gefäße der Hexapoden und der Myriapoden sich ausschließlich aus dem Ektoderm entwickeln, welcher ein wichtiges und allgemein bekanntes Argument gegen die Annahme der Homologie derselben mit den Segmentalorganen ist, bleibt unwiderlegt. Solange nicht bewiesen worden ist, daß wenn auch nur ein Teil der MALPIGHI'schen Gefäße sich aus dem Mesoderm entwickelt, erlaube ich mir, mich der Ansicht anzuschließen, daß sie erst durch sekundäre lokale Differenzierung der Wände des Enddarms entstehen; diese Ansicht wird, wie bekannt, durch die Fähigkeit einiger Copepoden, durch die Wände ihres Enddarms harnsaure Verbindungen auszusecheiden, wie das auch in den MALPIGHI'schen Gefäßen der Insekten stattfindet ¹⁾, unterstützt.

1) Vergl. p. 134.

Die Abhandlung von KENNEL gab den Anstoß zu der Schrift von ZOGRAFF (Nr. 72), worin dieser sich im Allgemeinen vollständig den Ansichten des Ersteren anschließt, doch hauptsächlich die Beziehungen der Arthropoden zu den Anneliden behandelt und die Frage von der Phylogenie der einzelnen Tracheatenklassen gar nicht berührt, da dieses eine Frage ist, „qui est si habilement discutée et presque résolue¹⁾ par Mr. le Prof. KENNEL“ (l. c. p. 294). Hieraus kann man schließen, daß der Autor die Ansicht, die er in seiner früheren Schrift über die Entwicklung der Myriapoden (Nr. 71, p. 70 und 71) geäußert hat, etwas verändert hat, doch ist er noch immer für die gemeinsame Abstammung sämtlicher Tracheaten. Es wäre in Anbetracht der Äußerung des Autors in seiner ersten Schrift: „die große Ähnlichkeit der embryonalen Entwicklung der Myriapoden und der Arachniden, welche sogar größer ist, als die der ersten und der Insekten, nötigt mich zu der Meinung, daß die Verwandtschaft zwischen Arachniden und Crustaceen eine Hypothese ist, welche keine Zukunft hat“, und in Anbetracht dessen, daß die hauptsächlichsten Beobachtungen über die Entwicklung von *Limulus* und der Arachniden und über den Bau der letzteren, welche KENNEL gar nicht berührt, erst nach dem Erscheinen der Schrift von ZOGRAFF veröffentlicht wurden, natürlich, wenn der genannte Gelehrte in seiner letzten Schrift die Beziehungen der Arachniden zu den anderen Tracheaten berühren wollte.

Wie KENNEL, so findet auch LANG (l. c. p. 560—562) es für nötig, die frühe Teilung der Tracheaten in zwei selbständige Zweige anzunehmen, doch geht er hierbei nicht von der Lage der Genitalöffnung, einem Merkmal, dem er augenscheinlich keine große Bedeutung beilegt, sondern von der Vergleichung der ersten 3—4 Extremitätenpaare aus; daher stellt er im Gegensatz zu KENNEL die Arachniden allen übrigen gegenüber (*Chelicerota* und *Antennata*). Der Hauptgrund für die Vereinigung der Arachnoiden mit den Tracheaten und für die Trennung derselben von den *Xiphosura* und *Gigantostraca* ist auch hier derselbe: das Vorhandensein der MALPIGHI'schen Gefäße und der Tracheen bei den Arachnoiden, welche bei den *Xiphosura* fehlen. Die Homologie der MALPIGHI'schen Gefäße bei sämtlichen Tracheaten setzt der Autor außer allen Zweifel, die Annahme eines selbständigen Auftretens der röhrenförmigen Tracheen aber „könnte man, nach seiner Meinung, nur

1) ?

als Notbehelf gelten lassen“. LANG meint, daß man den Skorpion zweifellos als den den Urformen der Arachniden am nächsten stehenden Typus betrachten müsse, inbetreff der Solifugen aber hält er eine solche Voraussetzung für wahrscheinlich, doch noch der Begründung bedürftig (l. c. p. 558); daher läßt er unerklärt, warum der Skorpion, welcher die größte Anzahl Stigmen und überhaupt primitive Verhältnisse in der Gliederung des Körpers und in der Organisation behalten hat, die am meisten modifizierten Tracheen besitzt, und warum bei den Typen, welche in ihrer Organisation am weitesten abweichen, gerade die Tracheen weniger verändert sind, als beim Skorpion und bei den Solifugen (die büschelförmigen Tracheen als primitivsten Typus gerechnet). Diesen Widerspruch, den LANG nicht beachtet hat, hat SCHIMKEWITSCH erkannt. Dieser letztere hält den Skorpion für eine primitivere Form, als die Spinnen, die letzteren aber für weniger verändert, als die Opilionidae und die Acarina, und glaubt, daß die anfänglichen Atmungsorgane der Arachniden Lungen waren, diese aber sich aus nichtverzweigten, büschelförmigen Tracheen entwickelt haben (Nr. 57, p. 67).

WEISSENBORN (l. c. p. 115—116) ist mit der Meinung von SCHIMKEWITSCH nicht einverstanden, da man mit Hilfe derselben die baumförmig verästelten Tracheen der Solifugen nicht erklären kann, und schlägt eine andere Erklärung vor. Ich kann noch hinzufügen, daß, wenn die Solifugen weniger veränderte Formen sind, als die Spinnen, man andererseits im Auge behalten muß, daß man bei ein und denselben Arachniden nicht nur lungen- und büschelförmige Tracheen zu gleicher Zeit, sondern auch beide deutlich ausgesprochene Arten büschelförmiger Tracheen [z. B. bei *Gibbocellum*, nach der Beschreibung von STECKER (Nr. 61¹)] antrifft. Nach WEISSENBORN haben sich sämtliche Atmungsorgane der Arachniden aus primitiven, unverzweigten, kurzen Büscheltracheen entwickelt, aus denen sich nach der einen Seite baumförmige Büscheltracheen, nach der anderen Seite röhrenförmige Tracheen mit bedeutender Verringerung der Anzahl der Stigmen, nach der dritten Seite Lungen entwickelten. Hieraus kann man schließen, daß nach der Meinung des Autors sich die Tracheen der mit zwei Lungen versehenen Spinnen und die hinteren Lungen

1) STECKER (l. c., p. 339) vergleicht die hinteren Tracheenbüschel bei *Gibbocellum* mit den abdominalen Tracheenästen bei *Phalangium*.

der mit vier Lungen versehenen Spinnen unabhängig von einander aus den primitiven Büscheltracheen der Urform entwickelt haben, was nach der Schrift von POCOCK (Nr. 54), und nachdem der mit vier Lungen versehene *Hypochilus* als „dipneumon“ anerkannt worden war, ganz unwahrscheinlich ist.

Eine besondere Ansicht über die Atmungsorgane der Arachniden vertritt BERNARD (Nr. 6). Für den primitivsten Typus hält der Autor die Tracheen der Acarinen; das ausschließliche Vorhandensein derselben bei den Acarinen stimmt mit der Ansicht des Autors, daß die Acarinen ein fixiertes Larvenstadium der Arachniden sind, überein; die eben erwähnte Ansicht werde ich weiter unten berühren. Das Vorhandensein der Röhrentracheen bei den Phalangiden erklärt sich durch die sehr frühe Trennung der letzteren vom Hauptstamm sämtlicher Arachniden; die Solifugen besitzen dieselben Tracheen, weil sie dem Urtypus der Arachniden sehr nahe stehen; die Chernetiden endlich müssen in eine besondere Gruppe ausgeschieden werden. Aus den röhrenförmigen Tracheen haben sich die „Fächertracheen“ entwickelt. Dieses ist die Ansicht von BERNARD. Bei der Benennung „röhrenförmige Tracheen“ spricht er nirgends darüber, welche der röhrenförmigen Tracheen, die büschelförmigen oder die baumförmigen, er für die primitiveren hält; er setzt einfach die Röhrentracheen den Fächertracheen (d. h. den Lungen) entgegen, was aus seiner Erklärung zum Schema der Stigmenlagerung bei den Arachniden erhellt (l. c. p. 68). Die Ahnen der Arachniden besaßen ein Paar Stigmen an jedem Körpersegment; für den wesentlichsten Beweis dieser Tatsache hält der Autor seine Entdeckung von rudimentären Stigmen („vestigal stigmatic sears“) an allen abdominalen Segmenten, vom vierten angefangen, bei den Chernetiden. Doch nach KINGSLEY (Nr. 28, p. 239) waren die von BERNARD entdeckten Bildungen schon SIEBOLD (1853) bekannt, sind aber nicht rudimentäre Tracheen, sondern Anheftungsstellen der Muskeln an der Chitinhülle. Ueberhaupt sind die Schlußfolgerungen des Autors zu schnell. Ebenso kann ich mich mit seiner Ansicht über die Entwicklung der Tracheen bei den Tracheaten überhaupt aus den Borstendrüsen der Würmer (Nr. 7) nicht einverstanden erklären. Doch will ich dabei nicht weiter stehen bleiben. Meine Ansicht über die Entwicklung der Arachnidentracheen, deren Stigmen am Cephalothorax, in einigen Fällen wahrscheinlich auch am Abdomen gelegen sind (in welchen Fällen dieses letztere der Fall ist, müssen zukünftige Beobachtungen zeigen, fürs erste aber kann ich nur vor-

aussetzen, daß dieses bei den Pseudoscorpionen, den Solifugen ¹⁾, den Phalangiden ²⁾ und den Cyphophthalmiden stattfindet), habe ich früher geäußert und kann jetzt mit KORSCHULT und HEIDER (l. c. p. 635) sagen: „wir sind also geneigt, uns denjenigen Forschern anzuschließen, welche die Arachniden und die übrigen luftatmenden Arthropoden als zwei gesonderte Reihen betrachten und somit auch eine getrennte Entstehung der Tracheen bei diesen beiden Abteilungen annehmen.

Wenn wir nun auf Grund des jetzt von mir auch in meiner russischen Schrift Dargelegten versuchen, auf die Organisation der hypothetischen Urform der Arachniden (*Protarachnon*) einen Blick zu werfen, so müssen wir uns dieselbe folgendermaßen vorstellen.

Protarachnon. In der allgemeinen Konfiguration seines Körpers mußte das Tier an die fossile *Slimonia* erinnern; der Körper zerfiel in zwei Abschnitte, den Cephalothorax und das Abdomen; die Segmente des Cephalothorax waren miteinander verschmolzen, doch das letzte Segment war von den übrigen durch eine Querfurche getrennt. Am Vorderrand des Cephalothorax befanden sich die Mittelaugen, an den Seiten des Cephalothorax die Seitenaugen. Die vor dem Munde gelagerten Cheliceren waren schwach entwickelt; die langen Pedipalpen dienten zum Ergreifen der Beute; die ersten Glieder der Pedipalpen und der Füße hatten Kaufortsätze, welche die Mundöffnung zu beiden Seiten und von hinten begrenzten. Das letzte Beinpaar diente teilweise zum Schwimmen. Die sechs vorderen Abdominalsegmente, welche mit lamellenförmigen Extremitäten versehen waren, waren breiter als die übrigen, doch der Übergang von den einen zu den anderen war allmählich; das letzte Segment war erweitert und lief in eine Spitze aus. Von den abdominalen Extremitäten war das erste Paar sehr schwach entwickelt, die folgenden Paare verdeckten kleine Vertiefungen, welche sich an der ventralen Oberfläche des Abdomens befanden; in diese Vertiefungen ragten dünnwandige Kiemenfortsätze, die von der dem Abdomen zugekehrten Fläche der Extremitäten ausgingen, hinein. An der Körperoberfläche, auch das letzte Abdominalsegment nicht ausgenommen, mündeten zahlreiche einzellige Hautdrüsen; am Cephalothorax waren diese

1) Auf die Identität im Bau der thorakalen und der abdominalen Tracheen bei *Galeodes* weist BERNARD (Nr. 7) hin.

2) Die Lage der Stigmen bei den Phalangiden ist augenscheinlich noch nicht genau bestimmt.

Drüsen zu Gruppen vereinigt und besaßen ziemlich lange, dünnwandige Ausführungsgänge; ein Paar dieser Drüsen an der Basis der Pedipalpen war besonders stark entwickelt und schied ein Sekret aus, welches an der Verdauung teilnahm. Stark entwickelte Coxaldrüsen waren in einer Zahl von drei Paaren vorhanden und mündeten an der Basis des ersten, zweiten und dritten Beinpaares. Die Genitalöffnung war zwischen den Extremitäten des ersten Abdominalsegments gelegen. Das Metastom hatte die Form eines Herzens. Das Nervensystem erinnerte an das Nervensystem des Skorpions; das Ganglion des letzten Beinpaares war wahrscheinlich mit dem Schlundganglion nicht verschmolzen, die Ganglien der Cheliceren, teilweise auch die der Pedipalpen waren zu beiden Seiten des Oesophagus gelegen, so daß die Schlundkommissuren, ebenso wie bei den jetzigen Arachniden, nicht ausgedrückt waren. Das Blutgefäßsystem war ungefähr ebenso entwickelt wie bei *Scorpio*; das mehrkammerige Herz reichte mit seinem Vorderende in den Cephalothorax hinein; die vordere Arterie bildete unter der Außenhülle des Cephalothorax zahlreiche Verzweigungen; im Abdomen waren die Kiemengefäße stark entwickelt. Der Mitteldarm war in zahlreiche paarige Lappen geteilt, von denen die vorderen sich in die Extremitäten erstreckten; zwei kleine Ausstülpungen, welche vom hinteren Ende des Mitteldarms ausgingen, dienten teilweise als Exkretionsorgane. Der Enddarm war eine kurze und einfache Röhre ohne Erweiterungen. Das Endosternit, an dem die dorsoventralen Muskelbündel des Cephalothorax entsprangen, war stark entwickelt. Das Protarachnon war eine litorale Form, welche einen Teil ihres Lebens im Wasser, den anderen auf dem Lande zubrachte; seine Eier legte das Tier ins Wasser; die Entwicklung wurde von einer postembryonalen Metamorphose begleitet.

Aus dieser Beschreibung erhellt, daß das hypothetische Protarachnon sich von der Urform der anderen Tracheaten bedeutend unterscheiden mußte; diesen Unterschied muß man anerkennen, wenn man die Verwandtschaft der Xiphosura mit den Arachniden annimmt, da nach dieser letzteren Ansicht von den dem Protarachnon nahe stehenden Formen der Zweig der Gigantostraca, welcher als seitliche Abzweigung die Xiphosura entstehen ließ, ausging. Also war die Stammform der Arachnoidea ein Gliedertier, die der Gruppe Peripatus + Myriapoda + Hexapoda aber ein peripatusartiger Landringelwurm. Diese letztere Form unterschied sich nur wenig und nur

in quantitativer Hinsicht von der Stammform sämtlicher Arthropoden. Aus den Urcrustaceen haben sich sowohl die jetzigen Crustaceen als auch die Trilobiten entwickelt; das Protarachnon und die Gigantostraca aber sind ein Seitenzweig der letzteren, der sich zu Anfang oder noch vor der paläozoischen Ära losgelöst hat. Das Verhältnis des Protarachnon mit den Gigantostraca zu den Trilobiten unterscheidet die geäußerte Ansicht von der Ansicht RAY-LANKESTER's. Ohne die Beziehungen der Arachniden zu den Crustaceen zu berühren, will ich nur bemerken, daß sich diese Anschauung überhaupt von der Ansicht jener Autoren, welche zwar die Arachniden von den übrigen Tracheaten trennen, doch die Crustaceen nicht von gut segmentierten Anneliden ableiten (FERNALD, Nr. 15, p. 493—499, OUDEMANS, Nr. 5 u. A.), unterscheidet. Für mich ist die Abhandlung von OUDEMANS (Nr. 5), in der er den Acarinen viel Aufmerksamkeit zuwendet, interessant. Der Autor sucht das Künstliche des Typus der Arthropoden zu zeigen, er beweist die Notwendigkeit, ihn in einige selbständige Gruppen zu teilen. Nach seiner Meinung bilden die Trilobiten + Xiphosura + Gigantostraca + Arachnoidea (ohne Acarina und Tardigrada) eine ganz abgesonderte Gruppe, welche mit einer hypothetischen Form, Proagnostus, ihren Anfang nimmt; dieser Proagnostus war die Larvenform sämtlicher Arachniden (l. c. p. 51), er unterschied sich vom Nauplius hauptsächlich dadurch, daß er mindestens aus 6 verschmolzenen postoralen Segmenten bestand und daß die Bildung der folgenden Segmente weit vom Hinterende des Körpers vor sich ging. Die Schlußfolgerungen dieses Gelehrten gründen sich nur auf Beobachtungen an der Metamorphose der paläozoischen Trilobiten (Agnostus, Phacops); doch zu dieser Epoche waren sowohl die Gigantostraca als auch die Arachnoidea vollständig differenziert, und die postembryonale Metamorphose hatte sich nicht mehr in ihrer anfänglichen Reinheit erhalten, wie die Entwicklungsgeschichte des Skorpions beweist. Der Autor hält sich nur bei äußeren Merkmalen auf, ohne die innere Organisation der Arachniden oder der Krebse, noch embryologische Facta zu berühren. Größeres Interesse für uns bietet der Umstand, daß OUDEMANS den Versuch HALLER's, die Acarinen in eine selbständige Gruppe, Acaroidea HALL., auszuschneiden, unterstützen will. Ausser den Gründen HALLER's, und zwar: Einrichtung der Mundteile und dementsprechend verschiedene Anzahl der Extremitäten tragenden Segmente, Grenze zwischen dem Cephalothorax und dem Abdomen (d. h. nach HALLER zwischen dem zweiten und

dritten Beinpaar), sechsbeiniges Larvenstadium („Caris-Stadium“), — giebt der Autor auch seine Gründe an: das Fehlen des Herzens bei den Acarinen, das Fehlen des Endosternits und besonders die Lage des beweglichen Fingers der Scheren. Die Unzulänglichkeit der Beweise HALLER's ist in meiner Schrift über die Entwicklung von *Ixodes* (Nr. 66) bewiesen worden; was aber die Beweise von OUDEMANS selbst anbetrifft, so verdient von ihnen nur der letzte Beachtung; doch ist natürlich dieses eine Merkmal ohne andere ganz unzureichend, um die Acarinen als eine besondere Gruppe der Arthropoden auszuscheiden. Die ersten zwei Beweise sind, wie bekannt, nach den letzten Beobachtungen falsch. Wenn der letzte Beweis des Autors (l. c. p. 45—46), dass nämlich bei allen Crustaceen, Pantopoden und Acarinen das bewegliche Glied oder der Finger der Scheren sich außen befindet, beim *Limulus* und bei allen Arachniden (außer den Acarinen) aber nach innen gerichtet ist, durch weitere Beobachtungen bestätigt werden sollte, so sind hier zwei Erklärungen möglich: einerseits könnte man, da einige Formen der Gigantostraca keine Scheren hatten, meinen, dass die Veränderung in dem anfänglichen Verhältnis der beiden letzten Fussglieder zu einander selbstständig in den verschiedenen Gruppen der Arachnoiden (und der Crustaceen)¹⁾ vor sich ging; andererseits verändern vielleicht die Cheliceren ihre anfängliche Lage bei der Bewegung nach vorn, wie ich das bei den Pedipalpen gezeigt habe (Nr. 66, p. 67: die gemeinsame Basis der letzteren bewegt sich während der Entwicklung aus der Längsrichtung in Bezug auf den Keimstreifen in die Querrichtung hinüber). Die erste Erklärung scheint mir wahrscheinlicher; jedenfalls ist der Umstand nicht ohne Bedeutung, daß die Scheren eine gewöhnliche Waffe einiger Extremitäten der Krebse und der Arachniden sind und bei den anderen Tracheaten gar nicht vorkommen; wenn wir bei diesen auch derartige Bildungen finden, so spielt hier die Rolle des beweglichen Gliedes nicht das modifizierte Endglied der Extremität, sondern ein stark entwickelter Dorn (eine Borste); im entgegengesetzten Falle aber bildet das vorletzte Glied keinen vorspringenden Fortsatz.

Die Acarinen sind zweifellos Arachniden, wenn auch sehr veränderte und vom Urtypus abweichende; in dieser Abweichung

1) Einige Arachniden haben, wie bekannt, gar keine Scheren; diese Formen (*Araneina*, *Phrynus*, einige *Acarina*) haben sie erst sekundär eingebüßt.

äußern sich deutliche Anzeichen der Degeneration und nicht ein Stillstand in der Entwicklung, wie BERNARD (Nr. 5) meint. BERNARD betrachtet die Acarinen als fixiertes Larvenstadium der Arachniden (wahrscheinlich der Araneen); er findet, und zwar auf Grund der Vergleichung der Körpersegmentation bei *Tetranychus tiliarum* HERM. und bei den Spinnen (p. 281), daß den Acarinen am Abdomen einige (sieben) Segmente, welche zwischen dem mit der Genitalöffnung versehenen Segment und zwischen dem Analsegment gelegen sind, fehlen (bei *Tetranychus* findet sich hier nur ein Segment anstatt der acht Segmente der Araneen). Durch das Fehlen dieser sieben Segmente beweist BERNARD einige Eigentümlichkeiten der innern Organisation der Acarinen: er vergleicht das Herz der Acarinen und das Herz der Araneen und findet, daß den ersteren gerade der Teil des Herzens (die ersten zwei Kammern) fehlt, welcher bei den Araneen in den mittleren Abdominalsegmenten liegt; dasselbe findet er auch mit dem Darmkanal und mit dem Bauchganglion. Die Acarinen unterscheiden sich von den Araneen nur in quantitativer, doch nicht in qualitativer Beziehung. Die Angabe von WINKLER über ein provisorisches viertes Beinpaar (*Gamasus*) und die ausschließlich röhrenförmigen, also nach der Meinung BERNARD's primitiveren Tracheen, deren Stigmen im Cephalothorax weit nach vorn gelegen sind, bestätigen nach BERNARD's Meinung seine Ansicht über die Acarinen. Meine Beobachtungen über die Entwicklung von *Ixodes* haben gezeigt, daß die Ansicht von BERNARD auf einer falschen Basis ruht: das Abdomen der Acarinen zerfällt in der Embryonalperiode in eine größere Anzahl Segmente; später verringert sich die Anzahl der Segmente durch Verschmelzung, nicht aber durch unvollkommene Entwicklung; die Körpersegmentation der erwachsenen Acarinen hat gar keine Bedeutung; weiter entspricht die anfängliche Genitalöffnung nicht der definitiven; also können die Betrachtungen des Autors über die Form des Herzens, des Darmkanals und des Nervensystems nicht angenommen werden. Die Ansicht des Autors über das vierte Beinpaar ist mir nicht klar; der Ansicht über die Tracheen widerspricht der Umstand, daß gerade bei den Acarinen, welche sich durch die Lage der Stigmen von den übrigen Arachniden unterscheiden, die Tracheen nicht vor der zweiten postembryonalen Periode auftreten; sie fehlen den Embryonen und den rechtsbeinigen Larven ganz und gar. Auch im gegebenen Falle ist, wie bei der Betrachtung über die Entstehung der Tracheen, die Argumentation von BERNARD nicht

stark und die Kritik der schon feststehenden Fakta ist ungenügend oder fehlt ganz. Wie ich bereits sagte, sehe ich, wie auch die meisten Gelehrten, in den Acarinen stark degenerierte Formen, deren Degeneration sich hauptsächlich in folgenden Eigentümlichkeiten derselben ausspricht: 1) fehlt die Körpersegmentation und alle Abschnitte des Körpers sind zu einem verschmolzen; 2) sind im Zusammenhang mit diesem Merkmal die Muskeln der Körperwandungen degeneriert; 3) ist der abdominale Abschnitt verhältnismäßig unbedeutend; 4) fehlen bei einigen Acarinen die Krallen an den Beinen; 5) hat das Herz, wenn es vorhanden ist, besondere Form, in anderen Fällen fehlt es; 6) sind die Augen schwach entwickelt oder fehlen ganz; 7) fehlen die Coxaldrüsen; 8) fehlt in vielen Fällen das Endosternit; 9) fehlen in einigen Fällen die Tracheen. Andere charakteristische Merkmale der Acarinen, wie die starke Entwicklung der dorsoventralen Muskelbündel, die vollständige Centralisation des Nervensystems, die ausschließlich thorakale Lage der Stigmen, die starke Entwicklung der sogenannten MALPIGHI'schen Gefäße, die Form des Darmkanals, das besondere sechsbeinige Larvenstadium, endlich die große Mannigfaltigkeit der Formen, deuten darauf hin, daß die Acarinen ein äußerster Entwicklungstypus sind, und verdienen gleichfalls Beachtung bei der Analyse ihrer Beziehungen zu den anderen Arachniden-Ordnungen.

Was diese letztere Frage, wie auch überhaupt die gegenseitigen Beziehungen der Arachnidengruppen betrifft, so muß eingestanden werden, daß wir mit der Entwicklung und sogar mit dem Bau der einzelnen Gruppen zu wenig bekannt sind, um solche Vergleiche auf fester Basis machen zu können. Nur provisorisch können wir die eine oder die andere Ansicht über die Beziehungen der einzelnen Arachnidengruppen zu einander äußern. Ebenso wenig verhelfen die paläontologischen Funde der Frage zu ihrer Entscheidung, da die Erhaltung der Weichteile bei der Mehrzahl der Arachniden ganz besonders günstige Bedingungen erfordert; hierdurch erklärt sich wohl auch, daß z. B. in den mesozoischen Ablagerungen Versteinerungen der Arachniden (außer einer zweifelhaften) ganz fehlen; die Solifugen sind als Petrefacten überhaupt unbekannt, dagegen finden sich Acarinen, Pseudoskorpione und Phalangiden (zweifellose Formen) erst in den caenozoischen Ablagerungen (ZITTEL l. c. bearb. von SCUDDER). Wie ich früher äußerte, scheint es mir sehr wahrscheinlich, daß die Arachniden sich in zwei Zweige geteilt haben; der eine Zweig mit den Skorpionen an der Spitze diente den Pedipalpen und

den Araneen, der andere aber, in welchem Formen, die in der Mitte zwischen den Pseudoskorpionen und den Solifugen stehen, zu den primitiveren Typen gehören, den übrigen Arachniden zum Ursprung¹⁾. Bei den ersteren existiert in der embryonalen oder sogar in der postembryonalen Periode ein deutlich segmentierter postabdominaler Abschnitt, als Atmungsorgane dienen Lungen (metamorphosierte Kiemen) und teilweise ihre Modifikationen (Dipneumones); bei den letzteren ist ein postabdominaler Abschnitt nicht zu bemerken (über Cheilifer vgl. Nr. 66, p. 157—158), als Atmungsorgane dienen ausschließlich, und zwar nicht selten baumförmige, Tracheen, die Stigmen sind in vielen Fällen am Cephalothorax gelegen.

Über die Beziehungen der einzelnen Ordnungen in einer jeden der genannten Gruppen, besonders aber in der zweiten, zu einander, kann man bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse von ihrer Entwicklung nur teilweise urteilen. In der ersten Gruppe weichen die Araneen, in der zweiten die Acarinen am meisten ab; auf diese Weise ist das Verhältnis der Araneen zu den Skorpionen in der ersten Gruppe dasselbe, wie in der zweiten das der Acarinen zu den Pseudoskorpionen und den Solifugen. Wenn man von den wenig untersuchten Cyphophthalmiden (und Gibbocellum) absieht, so kann man die Phalangiden als einen Zweig des Urstamms der zweiten Arachnidengruppe, der sich sehr früh löste, betrachten; ihre Ahnen standen wahrscheinlich einigen Anthracomarti (Familie der Architarbidae und Eophryoidae)²⁾ aus der Steinkohlenformation sehr nahe.

1) Die Stellung der Tardigraden ist, wie mir scheint, noch vollständig unbestimmt (vgl. die Parallele zwischen den Tardigraden und den Insektenlarven bei KENNEL, Nr. 27).

2) Die in der Steinkohlenformation vorkommende Ordnung der Arachniden, Anthracomarti (nach SCUDDER), ist augenscheinlich eine ganz und gar künstliche Gruppe; hierauf weist schon die zu bedeutende Verschiedenheit der Zahl der Abdominalsegmente bei den verschiedenen Repräsentanten der Gruppe (in einigen Fällen 4, in anderen bis 9) hin, das Gleiche ersieht man darauf auch aus dem Vergleich der verschiedenen Ansichten über die Anthracomarti: KAESCH (Nr. 23, p. 558) setzt auf Grund seiner eigenen Beobachtungen voraus, daß Anthracomartus durch die in der Steinkohlenzeit vorkommende *Protolycosa* und den gegenwärtigen *Liphistius* einen direkten Übergang zu den typischen ungegliederten Araneen bildet, das interessante Petrefakt *Kreischeria* aber hält er für eine den jetzigen Tragulidae sehr nahe Form, HAASE aber (Nr. 17) rechnet die

Ich glaube, daß nur solche allgemeine Bemerkungen bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse über die Entwicklung der Arachniden möglich sind; weitere embryologische Untersuchungen müssen vor allem auf die Entwicklung der Solifugen und der Pseudoskorpione gerichtet werden: diese Untersuchungen müssen die vorgeschlagene Teilung der Arachniden in zwei Zweige bestätigen oder umstoßen und müssen das Verhältnis dieser Formen zum Skorpion aufklären.

Mehrzahl der SCUDDER'schen Anthracomarti zu den Phalangiden, einen Teil zu den Pedipalpen, Araneen und Chernetiden; SCUDDER (ZITTEL, l. c.) endlich nimmt die Verwandtschaft der Anthracomarti (in weitem Sinne) mit den Pedipalpen und den Chernetiden an (auf die Ähnlichkeit von Kreischeria mit den Pseudoskorpionen deutete vor der Arbeit von KARSCH H. B. GEINITZ).

Die citierten Schriften.

-
- 1) BALFOUR, F. M., Notes on the development of the Araneina. Quart. Journ. of Microsc. Sc., Vol. XX, 1880.
 - 2) BARROIS, J., Sur le développement des Chelifers. Compt. rend. hebd. Acad. Paris, T. 99, 1884.
 - 3) — Recherches sur le développement des Araignées. Journ. de l'anat. et de la physiol. norm. et path. de l'homme etc., 1877.
 - 4) BEDDARD, F. E., On the possible origin of the Malpighian Tubules in the Arthropoda. Ann. and Mag. of Nat. Hist., (6) Vol. 4, 1889.
 - 5) BERNARD, H. M., Some observations on the relations of the Acaridae to the Arachnida. Journ. Linnean Soc. London, Vol. XXIV, 1892.
 - 6) — The stigmata of the Arachnida as a clue to their ancestry. Nature, Vol. 49, Nr. 1255, 1893.
 - 7) — An endeavour to show that the tracheae of the Arthropoda arose from setiparous sac. Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. Anat. etc., Bd. 5, 1892.
 - 8) BERTEAUX, L., Les poumons des Arachnides. La Cellule, V, 1892.
 - 9) BERTKAU, PH., Über den Verdauungsapparat der Spinnen. Arch. f. mikroskop. Anat., Bd. 24, 1885.
 - 10) CLAPARÈDE, ED., Studien an Acariden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 18, 1868.
 - 11) CRONEBERG, A., Über den Bau von Eylaïs extendens O. F. MÜLL. etc. (Russisch). Nachr. d. K. Gesellsch. Freunde Naturw., Anthropol. und Ethnogr., T. XXIX, 2. Lief., 1878.
 - 12) — Über die Entwicklungsstadien von Galeodes. Zoolog. Anzeiger, 10. Jahrg., 1887.
 - 13) DOHRN, A., Die Pantopoden des Golfes von Neapel. Fauna und Flora d. G. von Neap., 3. Monogr., Leipzig 1881.
 - 14) FAUSSEK, V., Studien zu der Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Afterspinnen (Phalangiidae). Arbeit. aus dem Zoologisch. Laborat. d. K. Univ. zu St. Petersburg, Nr. 3, 1891.
 - 15) FERNALD, H. T., The relationships of Arthropoda. Stud. from the Biolog. Laborat. of the Johns Hopkins Univers., Vol. IV, 1890.
 - 16) FÜRSTENBERG, M. H. F., Die Krätzmilben des Menschen und der Tiere, Leipzig 1861.

- 17) HAASE, E., Beiträge zur Kenntniss der fossilen Arachniden. Zeitschr. der Deutsch. Geolog. Gesellsch., Bd. 42, 1890.
- 18) HALLER, G., Die Mundteile und die systematische Stellung der Milben. Zoolog. Anzeiger, 4. Jahrg., 1881.
- 19) — Über den Bau der vogelbewohnenden Sarcoptiden (Derma-leichidae). Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 36, 1882.
- 20) HENKING, H., Beiträge zur Anatomie, Entwicklungsgeschichte und Biologie von *Trombidium fuliginosum* HERM. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 37, 1882.
- 21) HOEK, P. P. C., Report of the Pycnogonida. The Voyage of H. M. S. Challenger, Zool., III, 1881.
- 22) JOSEPH, G., *Cyphophthalmus duricornis*, eine neue Arachniden-gattung aus der Familie der Arthrogasterordnung. Entomol. Zeitschr., 1868.
- 23) KARSCH, F., Über ein neues Spinnentier aus der schlesischen Steinkohle und die Arachniden der Steinkohlenformation überhaupt. Zeitschr. der Deutsch. Geolog. Gesellsch., Bd. 34, 1882.
- 24) v. KENNEL, J., Die Verwandtschaftsverhältnisse der Arthropoden. Schrift. herausg. von der Naturf. Gesellsch. der Un. Dorpat, VI, 1891.
- 25) — Über einige Landblutegel des tropischen America. Zoolog. Jahrbücher, Bd. 2.
- 26) — Lehrbuch der Zoologie, Stuttgart 1893.
- 27) — Sitzungsber. der Dorpater Naturf. Gesellsch., Bd. 9, 1891.
- 28) KINGSLEY, J. S., The embryology of *Limulus*. P. II. Journ. of Morphol., Vol. VIII, 1893.
- 29) KISCHINOUE, K., On the development of *Araneina*. Journ. of the Coll. of Sc. Imp. Univ. Japan, Vol. IV, P. 1, 1890.
- 30) KOENIKE, F., Vorläufige Notiz über die Bedeutung der „Steifdrüsen“, *Atax crassipes* (MÜLL.). Zoolog. Anzeiger, 4. Jahrg., 1881.
- 31) KORSCHULT, E. und HEIDER, K., Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Jena, 2. Heft, 1891.
- 32) KOWALEWSKY, A., Ein Beitrag zur Kenntniss der Exkretionsorgane. Biolog. Centralbl., Bd. 9, 1889.
- 33) — Sur les organes excréteurs chez les Arthropodes terrestres. Congrès intern. de zoologie, 2. Sess. Moscou, 1. partie, 1892.
- 34) — Über die Exkretionsorgane bei einigen Insekten, Spinnen und Tausendfüßlern (Russisch). Abhandl. der Neuruss. Gesellsch. Naturforsch. Odessa, Bd. 14, 1889.
- 35) KOWALEWSKY, A. und SCHULGIN, M., Zur Entwicklungsgeschichte des kaukasischen Skorpions (*Androctonus ornatus*). Ibidem, Bd. XI, 1886 (Russisch). Auch in Biol. Centralbl., Bd. 6, 1886—1887.
- 36) KRAMER, P., Über die Typen der postembryonalen Entwicklung bei den Acariden. Arch. für Naturg., 57. Jahrg., Bd. 1, 1891.
- 37) — Grundzüge zur Systematik der Milben. Archiv für Naturg., 43. Jahrg., Bd. 1, 1877.
- 38) LANG, A., Lehrbuch der vergleichenden Anat., 2. Abt., Jena 1889.

- 39) LAURIE, M., The embryology of a Scorpion (*Euscorpius italicus*). Quart. Journ. of Microsc. Sc. (N. S.) Vol. XXXI, 1890.
- 40) LOCY, W. A., Observations on the development of *Agelena naevia*. Bull. of the Mus. of comparat. Zoology, vol. XII.
- 41) LOMAN, J. C. C., Über die morphologische Bedeutung der sogen. MALPIGHI'schen Gefäße der echten Spinnen. Tijdschr. der Nederl. Dierkund. Vereen., (2. Ser.) Deel I, 1885—1887.
- 42 a) — Altes und Neues über das Nephridium (die Coxaldrüse) der Arachniden. Bijtragen tot de Dierkunde. Amsterdam, 14. Aufl., 1888.
- 42 b) MAC-LEOD, J., Recherches sur la structure et les significations de l'appareil respiratoire des Arachnides. Arch. de biologie, T. V, 1884.
- 43) MÉGNIN, P., Note sur la faculté qu'ont certains Acariens, avec ou sans bouche, de vivre sans nourriture etc. . . Journ. de l'anat. et de la physiol., 12. Ann., 1876.
- 44) METSCHNIKOFF, E., Entwicklungsgeschichte der Chelifer. Zeitschr. für wiss. Zoologie, Bd. 21, 1871.
- 45) MICHAEL, A. D., British Oribatidae. Vol. I, London 1884.
- 46) — Observations on the anatomy of the Oribatidae. Journ. R. Microsc. Soc., (2 Ser.) Vol. III, 1883.
- 47) MONIEZ, R., Contribution de l'histoire naturelle de *Tyroglyphus mycophagus* MEGNIN. Mém. de la Soc. Zool. de France, T. V, 1892.
- 48) MORIN, J., Studien über die Entwicklung der Spinnen (Russisch). Abhandl. der Neuruss. Gesellsch. Naturfor. Odessa, Bd. 13, 1888.
- 49) MOSELEY, N. H., On the structure and development of *Peripatus capensis*. Philosoph. Transact., Vol. 164, 1874.
- 50) NALEPA, A., Die Anatomie der Tyroglyphen. I. Abt. Sitzungsab. Kais. Akad. Wissensch., Wien., Math.-Nat. Klasse, Bd. 90 (I), 1885.
- 51) OUDEMANS, A. C., Die gegenseitige Verwandtschaft, Abstammung und Klassifikation der sogen. Arthropoden. Tijdsch. der Nederl. Dierk. Vereen. (2. S.) Deel. I, 1885—1887.
- 52) PLATEAU, F., Recherches sur la structure de l'appareil digestif et sur les phénomènes de la digestion chez les Aranéides dipneumones. Bull. de l'Acad. Royale de Belgique, (2. Sér.) T. XLIV, 1877.
- 53) — Note sur les phénomènes de la digestion et sur la structure de l'appareil digestif chez les Phalangides. Ibidem, (2. Sér.) T. XLII, 1876.
- 54) Pocock, R. J., Liphistius and its bearing upon the classification of Spiders. Ann. and Mag. of Nat. Hist., (6 Ser.) Vol. X, 1892.
- 55) RAY-LANKESTER, E., *Limulus* and Arachnid. Quart. Journ. of Microsc. Sc., (2) Vol. XXI, 1881.
- 56) v. SCHAUB, V., Über die Anatomie von *Hydrodromus*. Sitzungsab. Kais. Akad. Wissensch., Wien., Math.-Naturw. Klasse, Bd. 97, 1888.
- 57) SCHIMKEWITSCH, W., Etudes sur l'anatomie de l'*Epeira*. Ann. des sciences natur., (6. Ser.) T. XVII, 1884.

- 58) SCHIMKEWITSCH, W., Les Arachnides et leurs affinités. Arch. de biol. slaves, T. I, 1886.
 - 59) — Etudes sur le développement des Araignées. Arch. de biologie, T. VI, 1885.
 - 60) SCHINDLER, E., Beiträge zur Kenntnis der MALPIGHI'schen Gefäße der Insekten. Zeitschr. für wiss. Zoologie, Bd. 30, 1878.
 - 61) STECKER, A., Anatomisches und Histologisches über Gibbocellum, eine neue Arachnide. Arch. für Naturgesch., 42. Jahrg., 1876.
 - 62) STEINMANN, G. und DÖDERLEIN, L., Elemente der Paläontologie, Leipzig 1890.
 - 63) STRUBELL, A., Zur Entwicklungsgeschichte der Pedipalpen. Zoolog. Anz., 15. Jahrg., 1892.
 - 64) STURANY, R., Die Coxaldrüsen der Arachnoideen. Arbeiten aus dem Zool. Inst. der Univers. Wien, T. IX, 1891.
 - 65) VEJDovsky, F., Sur un organ embryonnaire des Pseudoscorpionides. Congrès intern. de zoologie, 2. Sér., Moscou, 1. partie, 1892.
 - 66) WAGNER, J., Die Embryonalentwicklung von *Ixodes calcaratus* BIR. Arbeiten aus dem Zootom. Laborat. der Kais. Univ. zu St. Petersburg, No. 5, 1894.
 - 67) WEISSENBOHN, B., Beiträge zur Phylogenie der Arachniden. Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 20 (N. F. 13), 1887.
 - 68) WINKLER, W., Anatomie der Gamasiden. Arbeiten aus dem Zool. Inst. Wien, T. VII, 1888.
 - 69) ZENKER, W., Untersuchungen über Pycnogoniden. Arch. für die Anatomie, Physiol. etc., 1852.
 - 70) v. ZITTEL, K. A., Handbuch der Paläontologie, I. Abt., Bd. 2, 1885, München und Leipzig.
 - 71) ZOGRAFF, N., Materialien zur Kenntnis der Embryonalentwicklung von *Geophilus ferrugineus* L. K. und *G. proximus* L. K. (Russisch). Nachrichten d. K. Gesellsch. Freunde Naturw. Anthropol. und Ethnogr., Moskau, T. XLIII, 1883.
 - 72) — Note sur l'origine et les parentés des Arthropodes, principalement des Arthropodes trachéates. Congrès internat. de zool., 2. Sess., Moscou, 1. partie, 1892.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [NF_22](#)

Autor(en)/Author(s): Wagner Julius

Artikel/Article: [Beiträge zur Phylogenie der Arachniden. Über die Stellung der Acarinen. Die sog. Malpighi'schen Gefäße und die Atmungsorgane der Arachniden. 123-156](#)

