

Nach Pawlowsky soll in dem bindegewebigen Stroma des Herzens eine Schicht halbkreisförmiger, quergestreifter Muskeln liegen, die die Hauptmasse der Herzwand bilden. Mit dem Bindegewebe stehen die Fasern, an denen das Herz aufgehängt ist, in Zusammenhang. Außen von den halbkreisförmigen Muskelfasern, aber noch im Stroma, liegen feine Längsfasern ohne Spuren von Querstreifung. Was die Klappen der Herzostien anbelangt, so nehmen zwei Reihen von Ringfasern an ihrer Bildung teil, nicht nur eine wie im Herzen selbst. Am Rande der Klappe geht die Intima der Herzhöhle in das Perimysium seiner Außenfläche über.

Die Arterien gehen von der ventralen Oberfläche des Herzens aus und zwar von paarigen, metameren Klappen, die die Gestalt eines Muffs haben und aus ver-

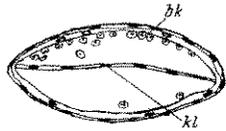


Abb. 90b. Querschnitt durch die Aorta eines jungen Skorpions, *Centurus insulanus*, die Klappe bei starker Vergrößerung zeigend (nach Petrunkevitch). *kl* Klappe, *bk* Blutkörperchen.

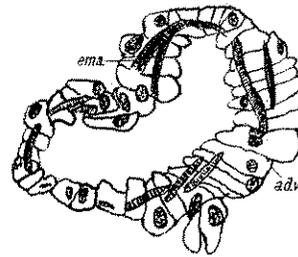


Abb. 91. Querschnitt durch das die Leber durchbohrende Gefäß, von *Bulbus eupaeus* (nach Pawlowsky). *ema* Muscularis, *adv* Adventitia.

zweigten Muskelzellen zusammengesetzt sind, die miteinander anastomosieren und von allen Seiten von einer dem Stroma des Herzens entsprechenden, bindegewebigen Membran umgeben sind. Die Wandung der angeschwollenen Basis der Arterien liegt dem äußeren Teil des Herzens an und besteht aus sternförmigen, quergestreiften Muskeln, die vom Perimysium umgeben sind. Eben solche sternförmige Zellen wie in der Tunica muscularis liegen auch im bindegewebigen Stroma des Herzens. Die Arterien sind von einer kernlosen, homogenen Lamelle bekleidet, während ein Endothel, wie bereits bemerkt, fehlt; im allgemeinen folgen sie aber demselben Bauplan wie das Herz, in dem die sternförmigen Zellen der Muscularis am bindegewebigen Stroma inserieren. In der Mittellinie der Dorsalfäche des Herzens verläuft der Sympathicus, der einzelne Nervenzellen enthält, die der Autor als möglicherweise autonome Herzzentren anzusehen geneigt ist.

8. Atmungssystem

Kein zweites Organsystem der Skorpione hat eine derartige Bedeutung erlangt und ein solches Interesse gefunden wie die Lungen, die außer den Skorpionen nur noch den Pedipalpen und einem Teil der echten Spinnen zukommen.

Sie sind bei den Skorpionen in vier Paaren vorhanden, deren Öffnungen auf den Sterniten des zehnten bis dreizehnten Abdominalsegmentes gelegen

sind (das siebente ist nur im Embryonalzustande vorhanden, das achte ist das Genital- und das neunte das Pectinalsegment).

Die Lungen (Abb. 92), für die es zahlreiche Bezeichnungen gibt („Booklungs“, Tracheenlungen, Blätter- und Fächertracheen, auch Kiemenlungen) bilden je eine Höhle, die durch die Einstülpung des Ektoderms auf der Fläche der Sternite entsteht und meist durch eine enge, spaltförmige, schief nach hinten und außen gerichtete, selten (nur bei *Teuthraustes* und *Chaetatas*) kreisrunde Öffnung (Stigma) nach außen mündet.

Diese Öffnung, die auch als Spiraculum oder Pneumostom bekannt ist, steht nur selten durch einen kurzen Gang („Pedicel“) mit der Lungenhöhle (Lungensack, Vorkammer, Vorraum, Vestibulum, äußere Luftkammer) in Verbindung, meistens mündet sie direkt in diese.

Blickt man in die Lungenhöhle von hinten hinein, so sieht man eine große Zahl von spaltförmigen Öffnungen, die



Abb. 92a. Horizontalschnitt durch die Lunge von *Teuthraustes witti* (nach Pawlowsky).

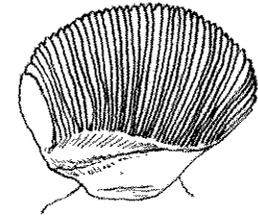


Abb. 92b. Lunge (Fächertrachee) von *Androctonus* (nach Schtschelkanowzew).

dadurch zustande kommen, daß breite Lamellen (Abb. 92), die horizontal gelagert und beiderseits an der Seitenwand der Höhle angewachsen sind, diese durchsetzen. Die durch das Stigma in die Lungenhöhle eintretende Luft kann in die Zwischenräume zwischen den Lamellen (Septen) eintreten. Diese Zwischenräume, die nach vorn blind endigen, sind als innere Luftkammern, „Säckchen“ (Purcell), beschrieben worden.

An der Vorderwand der einzelnen Lungen sind nun diese Septen befestigt. Es sind hohle, flachgedrückte Duplikaturen der Vorderwand, in deren Lumen das Blut aus der Leibeshöhle ebenso eintreten kann wie die Luft von hinten zwischen sie. Durch die dünnen Wände der Septen kann die Luft ihren Sauerstoff an das Blut in den Septen abgeben. Der Hohlraum dieser letzteren wird durch vertikale Zellsäulen offengehalten, die die beiden Wände des Septums in regelmäßigen Abständen miteinander verbinden, eine Erscheinung, die in ähnlicher Weise bei derartigen platten Hautduplikaturen immer wieder auftritt (es soll nur auf die Schale der Cladoceren, die Flughaut von *Draco* hingewiesen werden).

Infolge des Umstandes, daß die Lungenhöhle durch Einstülpung von außen gebildet ist, sind auch die Lamellen (Septen) außen durch eine dünne chitinige Bekleidung, innen dagegen durch die Hypodermis überzogen. Diese Chitindecke ist auf der dorsalen und ventralen Fläche jedes Septums verschie-

den dick. Der Hohlraum der Septen ist (nach Berteaux drei- bis viermal größer als derjenige der dazwischen liegenden „Säckchen“.

Laurie und andere Autoren geben für die Lungenlamellen der Skorpione an, daß sie im erwachsenen Zustande vertikal stehen, aber zuerst eine hori-

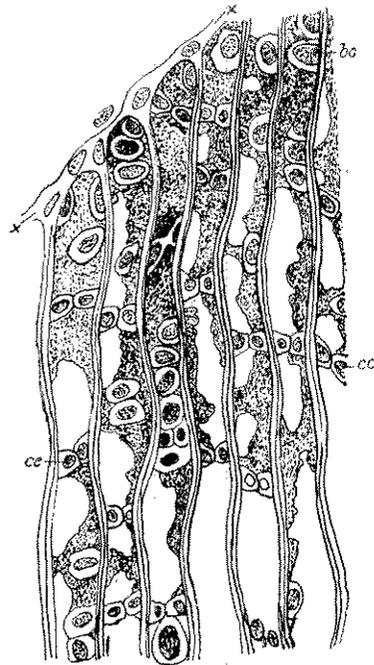


Abb. 92c. Querschnitt durch die Lungenlamellen von *Prionurus australis* (nach Lankester). *bc* Blutkörperchen, *cc* Zellsäulen, *x* Bindegewebe, das die Lungenlamellen an die Wand des zirkumpulmonären Blutsinus und aneinander befestigt.

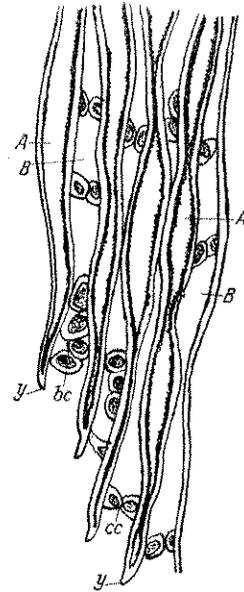


Abb. 92d. Querschnitt durch die Lungenlamellen von *Prionurus australis* (nach Lankester). *y* freie Enden der Lamellen, *A* Lufträume, *B* Bluträume, *bc*, *cc* wie vorige Abbildung, deren Fortsetzung zum freien Ende der Lamellen diese Abb. vorstellt.

zontale Lage besitzen; Kassianow (1914) aber hat letztere auch für den erwachsenen Skorpion nachgewiesen, was mit den Verhältnissen bei den übrigen lungenbesitzenden Arachnoiden übereinstimmt.

Eine große Rolle spielte die Ableitung der Skorpionlungen in der Kontroverse, die zwischen den Anhängern zweier Hypothesen bestand: ob nämlich die Skorpione von den Merostomen abstammen, also aus Landtieren Wassertiere geworden sind, oder aber die entgegengesetzte Annahme richtig sei. Vorausgeschickt möge werden, daß beide Richtungen darin übereinstimmen, daß zwischen den Skorpionen und Merostomen eine weitgehende und nicht etwa auf Konvergenz beruhende, sondern in naher verwandtschaftlicher Beziehung begründete Ähnlichkeit besteht, nicht allein im allgemeinen Habitus,

in der Zahl der Körpersegmente, der Verteilung derselben in gleicher Zahl auf ähnliche Regionen des Körpers (Cephalothorax, Prä- und Postabdomen), in bezug auf die Rückbildung der im Embryonalzustande vorhandenen gleichen Segmente (Prächeliceren- und Prägenitalsegment), im Bau, Funktion und Entwicklung der Gliedmaßen, die, wie die Innervation beweist, Stück für Stück bei beiden Gruppen identifiziert werden können, im Besitz eines Stachels am Ende des Körpers, im Fehlen von Antennen, in der Entwicklung des Entosternits sowie in der gesamten inneren Organisation.

Diesen zahlreichen Punkten der Übereinstimmung gegenüber, denen auch noch histologische Einzelheiten hinzugefügt werden können wie die Retinulae der Augen, die Zellsäulen innerhalb der Lungenlamellen, sind die vorhandenen Unterschiede unwesentlich. Daß Konvergenz hier nicht im Spiele ist, geht daraus hervor, daß es sich durchaus nicht um Anpassung an gleichartige Lebensbedingungen handelt, da ja diese die denkbar verschiedensten sind, denn die Skorpione sind ja Landtiere und zum großen Teil sogar Bewohner trockener Lokalitäten, während die Merostomen Wassertiere sind bzw. waren.

Während nun Ray Lankester und eine große Zahl von anderen Autoren annahmen, daß die Lungenhöhlen der Skorpione im Zusammenhang mit Gliedmaßen des Präabdomens entstehen, haben Versluys & Demoll die Ansicht ausgesprochen, daß sie mit den Sterniten der gleichen Region in Beziehung stehen.

Bereits Metschnikoff hat gezeigt, daß die Anlagen der Lungenhöhle hinter denjenigen der Abdominalbeine entstehen, und Brauer konnte nachweisen, daß die hintere Fläche der abdominalen Beine zur vorderen Wand der Lungenhöhle wird, die auch die Lungenblätter trägt. Schließlich geht aus Untersuchungen von Purcell hervor, daß die ersten Lungenblätter nicht erst im Inneren der Lungenhöhle, sondern bereits an der freien Oberfläche der embryonalen Extremität entstehen, ehe noch eine Einsenkung derselben zur Bildung der Lungenhöhle vorhanden ist.

Die große Übereinstimmung mit den Kiemenblättern von *Limulus* (auch in der Zahl, die bei diesem Tiere gegen 150, beim Skorpion bis 120 beträgt) in Bau, Lage und Entstehungsweise hat dazu geführt, die Ableitung der Skorpionlungen von den Kiemenblättern der Xiphosuren, also der landlebenden Skorpione von wasserlebenden Merostomen anzunehmen.

Demgegenüber haben nun Versluys & Demoll in einer Anzahl von Arbeiten (1919, 1921, 1922) wahrscheinlich gemacht, daß die Stammesentwicklung einen entgegengesetzten Weg eingeschlagen hat. Es werden die Blattfüße der Gigantotraken mit den Sterniten der Skorpione verglichen. Echte Gliedmaßen fehlen demnach den einen wie den anderen. Da nun aber die Sternite ursprünglich wie bei den Skorpionen unbeweglich sind, müssen sie bei den Gigantotraken sekundär beweglich geworden sein. Die Atmungsorgane lagen also zuerst, von den Sterniten bedeckt, im Inneren des Körpers. Wir sehen, daß sie bei den Skorpionen von geringer Größe sind

und einen engen Eingang besitzen, der aber für den Eintritt der Luft ausreichend ist.

Für das Leben im Wasser waren aber diese Atmungsorgane ungenügend, denn in dem sauerstoffärmeren, dabei wenig beweglichen Medium mußte eine weit größere respiratorische Oberfläche geschaffen werden, sowohl der Lamellen der Lungenhöhle selbst als der Stigmenöffnungen. Damit wurden die Sternite mit Ausnahme des vorderen Randes vollständig aus dem Zusammenhange mit dem Körper gelöst und bildeten die großen kiementragenden Chitinplatten, die wir bei *Limulus*, in einfacherer Form aber bei den Gigantstraken antreffen. Auf diese Weise erklärte es sich auch, daß die hintere oder dorsale Fläche der Blattfüße der Merostomen und die Ventralwand der zwischen ihnen sichtbaren Körpersegmente nur eine sehr zarte Chitinbekleidung haben, da sie ja nichts anderes als die Wand der einstigen Lungenhöhlen vorstellen.

Laurie (1892, 1896) hat die Oberflächenbeschaffenheit der Lungenlamellen systematisch zu verwerthen gesucht. Er findet bei einem Teil der Skorpione den freien Rand derselben mit kegelförmigen Dornen besetzt (spinose type); bei einer zweiten Gruppe gabeln sich diese Dornen am freien Ende und vereinigen sich durch ihre Gabeläste mit den benachbarten bogenförmig (arcade type); der dritte Typus besteht in der Ausbildung von netzartig verzweigten Leisten an der Oberfläche (reticulate type).

Die Bedeutung dieser Bildungen liegt darin, daß die Lamellen dadurch verhindert werden, sich dicht aneinander zu legen und so der freie Zugang der Luft in die Zwischenräume gesichert ist. Während die beiden ersten Typen keine wesentliche systematische Bedeutung haben, kommt der dritte nur bei den Buthiden vor.

Pawlowsky (1926), gegenwärtig wohl zweifellos der beste Kenner der Anatomie der Skorpione, hat die Ergebnisse Laurie's weiter ausgebaut und

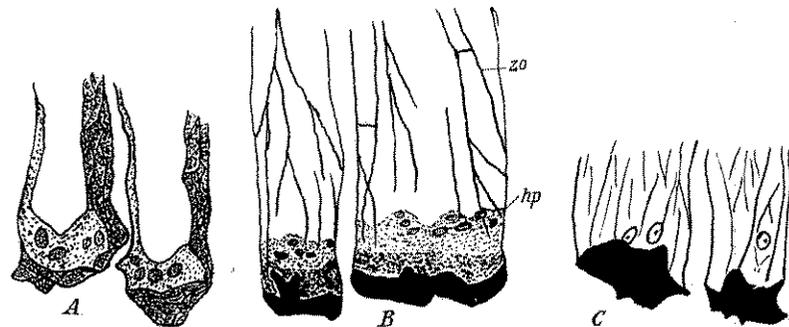


Abb. 93 A—C. Freie Ränder von Lungenlamellen des retikulären Typus: A von *Odonoturus dentatus* (Ränder mit netzartigen Leisten wie die Oberfläche), B von *Centrurus margaritatus* (Ränder mit dicker, höckeriger Oberfläche und grobem Netzwerk von Chitinleisten), C von *Grosphus madagascariensis* (Ränder mit winzigen Stacheln). zo Chitinleisten, hp Hypodermis (nach Pawlowsky).

namentlich eine große Anzahl von Gattungstypen untersucht. Den retikulären Typus der Lungenoberfläche fand er bei *Centrurus* und *Tityus*. Bei *Odonoturus* ist der freie Rand nicht verschieden von der Fläche, während er bei *Centrurus* höckerig ist, und die Leisten der Fläche auch weitschichtiger stehen (Abb. 93 A, B, C). *Grosphus* zeigt winzige Dornen am freien Rande, bildet daher mit *Lychas* und *Isometrus* einen Übergang zu dem stacheligen („barbate“) Typus, der bei *Buthus* und anderen Buthiden sehr ausgesprochen ist (Abb. 94).



Abb. 94a. Freie Ränder der Lungenlamellen von A *Anomalobuthus rickmersi* und B *Lio-buthus kessleri* (nach Pawlowsky). A Übergang vom retikulärspinösen Typus zum rein spinösen.

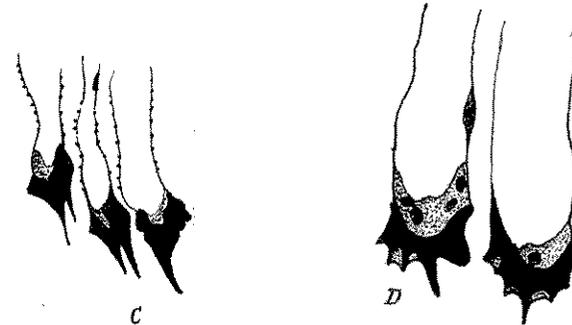


Abb. 94b. Freie Ränder der Lungenlamellen mit langen Stacheln: C von *Buthus caucasicus*, D von *Buthus hottentota* (nach Pawlowsky).

Chaerilus besitzt ein chitineses Netzwerk auf der Lungenfläche, wurde daher von Laurie zu den Buthiden gerechnet; der freie Rand ist unbewehrt, und es scheint demnach *Chaerilus* den Buthiden zum mindesten nahestehen. Auch *Calchas*, der auf einer Fläche ein chitineses Netzwerk, auf der anderen chitine Säulchen aufweist wie die Scorpioniden, steht also sowohl den Buthiden als den Chactoiden nahe. *Teuthraustes* gehört dem Bogentypus (arcuate type) an (Abb. 95a), *Broteas* (Abb. 95b) und *Broteochactas* dagegen sind durch einen dichten, büstenartigen Haarbesatz auf den Lamellenrändern ausgezeichnet. Von den Vejoviden besitzen manche (*Scorpiops*, *Vejovis*, *Hadrurus*) Lungen vom stacheligen Typus, während andere, *Uroctonus*, *Jurus* und *Caraboclonus*,

solche vom Bogentypus aufweisen. Alle Scorpioniden haben Lungen vom stacheligen Typus; Übergangsformen zum Bogentypus bei *Scorpiops*, ebenso alle bisher untersuchten Bothriuriden (*Bothriurus*, *Thestylus*, *Brachistosternus*).

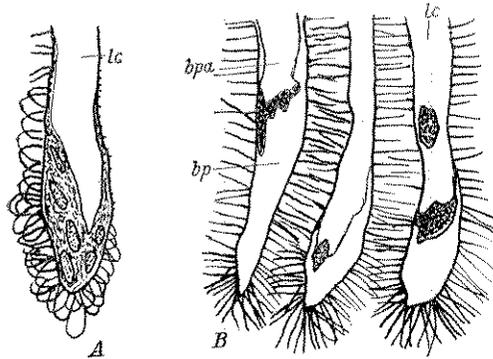


Abb. 95. Freie Ränder der Lungenlamellen von A *Teuthraustes witti* (Arkadentypus) und B *Broteus granimanus* (Ränder langborstig) (nach Pawlowsky). lc Höhle der Lungenlamelle, bp Lungenlamelle, bpa Lungenlamelle während der Häutung.

Pawlowsky machte auch zuerst aufmerksam auf die Beschaffenheit des Hinterrandes der Stigmenöffnungen, die, ähnlich wie der Bau der Fläche und des Randes der Lungenlamellen, für die einzelnen Familien der Skorpione sehr charakteristisch sind. Er unterscheidet folgende Hauptformen:

1. Hinterrand der Stigmen glatt, im Querschnitt etwas aufgewulstet bis zum Ansatz des Poststigmalmuskels (*Grosphus*) (Abb. 96).
2. Hinterrand höckerig (*Lychas*, *Isometrus*, *Scorpiops*, *Uroplectes*) (Abb. 97).
3. Hinterrand mit säulenförmigen, am freiem Rande abgerundeten Erhebungen (*Teuthraustes*, *Broteas*, *Broteochaetas*, *Uroctonus* und *Buthus acutecarinatus*) (Abb. 98a).

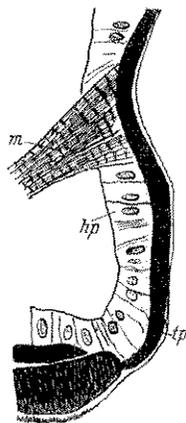


Abb. 96. Querschnitt durch die Stigmengegend von *Grosphus madagascariensis* (nach Pawlowsky). hp Hypodermis, m Poststigmalmuskel, tp Hinterrand der Stigmenöffnung.

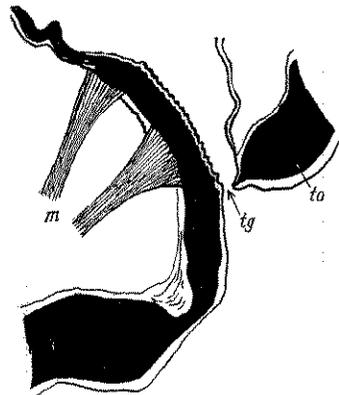


Abb. 97. Querschnitt durch den Vorder- und Hinterrand des Stigmas von *Lychas mucronatus* (nach Pawlowsky). m Poststigmalmuskel, tg Stigmenöffnung, to vorderer Rand des Stigmas.

4. Hinterrand sägezählig, mit dreieckigen, dicht aneinanderstehenden Stacheln (*Vejovis*) (Abb. 98b).

5. Hinterrand stachelig, die Stacheln getrennt stehend (bei verschiedenen Bothriden, ferner bei *Chaerilus*, *Hadrurus*, *Thestylus*, *Brachistosternus*) (Abb. 99a).

6. Hinterrand mit säulenförmigen, am Ende etwas erweiterten und abgestützten Erhebungen (alle Scorpioniden) (Abb. 99b). Bei *Calchas* bildet der Stigmenrand einen Übergang zu den beiden letzten Formen (5 und 6).

Pawlowsky hält diese Einrichtungen für solche zur Abhaltung von Staubteilchen und zum festeren Verschluss der Stigmenöffnungen.

Was das Vorkommen von Atembewegungen anbelangt, so hat zuerst Blanchard mit aller Bestimmtheit solche beobachtet und beschrieben, während seine Nachfolger zum weitaus größten Teile nichts dergleichen beobachten konnten. Plateau hat sich eingehend mit der Frage beschäftigt, jedoch mit durchaus negativem Resultate, sowohl durch direkte Beobachtung, durch Registrierapparate und durch Projektion; auch eine Bewegung der Stigmen konnte nicht festgestellt werden. Verfasser konnte an *Buthus gibbosus* gleichfalls keinerlei Atembewegungen wahrnehmen.

Im Gegensatz zu der früheren Anschauung, daß die Stigmenöffnungen der Skorpione unbeweglich seien, hat du Buisson (1925) durch Untersuchung von *Buthus* in kataleptischem Zustande nachgewiesen, daß zwar die Stigmen in der Regel ge-

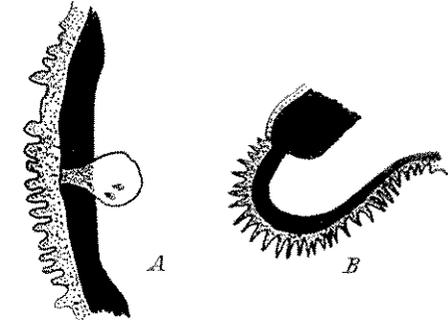


Abb. 98a. Hinterrand eines Stigmas von *Teuthraustes witti* (nach Pawlowsky) mit stumpfen, abgerundeten columellaren Fortsätzen, zwischen denen ein drüsiges Organ ausmündet.

Abb. 98b. Dasselbe von *Vejovis spinigerus* (nach Pawlowsky) mit spitzigen, dicht nebeneinanderstehenden Fortsätzen.



Abb. 99a. Hinterrand eines Stigmas von *Centruus margaritatus* (nach Pawlowsky) mit spitzigen Stacheln, die voneinander deutlich getrennt sind.



Abb. 99b. Dasselbe von *Hemihoplopus jascenkoi* (nach Pawlowsky) mit säulenförmigen, am Ende etwas erweiterten Fortsätzen.

geschlossen sind, aber, wenn der Skorpion vor Eintritt der Starre gereizt wird, die Stigmen zuerst offen bleiben, sich aber dann allmählich, und zwar alle acht gleichzeitig und in gleicher Weise schließen. Das geschieht in der Weise, daß unter dem Hinterrande des Stigmas sich sehr langsam ein Wulst vorschiebt und über die Öffnung hinweg vorschreitet, bis er unter dem Vorderrande angekommen ist; dieser Vorgang wird durch die eigene Elastizität des Wulstes bewirkt, während seine Zurückziehung durch einen Retraktor erfolgt, der am Hinterrande des betreffenden Sternits inseriert. Durch eine Verbindung des Wulstes mit der Hinterwand der Lungenhöhle kann gleichzeitig mit dem Öffnen und Schließen des Stigmas der die Lamellen umgebende Hohlraum erweitert oder verengert werden.

Dahl (1921) leitet die Atmungsorgane der Skorpione von intersegmentalen Querfalten oder Querwülsten des Präabdomens ab, von denen eine schon bei dem karbonischen *Palaeophonus caledonicus* in der Gelenkhaut des vorletzten Segments erkennbar ist. Er stellt sich vor, daß sich aus den Falten Blätter entwickelten. Damit würde es zusammenhängen, daß man am Abdomen auch der besterhaltenen Exemplare dieser paläozoischen Skorpione keine Stigmen findet.

9. Coxaldrüse

Die Coxaldrüse der Skorpione, von Ray-Lankester bei *Heterometrus cyaneus* als sehr großes, bei einem erwachsenen Tiere die Größe einer getrockneten Erbse erreichendes Organ von weißer Färbung beschrieben, entspricht derjenigen von *Limulus*, die Packard als „brick-red bodies“ bezeichnet hat.

Lankester (1882) beschreibt die Coxaldrüse (Abb. 100a) als einen Sack, dessen labyrinthische Oberflächenskulptur auf das Vorhandensein eines eben-

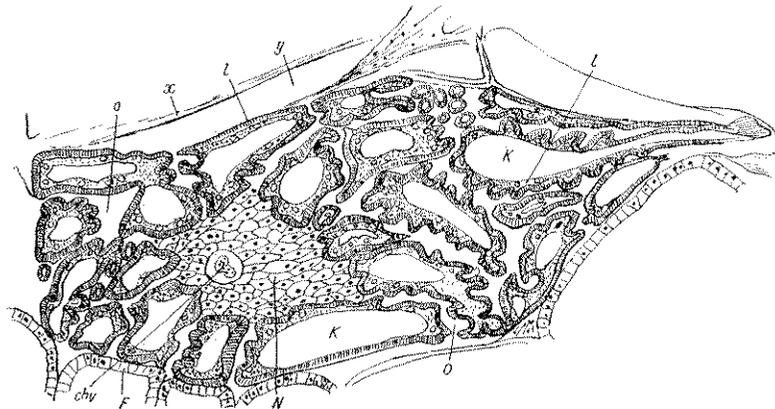


Abb. 100a. Querschnitt durch die Coxaldrüse von *Euscorpilus italicus* (juv.). *N* Markssubstanz, *cbv* Querschnitt durch ein Blutgefäß, *K* Lumen der Blindsäcke der Drüse, *o* Intercaecalräume, z. T. durch zartes Bindegewebe ausgefüllt (siehe Abb. 100 b), *l* Drüsenepithel, *F* Darmblindsäcke, *x* Bindegewebshülle der Drüse, *y* Blutlakune (nach Ray Lankester).

solchen Balkenwerkes zurückzuführen ist, das von der inneren Fläche des Sackes vorspringt und das Lumen in zahllose kleine Gänge aufspaltet, wie dies auch bei *Limulus* zu beobachten ist. Einen Ausführgang konnte er nicht auffinden.

Diese vorspringenden Balken oder Wände sind mit einem Epithel bekleidet, dessen Zellen viel höher sind als diejenigen der Coxaldrüse von *Limulus*, aber mit ihr in der Differenzierung der Zellen übereinstimmen, die im optischen Schnitt einen Ring von gestreifter Substanz bilden, der ein durchsichtiges Protoplasma mit zentralem Kern umgibt; diese Substanz nennt Lankester die „cortical substance“ (Abb. 101 b), im Gegensatz zu dem zentralen Protoplasma, der „medullary substance“, von der die Streifung gegen die Oberfläche der Zellen ausstrahlt.

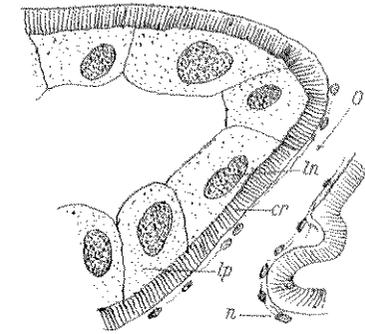


Abb. 100 b. Stück eines Blindsackes der Coxaldrüse von *Heterometrus cyaneus* (nach Ray Lankester). *cr* gestreifte Rindensubstanz des Drüsenepithels, *lp* Protoplasma der Drüsenzellen, *ln* Kerne der Drüsenzellen, *n* Kerne des Intercaecalbindegewebes, *o* Kanal desselben.

Die Balken, auf denen diese Zellen aufrufen, enthalten Hohlräume, die mit Blut gefüllt sind. Diese Räume sind größer als diejenigen, die zwischen

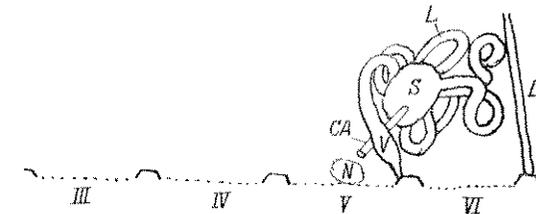


Abb. 101. Diagramm der Coxaldrüse des Skorpions. *D* Diaphragma, *S* Sacculus, *CA* Arterie zum Sacculus, *V* Bläsige Auftreibung des Ausführganges, *N* Nerv der 5. Gliedmaße, *L* Eine der Schlingen des Labyrinths (nach Buxton).

dem Balkenwerk der Drüse existieren und die ihr eigentliches Lumen vorstellen.

Vor Ray Lankester wurde die Coxaldrüse sowohl von Newport als auch von Léon Dufour gesehen und abgebildet, doch von ersterem nicht beschrieben, von letzterem als Speicheldrüse gedeutet.

Der Bau der Coxaldrüse (Abb. 101) hat erst durch Buxton (1913) eine zusammenfassende Bearbeitung gefunden. Er unterscheidet an der Drüse die folgenden Abschnitte: den Sacculus, den Sammelkanal, das Labyrinth, die Blase, den Ausführgang und die Ausmündung. Die Drüse ist sehr

kompakt und liegt der Basis der fünften und sechsten Gliedmaße gegenüber; ihr Hinterrand liegt an der Vorderfläche des Diaphragmas, das Pro- und Mesosoma trennt. Der Sacculus ist von den Schlingen und Windungen des Labyrinths umgeben und eingeschlossen, mit Ausnahme einer Stelle, wo die Blutzufuhr erfolgt. Mit dem Eintritt der Coxalarterie geht das Lumen des Sacculus in einen kurzen, undeutlich ausgesprochenen Sammelgang über, der ihn mit dem Labyrinth verbindet. Die Labyrinthschlingen gehen in ein gerades, etwas erweitertes Rohr über, das als Blase (Harnblase) bezeichnet werden kann; diese setzt sich in einen sehr engen, geraden Ausführgang fort, der innen mit Chitin bekleidet und jedenfalls auf eine Einstülpung der Außenwand zurückzuführen ist. Die Öffnung scheint auch bei erwachsenen Tieren zu funktionieren (entgegen vielen anderen Autoren).

An der Basis des sechsten Beines nähern sich die Schlingen des Labyrinths deutlich der Oberfläche, die beim Embryo (nach Brauer) fast erreicht wird, obwohl ein Durchbruch niemals beobachtet werden konnte. Doch erscheint diese Annäherung darauf hinzudeuten, daß auch am sechsten Bein wie am fünften eine Öffnung vorhanden war. Es ist wahrscheinlich, daß zwei ursprünglich getrennte Drüsen miteinander verschmolzen sind. In der Entwicklung findet Brauer, daß das Nephridium des sechsten Segmentes das letzte ist; es verschwindet später, während das vom Segment fünf, das zur Coxaldrüse wird und das vom Segment acht, aus dem die Genitalanlage hervorgeht, sich erhalten.

Die Blutversorgung geschieht durch die Arterie, die den Nerv des fünften Beinpaars begleitet und dort, wo sie dessen Basis erreicht, einen Ast entsendet, der von seinem Verlauf im rechten Winkel direkt zum Sacculus der Coxaldrüse zieht; sie erreicht diesen in einem Punkt, wo der Sacculus nahe an die Oberfläche der Drüse kommt. Die Arterie bricht hier ab und die Flüssigkeit passiert nun eine Masse von zelligem, lymphoidem Gewebe (Glomus) und bildet zahlreiche Lakunen, die in das Lumen des Sacculus hineinragen; auf diese, für die Arachniden im allgemeinen typischen Weise werden Glomeruli gebildet.

Über den histologischen Aufbau verdanken wir namentlich Packard (1884), Marchal (1892) und Bernard (1893) Einzelheiten. Marchal nimmt die von Ray Lankester (1894) eingeführten Bezeichnungen „medullary“ und „cortical“ auf und unterscheidet in der Medullarsubstanz zwei Arten von Lakunen, nämlich drüsige, deren meist sehr enges Lumen mit Drüsenepithel erfüllt ist und die dem Endsäckchen der Antennendrüsen der Crustaceen verglichen werden, und Blutlakunen, von einer membranösen Pulpa begrenzt, die das dünne Epithel von der Blutflüssigkeit scheidet. Diese Blutlakunen sind auch oft mit einem Coagulum gefüllt. Sie anastomosieren miteinander und bilden einen „spongy plexus“, also ein schwammiges Gewebe; sie öffnen sich in eine Zentrallakune, die viel weiter ist als die übrigen und direkt in die lange, von der Rindensubstanz gebildete Röhre mündet. Zwischen Medullar- und Corticalsubstanz ist ein Zusammenhang bisher noch nicht ge-

funden worden, wenigstens im erwachsenen Zustande. Sie entsprechen dem Endsäckchen und Labyrinth der Crustaceen. Um die Öffnung sind säulenförmige Zellen angeordnet, die an der freien Oberfläche angeschwollen, an der Basis schmal sind. Unmittelbar hinter der Öffnung gehen sie in Zellen über, deren Basalteil eine Streifung aufweist.

Die Sekretion aus der Corticalsubstanz geht durch Ausstoßung großer Bläschen am Ende der Zellen vor sich, ähnlich wie bei den Crustaceen. Die Zellen der Medullarsubstanz sind in der Mitte stark eingezogen, biskuitförmig.

Das Epithel des Endsäckchens wird als Differenzierung in einen abgeschnürten Teil des Cöloms gedeutet, das sich isoliert und zur Exkretion adaptiert hat. Die drüsigen Lakunen der Medullarsubstanz werden auf Aushöhlungen im differenzierten Bindegewebe zurückgeführt.

Den Ausführgang der Coxaldrüse an der Hinterfläche der Coxa des dritten Beines hat Loman (1888) und dann auch Bernard (1893) gefunden; es ist eine Rinne vorhanden, die an der Grenze der Coxa des dritten und vierten Beines gegen das Sternum verläuft. Er fand den Schleifenkanal stark gewunden und die Windungen durch Bindegewebe verbunden. Die Wände sind stellenweise ausgebaucht, aber nirgends verzweigt; an jeder der erweiterten Stellen befinden sich Kerne. Bernard leitet die Coxaldrüse von den Borstensäcken der Anneliden ab, die sich an die verschiedensten Funktionen anpassen können, und weist auf einen gewissen Zusammenhang zwischen Coxaldrüsen und Spinndrüsen hin, da letztere fehlen, wo die ersteren besonders entwickelt sind.

10. Lymphatische Drüsen

Eine Anzahl drüsiger Organe dieser Gruppe sind bei Skorpionen bekannt geworden. So vor allem die schon von Blanchard beschriebene Glande lymphatique, welche die Bauchganglienkeite in ihrer Ausdehnung im Cephalothorax und Präabdomen begleitet und durch Verzweigungen der unterhalb des Nervensystems verlaufenden Lakune durchbohrt wird (Supraneurale Lymphdrüse).

Dieses Organ wurde von den früheren Bearbeitern allgemein bloß als phagocytär betrachtet, während seine Fähigkeit, Leucocyten zu produzieren, erst durch Kollmann (1910) sichergestellt wurde.

Die Verzweigungen der subneuronalen Lakune teilen nun die Masse des Organs in Knötchen (Abb. 102A), die voneinander durch unregelmäßige, mit Blut gefüllte Räume getrennt sind. Jedes dieser Knötchen wird durch ein dichtes, zelliges Netz gebildet, das in seinen Maschen Zellen verschiedener Art enthält, die ganz mit denjenigen übereinstimmen, die man im freien Zustande im Blute vorfindet. Unter ihnen sind namentlich die „leucocytes hyalins stade I und II“ zu erwähnen; von diesen sind die ersteren, die auch viel zahlreicher sind, die einzigen der Drüse eigentümlichen Zellelemente, während die übrigen mit dem Blute zugeführt werden. Kowalewsky (1894) hat zuerst die phagocytäre Natur dieser Drüse erkannt, und Cuénot hat die phagocytären Elemente, die

mit Kollmann's hyalinen Leucocyten des Stadiums II identisch sind, beschrieben und gezeigt, daß, wenn man dem Skorpion in die Leibeshöhle Tusche injiziert, die freien Leucocyten des Blutes sich mit den Tuschepartikelchen beladen, namentlich aber die des Stadiums II, so daß sich die Drüse als Ganzes schwarz färbt; im Schnitt zeigt sich aber, daß diese Tuschkörner nur in den mit Leucocyten der Leibeshöhle gefüllten Verzweigungen der Subneurallakune auftreten, deren Leucocyten mit Tuschepartikeln beladen sind, und zwar fast nur die vom Stadium II (phagocytäre Leucocyten), während die vom Stadium I nur selten und ausnahmsweise Tuschepartikelchen enthalten.

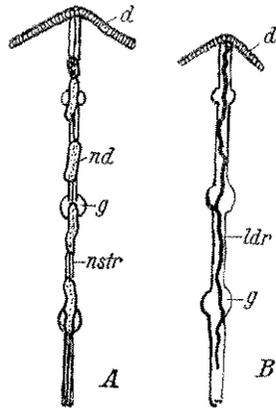


Abb. 102. Einfache lymphatische Drüse. A von *Buthus eupeus*, B von *Lychas mucronatus* (nach Pawlowsky), d Diaphragma, nd Lymphdrüsenknötchen, g Ganglion, nstr Nervenstrang, ldr strangförmige Lymphdrüse.

Die Frage, ob die lymphatische Drüse des Skorpions ein blutbildendes Organ sei, wurde von Kollmann in der Weise zu lösen versucht, daß er entweder die Tiere ausbluten ließ und das verlorene Blut durch physiologische Kochsalzlösung ersetzte oder aber durch Injektion einer großen Menge von Tusche eine Regeneration des Blutes veranlaßte, worauf sich Mitosen zeigten, während solche sonst äußerst selten zu beobachten sind. Aber es war auch eine Vermehrung der Elemente des Blutes im Vergleich mit dem Normalzustand, namentlich der Leucocyten des Stadiums I, sehr deutlich, wenn auch nicht zählbar, zu beobachten. Diese Regeneration des Blutes geht je nach dem Grade der Ausblutung mit verschiedener Schnelligkeit vor sich. Auch die Tuscheinjektion führte zum gleichen Ergebnis, so daß der Nachweis der lymphogenen Natur der lymphatischen Drüse des Skorpions erbracht erscheint, während sie nur so weit phagocytär ist, als sie Elemente enthält, die das Blut aus ihr entlehnt hat.

Im Vergleich zu den lymphogenen Organen der Crustaceen, die kontinuierlich funktionieren, erfolgt die Tätigkeit derjenigen der Skorpione vorwiegend anfallsweise.

Sokoloff (1908) gebraucht in Übereinstimmung mit Blanchard den Namen „lymphatische“ oder Lymphdrüse (Abb. 103) für dasjenige Drüsenorgan, das dorsal von der Bauchganglienreihe vom Diaphragma nach hinten zieht und die Supraneuralarterie umhüllt. Dazu kommt aber noch jederseits von ihr ein kurzer Drüschlauch, der als Lymphoiddrüse bezeichnet wird.

Es scheint nun in der Bezeichnung dieser Drüsenorgane eine Verwirrung eingetreten zu sein. Denn das, was Blanchard zuerst als „glande lymphatique“ benannt hat, also jenes Organ, das oberhalb des Nervenstranges gelegen und dessen Lumen nichts anderes als das Supraneuralgefäß ist, hat Kowalewsky als lymphoides, dagegen das obengenannte akzessorische Drüsenorgan

als lymphatisches Organ beschrieben; dieses liegt jederseits an einem Divertikel des Diaphragmas, das sich mit Zellen füllt und gegenüber der Coxaldrüse liegt. Dieses Organ bringt Abfallprodukte direkt vom Abdomen zur Coxaldrüse. Es stellt zweifellos eine Neubildung vor, und es gibt nichts Ähnliches bei anderen Arachniden, auch nicht im Embryonalstadium. Buxton (1913) fand es in dieser einfachen Form nur in den Familien der *Scorpionidae*, *Chaetidae* und *Vejoividae*, nicht aber bei irgendeiner Art der *Buthidae* und nimmt daher mit Recht an, daß sich Kowalewsky bei der Bestimmung der ihm vorliegenden Art, die er als *Buthus occitanus* beschrieb, geirrt und einen *Euscorpis* vor sich gehabt habe. Auch Pawlowsky fand dieses Organ bei keinem erwachsenen Buthiden. Es bildet eine Art Sack mit dicker, hyaliner Wand und liegt im Abdomen. Sein Inneres ist von kleinen lymphoiden Zellen eingenommen, zwischen denen auch große phagocytäre Bindegewebszellen gefunden werden. Sie wurden von Bruntz (1891) als Nephrocyten bezeichnet, weil sie Fremdkörper ausscheiden; sie führen aber auch das in den Darmblindsäcken aufgestapelte Nährmaterial den verschiedenen Organen zu.



Abb. 103. Lymphdrüse (l) und Lymphoiddrüse (l₁) von *Heterometrus indus* (nach Sokoloff), d Hinterrand des Diaphragmas.

Vorn ist eine Öffnung, die durch das Diaphragma zu der Kapsel der Coxaldrüse, nicht aber direkt in diese selbst führt. Die Wände des Sackes sind nicht muskulös, es setzen sich aber auch keine Muskeln an, so daß es sich nicht um einen Pumpapparat handeln kann; die Flüssigkeit dringt entweder durch die Wand, ein oder es werden Exkretprodukte durch die großen Phagocyten des Bindegewebes herbeigebracht, wo sie von den Lymphocyten verarbeitet und zur Coxaldrüse gebracht werden.

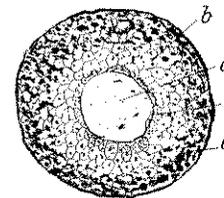


Abb. 104. Lymphdrüse im Querschnitt (nach Sokoloff). a Wand des Blutgefäßes, b mittlere Schicht der Drüse, c äußere Schicht, mit Tuschepartikelchen, d Blutgefäß.

Ventral von dem lymphatischen Organ und parallel zu ihm liegt ein großer Blutsinus, von dem aus dieses Organ mit Abfallprodukten beladen wird.

Im Gegensatz zu den Lymphdrüsen (Abb. 104), die nach Injektion mit Tusche als auch mit Karmin den Farbstoff aufnehmen, bleiben die Lymphoiddrüsen ganz farblos. Bei Karmininjektionen waren auch die Lungen ganz rot von Karmin, die rechten intensiver als die linken; die Ablagerung von Tusche, die in den Lymphdrüsen sehr stark war, konnte in den Lymphoiddrüsen nur an Schnitten wahrgenommen werden. Die Lymphdrüse ist bei *Heterometrus indus* (*Scorpio indicus*) 26—28 mm lang, das Lumen beträgt 130—150 μ und ist mit geronnenem Blut erfüllt, in dem die Leucocyten eingeschlossen sind.

Die Drüse umgibt das supraneurale Blutgefäß fast gleichmäßig von allen Seiten. Zwischen supra- und subneuralen Gefäß fand Sokoloff ein Quergefäß, das unter einem rechten Winkel vom supraneuralen nach unten abgeht, die Drüse durchbohrt, zwischen den beiden Nervensträngen weiterzieht und in das Subneuralgefäß einmündet. Das Gefäß liegt unweit vom zweiten Abdominalganglion und ein ähnliches hinter dem dritten Ganglion.

Die Lymphoiddrüsen sind 8—9 mm lang und bis 0,63 mm dick. Ihr Lumen sieht man bei erwachsenen Exemplaren schon mit bloßem Auge als hellen Strang durch die Längsachse der Drüse ziehen. Nach Kowalewsky sind sie Verlängerungen der thorakalen Leibeshöhle, was Sokoloff (1908) bestätigen konnte.

Die Verbindungsstelle der Leibeshöhle mit der Drüse ist sehr dünn (52μ), die Dicke des Drüsenlumens aber 125μ (Abb. 106). Die Drüsenwände sind nicht deutlich abgegrenzt und bestehen aus lockeren Bindegewebsfaserbündeln, die in verschiedenen Richtungen verlaufen und freie Räume zwischen sich lassen. Leucocyten liegen im Lumen, aber auch zwischen den Faserbündeln. Ihr Plasma ist durchscheinend, un- deutlich granuliert, der Kern rundlich mit Chromatinkörnern. Ihre Länge beträgt $12—18 \mu$, ihre Kerne $6—7 \mu$.

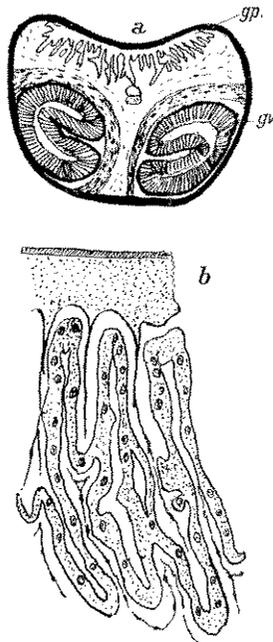


Abb. 105. Glandula plicata vom Postanalsegment von *Bothriurus vittatus* (nach Pawlowsky). a Querschnitt der Blase. gp Glandula plicata, gv Giftdrüse, b Ausschnitt der G. plicata aus a stärker vergr.

die unpaare Lymphdrüse hat die Form eines zusammenhängenden Bandes, das bei *Scorpio*, *Opisthacanthus*, *Vejovis* und anderen nicht bis zum dritten Ganglion des Bauchnervenstranges reicht oder das

Pawlowsky (1924) unterscheidet einen einfachen Typus des Lymphsystems, nur aus der unpaaren supraneuralen Lymphdrüse bestehend und nur bei beiden Buthiden vorkommend (Abb. 102), von dem „Complex type“, der aus der obengenannten Drüse und der paarigen, sackförmigen Lymphdrüse zusammengesetzt ist (Abb. 103), letztere als Divertikel des Diaphragmas entstanden. Bei manchen Buthiden besteht die unpaare Drüse aus einzelnen, verschieden großen und nicht miteinander zusammenhängenden Knötchen (*Buthus* u. a. Gattungen), während die Drüse bei anderen (*Lychas*, *Uroplectes*) bandförmig ist und sich durch das ganze Präabdomen erstreckt. Beide Typen sind verbunden durch *Buthus* (*Prionivurus*) *australis*, bei dem die Knötchen aneinanderstoßen und das Organ von bedeutender Dicke ist. Das „Complex system“ kommt bei den Chactiden, Vejoviden, Bothriuriden und Scorpioniden vor;

Präabdomen in seiner ganzen Länge durchzieht (*Hadrurus*, *Bothriurus*, *Broteas*). Die paarigen Lymphoidorgane sind entweder kurz, eiförmig (*Hadrurus*) oder lang, röhrenförmig (*Scorpio*, *Heterometrus*, Abb. 103).

Eine besondere Art von Drüsen konnte Pawlowsky (1918) bei *Bothriurus vittatus* (Abb. 105, 115a) und zwar ausschließlich beim ♂ nachweisen. Sie ist auf der dorsalen Seite der Giftblase und zwar unterhalb einer medianen Vertiefung gelegen. An dieser Stelle ist das Chitin etwas verdickt; die dünne, darüberliegende Cuticula färbt sich mit Giemsa blau, das darunterliegende Chitin, das auf der Oberfläche senkrecht gestreift erscheint, färbt sich aber nicht. Unter dieser Chitinschicht bildet nun die Hypodermis zahlreiche Falten, die in der Mitte tiefer sind als an der Peripherie. Von der Hypodermis lösen sich feine Faserbündel ab, die bis an das Ende der Falten hinziehen. Die Zellen sind größer als die der übrigen Hypodermis, die Kerne sind kugelig, mit Nucleolen und einem feinkörnigen Chromatinnetz. Die innere Fläche der Falten ist mit einer dünnen Basalmembran bekleidet, dazwischen befinden sich bindegewebige Elemente.



Abb. 106. Teilstück der Lymphoiddrüse von *Heterometrus indus* (nach Sokoloff). bk Bindegewebskerne, lc Leucocyten.

Nur bei dieser Art der Gattung wurde die beschriebene Drüse (Glandula plicata) gefunden, und die Vertiefung auf der Oberseite der Giftdrüse zeigt sich nur noch bei *Bothriurus burmeisteri* als schwache Furche. Die Sekretion aus der Drüse dürfte durch das gestreifte Chitin hindurch erfolgen; ihre Funktion ist unbekannt.

11. Giftdrüsen

Begreiflicherweise ist es schon lange bekannt, daß die Übertragung des Skorpiongiftes in den menschlichen oder tierischen Körper mit Hilfe des Giftstachels erfolgt, der das Hinterende des Postanalsegmentes (Telson) bildet, und es war daher naheliegend, das Giftreservoir in der Blase zu suchen, an deren Hinterende sich der Stachel befindet. Die Gestalt der Giftblase ist innerhalb der einzelnen Gattungen der Skorpione nicht unbeträchtlichen Modifikationen unterworfen; sie kann — bei meist geradem Dorsalrand — von elliptischem, spindelförmigem oder walzenförmigem Umriß sein. Wenig variiert dagegen der Giftstachel selbst, der mehr oder weniger gebogen ist (Konkavität nach abwärts gerichtet) und von meist nicht stark verschiedener Länge (Abb. 107); ein Dorn unterhalb des Stachels, vom Hinterrande der Blase nach hinten gerichtet, ist bei den Buthiden, namentlich in der Unterfamilie *Centrurinae*, sehr verbreitet. Die Form der Blase bildet mitunter ein

recht auffälliges sekundäres Geschlechtsmerkmal, wie in den Gattungen *Euscorpius* und *Hemiscorpion*. Die Ausmündungen der Ausführungsgänge der Giftdrüse liegen wie bei den Giftzähnen der Giftschlangen nicht an der Spitze, sondern vor dieser, aber zu beiden Seiten des Stachels.

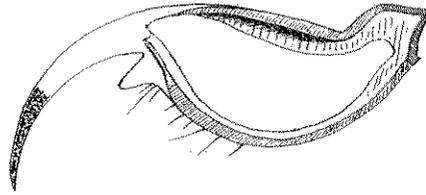


Abb. 107. Längsschnitt durch das Postanalsegment von *Centruurus gracilis* (nach Pawlowsky).

Die Beschreibung des Giftapparates der Skorpione beschränkte sich bei den meisten Autoren von Meckel bis Dufour auf das, was makroskopisch zu sehen war. Das Vorhandensein von zwei Giftdrüsen, die außen dem Integument anliegen, innen aber einen Muskelbelag aufweisen, der die Drüse von dem in der Blase gelegenen Teil der Leibeshöhle abgrenzt, von Ausführungsgängen, die bis zu der paarigen Ausmündung an der Spitze des Stachels führen, war bekannt; doch glaubt Blanchard, daß die Ausführungsgänge miteinander zu einem gemeinsamen Gang verschmolzen seien, der mit zwei seitlichen Öffnungen vor der Spitze des Stachels nach außen mündet. Doch hat sowohl J. Müller als auch L. Dufour den getrennten Verlauf der Ausführungsgänge bis zu deren Ausmündungen nachgewiesen.

Joyeux-Laffuie hat die Drüsen auf Schnitten untersucht und gefunden, daß die Giftdrüsen die Form eines gefalteten Sackes aufweisen, dessen Innenrand von hohem Zylinderepithel gebildet wird, dessen Ausscheidung das Gift ist. Er hat seine Untersuchung an *Buthus occitanus* durchgeführt. Eine sehr ausführliche Arbeit verdanken wir Pawlowsky (1927), der ein großes Material daraufhin untersucht hat. Er fand, von den *Chaetidae* ausgehend, eine immer weiter fortschreitende Differenzierung des Giftapparates bis zu den höchstentwickelten Formen aus der Familie der *Buthidae*.

Gehen wir von den *Chaetidae* (Abb. 108), also dem gewöhnlichen, europäischen *Euscorpius carpathicus* aus, so finden wir im Innern der Giftblase zwei vollständig getrennte, eiförmige Drüsen, die entsprechend der Form der Blase selbst einen oberen geraden und einen unteren gewölbten Rand besitzen und am hinteren Ende plötzlich in einen engen, zylindrischen Ausführungsgang übergehen, der aus einem kurzen, einer Muskelhülle entbehrenden basalen Teil besteht, der den Übergang zu dem eigentlichen Ausführungsgang bildet, und aus einem langen, dünnen Rohr, dem Ausführungsgang selbst, der in seiner ganzen Länge von einer Chitinhülle ausgekleidet ist, die durch Einstülpung von der äußeren Mündung des Ganges entstanden ist (Abb. 108a). Dieser Gang wird von einer Schicht von Epithelzellen gebildet, die aber an der Sekretion nicht beteiligt sind und längliche Kerne besitzen.

Jede Drüse hat im Querschnitt die Gestalt eines dorsoventral verlängerten Ovals, das außen der Hypodermis anliegt, nach innen aber oben und unten von

einer halbkreisförmig verlaufenden Muskelhülle begrenzt wird, die aus quergestreiften Fasern gebildet und von der die Drüse selbst durch ein faseriges Gewebe mit runden Kernen getrennt ist.

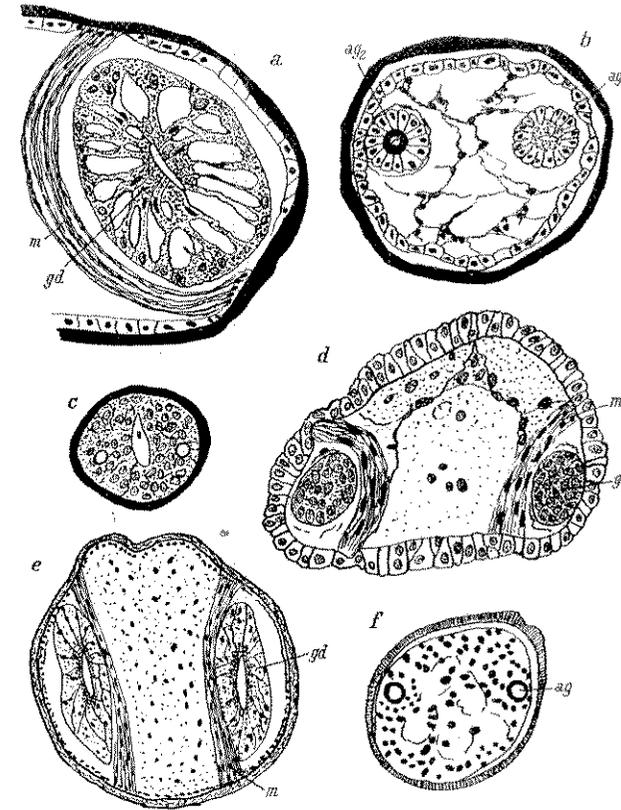


Abb. 108. Querschnitte durch das Postanalsegment von *Euscorpius* (juv.). a Hälfte eines Schnittes im Niveau des größten Durchmessers der Giftdrüse. b Schnitt im Niveau des Anfanges der Ausführungsgänge; rechts an der Übergangsstelle, links schon mit Chitin ausgekleidet. c Schnitt durch den distalen Teil des Stachels, mit zwei Ausführungsgängen der Giftdrüse. d Schnitt durch das Postanalsegment eines neugeborenen *E. mingrelicus*; die Giftdrüsen werden durch eine kompakte Masse embryonaler Zellen gebildet. e Schnitt durch das Postanalsegment im Niveau des größten Durchmessers der Giftdrüse. f Schnitt durch den distalen Teil des Stachels eines neugeborenen Skorpions. gd Giftdrüse, ag, ag₁, ag₂ Ausführungsgang, m Muskel (nach Pawlowsky.)

Bei *Euscorpius* (Abb. 108b) ist nun die Drüse ein einfacher, nicht gefalteter Sack mit dicken Wandungen, die von sehr hohen prismatischen Epithelzellen gebildet werden, deren Kern stets sehr klein und basal gelegen ist. Außerdem enthält die Zelle Sekretkörner, die — je nach dem Zustande der

Sekretion — kleine Körnchen oder große Kügelchen vorstellen. Flache Stützzellen trennen die Epithelzellen voneinander und liegen in mehreren Reihen zwischen den Epithelzellen; ihre Kerne sind nahe der inneren Oberfläche der Drüse rund, sonst länglich.

Bei *Euscorpius carpathicus* (Abb. 114a, b) ist die Verschiedenheit in der Form der Giftblase bei beiden Geschlechtern sehr auffällig; die Giftblase ist beim ♂

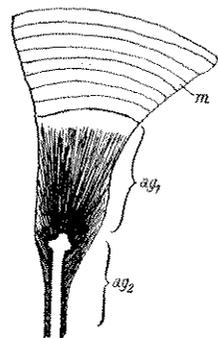


Abb. 108a. *Euscorpius carpathicus*, Übergang der Giftdrüse in den Ausführungsgang. *m* Hülle der Giftdrüse, aus quergestreiften Muskeln bestehend, *ag* Ausführungsgang, innen mit Cuticula bekleidet, *ag₁* Übergangsteil (nach Pawlowsky).

sehr stark angeschwollen, ihre untere Kontur sehr konvex und sehr deutlich vom Stachel abgesetzt, beim ♀ aber viel schlanker und allmählich in den Stachel übergehend. Bei den übrigen Arten ist der Unterschied weniger auffallend, bei *E. flavicaudis* überhaupt nicht bemerkbar. Die Drüse des ♂ hat dabei im Niveau ihrer größten Dicke ein zweieinhalbfaches hohes Epithel als die des ♀ und die Drüse selbst ist doppelt so hoch wie die des ♀ (Abb. 109); dagegen ist die Muskelhülle beim ♀ dicker als beim ♂, und zwar am meisten auf der oberen Fläche, während sie beim ♂ überall gleich dick ist.

Im Gegensatz zu dem, was wir bei *Euscorpius* finden, ist bei dem transkaukasischen *Calchas nordmanni* gerade beim ♂ die Blase kleiner und schwächer als beim ♀. Im Bau der Drüse ist aber kein Unterschied von *Euscorpius* zu beobachten.

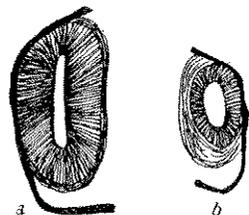


Abb. 109. Hälfte eines Querschnittes durch das Postanalsegment von *Euscorpius carpathicus*. *a* ♂, *b* ♀ (nach Pawlowsky).

Von den Chactiden ist (Abb. 110c), wie bereits bemerkt, in der Gattung *Hemiscorpion* ein Unterschied der Geschlechter insofern zu bemerken, als die Blase beim ♂ langgestreckt walzenförmig ist, mit sehr kurzem, deutlich abgesetztem Stachel. Im Querschnitt ist deutlich eine starke, einspringende Falte an der Innenwand der Drüse bemerkbar; das Epithel der Drüse ist von sehr verschiedener Höhe, die Muskelhülle dringt am oberen Rande derselben ziemlich weit zwischen das Epithel und die Hypodermis vor.

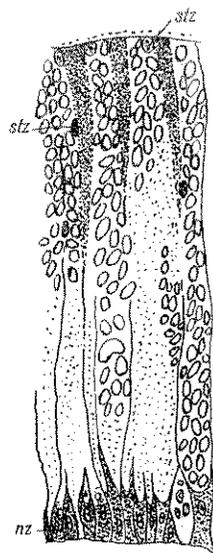


Abb. 108b. Teil eines Längsschnittes durch die Epithelschicht der Giftdrüsenwandung von *Euscorpius carpathicus*. *stz* Stützzellen, *nz* Drüsenzellkerne (nach Pawlowsky).

Mehr Falten (2—3) sind bei der Drüse von *Scorpio maurus* (Abb. 110b) an deren Innenwand vorhanden; sie sind auch am oberen und unteren Rand, nicht aber an der Außenwand zu beobachten.

Noch größer ist die Zahl dieser Falten bei den *Buthidae* (Abb. 110a), am wenigsten zahlreich noch bei *Buthocolus* wegen der geringen Größe der Blase; hier aber auch am Außenrande; bei *Buthus* sind schon fünf bis zehn vorhanden.

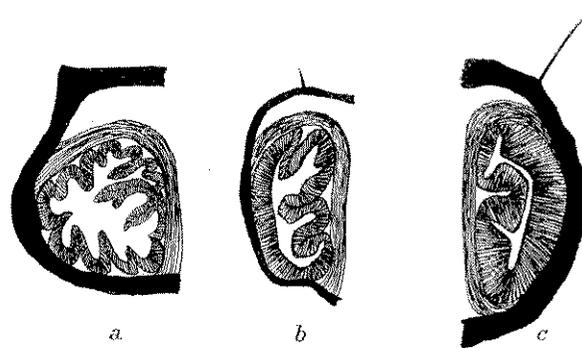


Abb. 110. Hälfte eines Querschnittes durch das Postanalsegment von *a* *Buthus australis*, *b* *Scorpio maurus*, *c* *Hemiscorpion lepturus* (nach Pawlowsky).

Die Drüse (Abb. 111) durchläuft hier in ihrer Entwicklung Stadien, die dem Zustand bei den *Chactidae* und *Scorpiomidae* entsprechen, indem sie im Embryonalzustand einen einfachen, ungefalteten Sack vorstellt und in der Jugend eine nach innen einspringende Falte aufweist; demnach ist eine tatsächliche postembryonale Entwicklung vom einfachen zum gefalteten Sack bei den *Buthiden* zu erkennen.

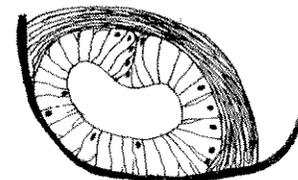


Abb. 111. Hälfte eines Querschnittes durch das Postanalsegment von *Buthus eupeus* juv. (nach Pawlowsky).

Was die Entwicklung der Giftdrüsen anbelangt, so erfolgt sie in den letzten Stadien der Embryonalentwicklung, also nach Laurie in der Zeit von der Entwicklung der Gliedmaßen bis zur Geburt der Embryonen, und zwar durch eine paarige Einstülpung des Epiblasts im Endsegment. Die beiden Drüsen und ihre Ausführungsgänge sind von allem Anfang an voneinander getrennt.

Dagegen gibt Pereyaslawzewa an, daß der Ausführungsgang unpaar in Form einer sackförmigen Einstülpung angelegt wird, der sich später gabelt, wobei jeder Ast sich an einen seitlich gelegenen Sack anlegt, der histologisch eine Drüse vorstellt, die als die künftige Giftdrüse anzusehen ist. Die Drüsen selbst werden durch kompakte Massen von Embryonalzellen angelegt, die später auseinandertreten und eine Höhlung bilden.

Auf Querschnitten durch einen neugeborenen Skorpion aus der Familie *Chaetidae* (*Euscorpius mingrelicus*) bemerkt man jederseits dicht unter der Hypodermis eine ovoide Anhäufung ektodermaler (?) Zellen, die die Anlage der Giftdrüsen vorstellen und eines Lumens vollständig entbehren. Jede dieser beiden Drüsenanlagen ist nicht allein von Zellen umgeben, die die Form von Fasern mit dicken, stäbchenförmigen, dicht mit Chromatin gefüllten Kernen besitzen, sondern sie sind bereits nach innen durch eine dichte Schicht faseriger Zellen abgegrenzt, in deren sonst übereinstimmenden Kernen das Chromatin in Körnchen angeordnet ist. Es sind dies die Myoblasten, die die Muskelauskleidung liefern, die gemeinsam mit dem Integument die Drüse begrenzt und inkapselt. Die beiden Kapseln sind in der Mediane weit voneinander getrennt; der zwischen ihnen befindliche Raum steht mit der Leibeshöhle des Embryos in Zusammenhang und ist mit einer Flüssigkeit gefüllt, in deren Niederschlag im Präparat vereinzelt Zellen verschiedener Größe gefunden wurden.

Wo sich das Endsegment verengert, wird die Schicht der Myoblasten dünner und verschwindet schließlich gänzlich, während die Drüsenanlage kompakt bleibt. An der Übergangsstelle zum Ausführungsgang entsprechenden Stelle ordnen sich die Zellen der Anlage längs dessen Wandung an, wobei sie niedriger werden und nun ein Lumen von regelmäßiger Gestalt umgeben, das etwas gegen die Öffnung zu eine chitinöse Hülle erhält und nun den eigentlichen Ausführungsgang vorstellt, in die Hypodermis übergeht und schließlich mit seiner chitininigen Cuticula in das Chitin des äußeren Integuments umbiegt. Die von der Drüse her noch bestehende faserige Hülle geht in dieser Strecke verloren.

In weiteren Entwicklungsstadien erhält die Drüse eine spaltförmige Höhlung mit glatter Wandung. Die Drüse wächst so weit heran, daß sie schließlich mit ihrer Muskelhülle diejenige der anderen Seite in der Mittellinie fast berührt. Der Übergangsabschnitt des Ausführungsganges ist dann bereits aus hohen Zellen mit runden oder ovalen Kernen gebildet, die an ihrer Basis liegen; im Ausführungsgang selbst sind die Zellen kubisch.

Als Vertreter der *Scorpionidae* wurden neugeborene Junge von *Palamnaeus* (*Heterometrus*) *indicus* (*indus*) untersucht. Das wichtigste Ergebnis ist, daß diese Jungtiere eine Giftdrüse in Form eines glattwandigen Sackes besitzen, wie er für die erwachsenen *Chaetidae* charakteristisch ist, und daß die Faltung erst im Laufe der weiteren Entwicklung eintritt.

Die Kerne der dicken Wand der Drüse sind sehr verschieden in Gestalt und Größe und in zwei Schichten angeordnet, bei etwas vorgeschrittenem Alter aber mehr gleichmäßig und auch regelmäßiger angeordnet, meist in zwei bis drei Schichten im basalen Teil der Zellen.

Was schließlich die Giftdrüse von *Prionurus*-Embryonen (*Prionurus crassicauda* aus der Familie der *Buthidae*) anbelangt, so ist hier die Drüse ganz im unteren, seitlichen Winkel des Segmentes gelegen, durch eine Myoblastenschicht von der Höhlung des Segmentes abgesondert. Die Drüse ist im Querschnitt vertikal-oval mit schmalem Lumen.

Die Zellen der Wandung liegen in mehreren Reihen angeordnet, zum Teil mit großen Vakuolen im Protoplasma und häufig mit in karyokinetischer Teilung begriffenen Kernen. Dicht unterhalb der inneren Oberfläche der Wandung liegen die Kerne der künftigen Stützzellen. Auch hier ist im Embryonalstadium die Drüse eine kompakte Zellmasse, die erst bei der Geburt einen Hohlraum und zuerst wieder die Gestalt eines glattwandigen Sackes, in der weiteren postembryonalen Entwicklung durch Ausbildung von Falten die definitive Gestalt erhält; dabei nimmt die Zahl der Falten mit zunehmendem Alter zu (bei *Buthus eupeus thersites* ist zuerst nur eine vorhanden).

Es geht also daraus hervor, daß auch bei den *Buthidae* die Entwicklung mit der Ausbildung eines glattwandigen Sackes, wie er bei den *Chaetidae* zeitlich persistiert, beginnt, letztere daher in dieser Hinsicht als die primitivsten Skorpione anzusehen sind.

Die von Pawlowsky aus diesen Ergebnissen im Zusammenhang mit den Ergebnissen aus der Untersuchung anderer Organe gezogenen phylogenetischen Schlüsse sollen im Abschnitt „Phylogenie“ behandelt werden.

12. Fettkörper

Schon Blanchard hat die Anhäufungen des Fettkörpers bei *Buthus* beschrieben und Kowalewsky gibt zwar eine eingehendere histologische Beschreibung, vermag aber der Topographie nichts Wesentliches beizufügen. Nach ihm besteht die Hauptmasse aus ziemlich großen Zellen, die in mehr oder weniger großen Mengen Fettkugeln und Kristalle enthalten. Sie absorbieren gierig Karmin und färben sich intensiv rot. Im Abdomen sind sie ebenso wie im Cephalothorax vorhanden, umhüllen fast alle Organe, wenn auch in dünner Schicht. Unterhalb des Herzens tritt der Fettkörper in Form einer symmetrischen Anhäufung von Zellen auf („agglomeration pericordiale du tissu adipeux“) und wird als Kissen „Coussinets“ auf der dorsalen und ventralen Seite, den Segmenten des Abdomens entsprechend, angetroffen (ein Paar im Cephalothorax, sieben Paare im Abdomen, sowohl ventrale als dorsale). Die dorsalen Kissen sind kegelförmig, setzen sich mit breiter Basis an das Herz und mit der Spitze am dorsalen Integument an; der folgende Passus in der Beschreibung: „zwischen Herz und Perikard“, zunächst nach dem Vorausgegangenen unverständlich, erklärt sich dann aber dadurch, daß die dorsalen Kissen an der Stelle, wo die Muskeln sich mit dem Perikard vereinigen, auch an der Innenfläche desselben vorkommen. Sie werden den Perikardialzellen der Insekten verglichen (siehe auch Pawlowsky S. 112).

13. Das Genitalsystem

a) Sekundäre Geschlechtsmerkmale

Im Vergleich mit den Insekten sind im allgemeinen die äußerlichen Unterschiede der beiden Geschlechter bei den Skorpionen großenteils in ganz anderer Weise ausgebildet. So sehen wir vor allem Unterschiede in der Färbung, die bei den Insekten so überaus häufig sind, ja auch bei den echten Spinnen

durchaus nicht selten auftreten, so gut wie vollständig fehlen, und ebenso sind solche Verschiedenheiten in der Gesamtgröße, oder vielleicht besser gesagt, in den Körpermaßen nur ganz ausnahmsweise und auch dann durchaus nicht auffallend ausgeprägt.

Nirgends kommt es zur Ausbildung von besonderen, nur einem Geschlecht zukommenden sekundären Organen. Stets sind derartige Verschiedenheiten nur als eine mehr oder weniger starke Entwicklung von solchen Körperteilen anzusehen, die auch im anderen Geschlecht vorhanden sind. Solche Modifikationen können entweder nur beim ♂ oder beim ♀ vorkommen, oder aber, was namentlich bei der Oberflächenskulptur des Körpers und seiner Anhänge zu beobachten ist, bald bei dem einen, bald bei dem anderen Geschlecht in Erscheinung treten.

Kein einziges Merkmal ist für alle Arten von Skorpionen als charakteristisch anzusehen, und auch in nahe verwandten Gattungen und selbst Arten können in dieser Beziehung große Verschiedenheiten beobachtet werden, die durch die Lebensweise um so weniger erklärt werden können, als diese im wesentlichen bei den meisten Skorpionen eine sehr übereinstimmende zu sein pflegt.

Die beste gesamte Darstellung des Geschlechtsdimorphismus bei den Skorpionen verdanken wir Kraepelin (1907), während von anderen Autoren nur Angaben über vereinzelte Erscheinungen dieser Art gemacht wurden. Um diesen Teil der vorliegenden Arbeit nicht unverhältnismäßig auszudehnen, sollen hier nur aus allen Kategorien, in denen sich der Geschlechtsdimorphismus äußert, besonders charakteristische Beispiele ausgewählt werden, während im übrigen auf die oben erwähnte grundlegende Arbeit hingewiesen werden muß.

Während in vielen Fällen die Cauda in beiden Geschlechtern in Länge und Dicke wenig differiert, und dieser Unterschied nur auffällt, wenn man ♂ und ♀ von gleicher Truncuslänge nebeneinander legt, sind in anderen die Unterschiede in die Augen springend. Allbekannt ist sie bei den kosmopolitischen *Isometrus maculatus* (Abb. 112), ferner bei den Arten der Gattung *Hadogenes*, bei denen die Cauda des ♂ nicht nur beträchtlich länger, sondern auch schlanker ist als beim ♀. Aber auch in dieser Beziehung bemerken wir, daß innerhalb mancher Familien, ja Gattungen diese Unterschiede sehr merklich sind, dagegen bei anderen, nahe verwandten Familien oder in anderen Arten derselben Gattung nur wenig auffallen. Mit dieser Einschränkung können wir eine solche stärkere Verlängerung der Cauda namentlich bei den Buthiden, dann aber auch bei *Hemiscorpion* und Urodacinen, weniger auffällig bei gewissen Gattungen der Scorpioniden, Vejoviden, Chactiden und Chaeriliden, nicht aber bei den Bothriuriden und Diplocentriden beobachten. Häufig, aber durchaus nicht immer ist mit dieser Verlängerung der Cauda beim ♂ auch eine Streckung des Maxillarpalpus verbunden (Abb. 112), die sich namentlich auf Femur und Tibia, aber auch auf die Palpenhand bezieht.

Von den mannigfachen Differenzierungen des Integuments sind die Trichobothrien in keiner Weise für eines oder das andere Geschlecht charakteristisch; eine starke, zottige Behaarung findet sich bei den meisten Arten

der Gattung *Opisthophthalmus*, beim ♂ nicht nur an den Händen des Maxillarpalpus, sondern auch an der Cauda entwickelt. Infolge der oft recht auffälligen

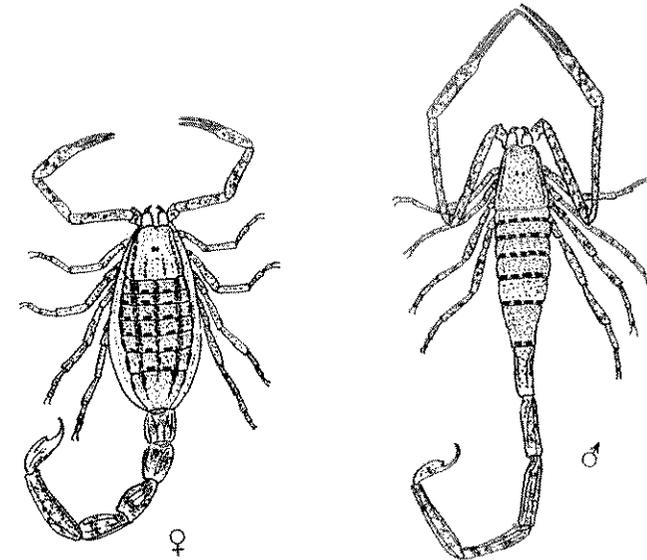


Abb. 112. *Isometrus maculatus*, ♂ und ♀ (Original).

Verschiedenheit der Ausbildung der Käme beim ♂ und ♀ zugunsten des ♂ läßt sich auf eine bedeutend größere Zahl von Sinnesorganen derselben bei letzteren schließen.

Was nun die einzelnen Organe anbelangt, so ist eine verschiedene Skulptur der Oberfläche bei beiden Geschlechtern oft zu beobachten, und zwar bezieht sich dies in erster Linie auf Cephalothorax und Abdomen (Präabdomen). Dabei zeigt es sich, daß eine stärkere Granulation des Truncus in der Familie der *Buthidae* bei einigen Gattungen (*Lychas*, *Babycurus*) im weiblichen, dagegen in der überwiegenden Anzahl der Familien im männlichen Geschlechte beobachtet wird.

Auch die Bauchplatten des Abdomens lassen eine Verschiedenheit erkennen, insofern, als sie beim ♂ oft gekörnt, gerunzelt oder fein chagriniert, beim ♀ aber glatt und glänzend oder doch weniger gekörnt sind. Diese Erscheinung ist bei einzelnen Arten aus mehreren Familien vorhanden; besonders auffallend verschieden erweist sich die letzte Bauchplatte des Abdomens, die beim ♂ entweder stärker (manche Chactiden und Scorpioninen) oder schwächer (manche

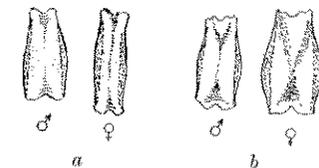


Abb. 113a. 5. Caudalsegment von *Centruroides margaritatus*, ♂ und ♀.
b. 5. Caudalsegment von *Tityus metuendus*, ♂ und ♀ (nach Kraepelin).

Buthiden) gekörnt ist als beim ♀; ebenso können (*Bothriurus chilensis* u. a.) beim ♀ auf dieser Bauchplatte vier deutliche Längskiele vorhanden sein, während beim ♂ an ihrer Stelle nur ganz schwache Kanten zu finden sind.

Die Verschiedenheit der beiden Geschlechter in bezug auf die Cauda äußert sich vor allem in der Streckung der einzelnen Segmente beim ♂, womit auch eine schlankere Gestalt im Vergleich zu derjenigen des ♀ Hand in Hand geht. Eine merkliche Verdickung der Endsegmente kommt nur bei den Buthiden vor (Abb. 113), und zwar vorwiegend beim ♀, während eine solche beim ♂ weit seltener ist; Kraepelin erwähnt hier *Microbuthus pusillus*, bei dem die letzten beiden Segmente der Cauda außerdem auch noch gegeneinander in der Weise einschlagbar sind, daß Blase und Stachel darin völlig verborgen werden.

Weniger auffällig ist die verschiedene Ausbildung der Caudalkiele, die bald beim ♂, bald beim ♀ stärker entwickelt sein können; ersteres ist bei verschiedenen Familien (Chactiden, Vejoviden, Bothriuriden), letzteres aber nur bei Buthiden, immer aber nur bei einzelnen Arten der Fall. Der Enddorn der Dorsalkiele ist beim ♂ mancher Arten stark vergrößert und meist steil aufgerichtet, so bei einzelnen Buthinen und Urodacinen. Auch eine verschiedene starke Körnelung der Caudalflächen bei beiden Geschlechtern kommt vor, und zwar ist sie bei verschiedenen Arten der *Buthinae* und einzelnen Arten der Gattung *Tityus* beim ♂ schwächer als beim ♀. Häufiger dagegen ist die umgekehrte Erscheinung; bei Buthiden kann Kraepelin zwar nur den *Parabuthus planimanus* anführen, dagegen ist sie bei allen übrigen Familien verbreitet.

Sehr verbreitet ist der Geschlechtsdimorphismus hinsichtlich der Blase, und ein Beispiel ist schon seit langem bekannt, nämlich ihre mächtige Anschwellung beim ♂ von *Euscorpium carpathicus* (Abb. 114a) und auch bei

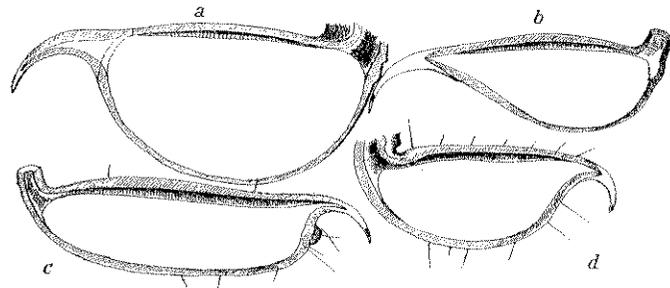


Abb. 114. Längsschnitt durch das Postanalsegment von *Euscorpium carpathicus*, a ♂, b ♀; von *Hemiscorpion lepturus*, c ♂, d ♀ (nach Pawlowsky).

Euscorpium italicus, während *Euscorpium flavicaudis* nichts davon erkennen läßt; aber auch in den anderen Familien, mit Ausnahme der Buthiden, ist eine solche mehr oder weniger starke Auftreibung der Blase beim ♂ zu beobachten (*Chactinae*, *Scorpiopsinae*, *Scorpioninae*) (Abb. 114b). Der umgekehrte Fall

findet sich, doch stets weniger ausgesprochen, bei *Diplocentrus*, *Phoniocercus* und *Urodacus*-Arten.

Wo die Cauda sehr stark verlängert ist, wie bei Buthiden, aber auch bei *Hemiscorpion lepturus* (Abb. 114c), hat das ♂ häufig eine langgestreckte, walzenförmige Blase, während sie beim ♀ die gewöhnliche Eiform hat. Öfters scheint die Blase beim ♂ unten abgeflacht, vom Stachel deutlich abgesetzt und nach vorn geschultert; bei *Hemiscorpion lepturus* wird der Stachel des ♂ an der Basis von zwei stumpfen Loben eingeschlossen, was bei den anderen Arten dieser Gattung nicht bemerkbar ist. Bei Bothriuriden ist die Blase beim ♂ auf der Dorsalseite napfförmig ausgehöhlt (*Bothriurus vittatus*, weniger bei *Bothriurus chilensis* und *Urophonus*), und dies ist die Stelle, wo die *Glandula plicata* (Pawlowsky s. S. 141) ausmündet (Abb. 115a).

Die Körnelung der Blase ist stärker beim ♀ vieler Buthinen, stärker beim ♂ bei einigen Bothriuriden (*Brachistosternus ehrenbergi*).

Eine Verschiedenheit in der Ausbildung des Stachels ist nur bei *Anuroctonus phaeodactylus* (*Vejovidae*) vorhanden (Abb. 115b); hier besitzt der Stachel des ♂ an der Basis eine kugelförmige, von der Blase halsartig abge schnürte Anschwellung; weniger auffällig ist dies bei *Chacrilus pictus*.

Ein Zusammenhang zwischen einer starken Verlängerung der Cauda mit einer solchen des Maxillarpalpus, wie dies bei *Iso-*



Fig. 115a. Blase von *Bothriurus vittatus* ♂ (nach Kraepelin). Abb. 115b. Blase von *Anuroctonus phaeodactylus*, ♂ und ♀ (nach Kraepelin).

metrus maculatus, *Tityus cambridgei*, *Centrurus testaceus* ersichtlich ist, ist bei Buthiden nicht selten, dagegen ist dies aber bei anderen Skorpionen wieder nicht der Fall, denn bei Scorpioniden und Scorpiopsiden kommt es zwar zu einer starken Verlängerung der Maxillarpalpen ohne entsprechende Erscheinung bei der Cauda.

Eine Verdickung der Hände der Maxillarpalpen ist im allgemeinen beim ♂ viel häufiger als beim ♀, bald mehr, bald weniger ausgeprägt und zwar besonders in der Familie der Buthiden; in dieser kommen aber auch anderseits die wenigen Beispiele für Verdickung der Hand beim ♀ vor (*Tityus crassimanus* u. a.).

Eine andere, viel auffälligere Erscheinung ist aber eine starke Streckung der Scherenhände des ♂, die alsdann nicht nur länger, sondern auch absolut schlanker als beim ♀ sind. Als besonders typisches Beispiel dafür wird von Kraepelin die Hand von *Chactas vanbenedeni* (Abb. 116a) genannt. Viel öfter sieht man eine diesbezügliche Verschiedenheit an den „Breithänden“ der Scorpioniden, namentlich bei Arten von *Opisthophthalmus*, *Pandinus*, *Heterometrus* (Abb. 116b, c).

Buthiden) gekörnt ist als beim ♀; ebenso können (*Bothriurus chilensis* u. a.) beim ♀ auf dieser Bauchplatte vier deutliche Längskiele vorhanden sein, während beim ♂ an ihrer Stelle nur ganz schwache Kanten zu finden sind.

Die Verschiedenheit der beiden Geschlechter in bezug auf die Cauda äußert sich vor allem in der Streckung der einzelnen Segmente beim ♂, womit auch eine schlankere Gestalt im Vergleich zu derjenigen des ♀ Hand in Hand geht. Eine merkliche Verdickung der Endsegmente kommt nur bei den Buthiden vor (Abb. 113), und zwar vorwiegend beim ♀, während eine solche beim ♂ weit seltener ist; Kraepelin erwähnt hier *Microbuthus pusillus*, bei dem die letzten beiden Segmente der Cauda außerdem auch noch gegeneinander in der Weise einschlagbar sind, daß Blase und Stachel darin völlig verborgen werden.

Weniger auffällig ist die verschiedene Ausbildung der Caudalkiele, die bald beim ♂, bald beim ♀ stärker entwickelt sein können; ersteres ist bei verschiedenen Familien (Chactiden, Vejoviden, Bothriuriden), letzteres aber nur bei Buthiden, immer aber nur bei einzelnen Arten der Fall. Der Enddorn der Dorsalkiele ist beim ♂ mancher Arten stark vergrößert und meist steil aufgerichtet, so bei einzelnen Buthinen und Urodacinen. Auch eine verschieden starke Körnelung der Caudalflächen bei beiden Geschlechtern kommt vor, und zwar ist sie bei verschiedenen Arten der *Buthinae* und einzelnen Arten der Gattung *Tityus* beim ♂ schwächer als beim ♀. Häufiger dagegen ist die umgekehrte Erscheinung; bei Buthiden kann Kraepelin zwar nur den *Parabuthus planimanus* anführen, dagegen ist sie bei allen übrigen Familien verbreitet.

Sehr verbreitet ist der Geschlechtsdimorphismus hinsichtlich der Blase, und ein Beispiel ist schon seit langem bekannt, nämlich ihre mächtige Anschwellung beim ♂ von *Euscorpium carpathicus* (Abb. 114a) und auch bei

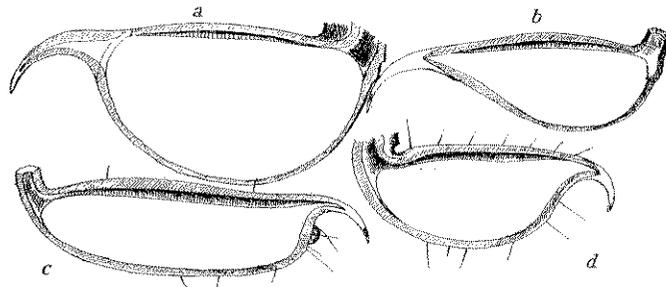


Abb. 114. Längsschnitt durch das Postanalsegment von *Euscorpium carpathicus*, a ♂, b ♀; von *Hemiscorpion lepturus*, c ♂, d ♀ (nach Pawlowsky).

Euscorpium italicus, während *Euscorpium flavicaudis* nichts davon erkennen läßt; aber auch in den anderen Familien, mit Ausnahme der Buthiden, ist eine solche mehr oder weniger starke Auftreibung der Blase beim ♂ zu beobachten (*Chactinae*, *Scorpiopsinae*, *Scorpioninae*) (Abb. 114b). Der umgekehrte Fall

findet sich, doch stets weniger ausgesprochen, bei *Diplocentrus*, *Phoniocercus* und *Urodacus*-Arten.

Wo die Cauda sehr stark verlängert ist, wie bei Buthiden, aber auch bei *Hemiscorpion lepturus* (Abb. 114c), hat das ♂ häufig eine langgestreckte, walzenförmige Blase, während sie beim ♀ die gewöhnliche Eiform hat. Öfters scheint die Blase beim ♂ unten abgeflacht, vom Stachel deutlich abgesetzt und nach vorn geschultert; bei *Hemiscorpion lepturus* wird der Stachel des ♂ an der Basis von zwei stumpfen Loben eingeschlossen, was bei den anderen Arten dieser Gattung nicht bemerkbar ist. Bei Bothriuriden ist die Blase beim ♂ auf der Dorsalseite napfförmig ausgehöhlt (*Bothriurus vittatus*, weniger bei *Bothriurus chilensis* und *Urophonus*), und dies ist die Stelle, wo die Glandula plicata (Pawlowsky s. S. 141) ausmündet (Abb. 115a).

Die Körnelung der Blase ist stärker beim ♀ vieler Buthinen, stärker beim ♂ bei einigen Bothriuriden (*Brachistosternus ehrenbergi*).

Eine Verschiedenheit in der Ausbildung des Stachels ist nur bei *Anuroctonus phaeodactylus* (*Vejovidae*) vorhanden (Abb. 115b); hier besitzt der Stachel des ♂ an der Basis eine kugelförmige, von der Blase halsartig abge-schnürte Anschwellung; weniger auffällig ist dies bei *Chacrilus pictus*.

Ein Zusammenhang zwischen einer starken Verlängerung der Cauda mit einer solchen des Maxillarpalpus, wie dies bei *Iso-*

metrus maculatus, *Tityus cambridgei*, *Centrurus testaceus* ersichtlich ist, ist bei Buthiden nicht selten, dagegen ist dies aber bei anderen Skorpionen wieder nicht der Fall, denn bei Scorpioniden und Scorpiopsiden kommt es zwar zu einer starken Verlängerung der Maxillarpalpen ohne entsprechende Erscheinung bei der Cauda.

Eine Verdickung der Hände der Maxillarpalpen ist im allgemeinen beim ♂ viel häufiger als beim ♀, bald mehr, bald weniger ausgeprägt und zwar besonders in der Familie der Buthiden; in dieser kommen aber auch anderseits die wenigen Beispiele für Verdickung der Hand beim ♀ vor (*Tityus crassimanus* u. a.).

Eine andere, viel auffälligere Erscheinung ist aber eine starke Streckung der Scherenhände des ♂, die alsdann nicht nur länger, sondern auch absolut schlanker als beim ♀ sind. Als besonders typisches Beispiel dafür wird von Kraepelin die Hand von *Chactas vanbenedeni* (Abb. 116a) genannt. Viel öfter sieht man eine diesbezügliche Verschiedenheit an den „Breithänden“ der Scorpioniden, namentlich bei Arten von *Opisthophthalmus*, *Pandinus*, *Heterometrus* (Abb. 116b, c).

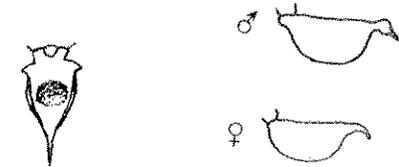


Fig. 115a. Blase von *Bothriurus vittatus* ♂ (nach Kraepelin). Abb. 115b. Blase von *Anuroctonus phaeodactylus*, ♂ und ♀ (nach Kraepelin).

In anderer Beziehung unterscheiden sich die Palpenhände bei den Bothriuriden; hier ist beim ♂ an der Unterseite (Abb. 116d), nahe der Einlenkung des beweglichen Fingers, entweder ein Dorn oder aber eine Grube zu bemerken; ausnahmsweise ist ein solcher Dorn auch bei einigen Arten der Gattung *Uroplectes* unter den Buthidien vorhanden. Eine ausgehende, flache Vertiefung auf der Oberseite der Hand ist bei *Pandinus cavimanus* ♂ sichtbar (Abb. 116g).

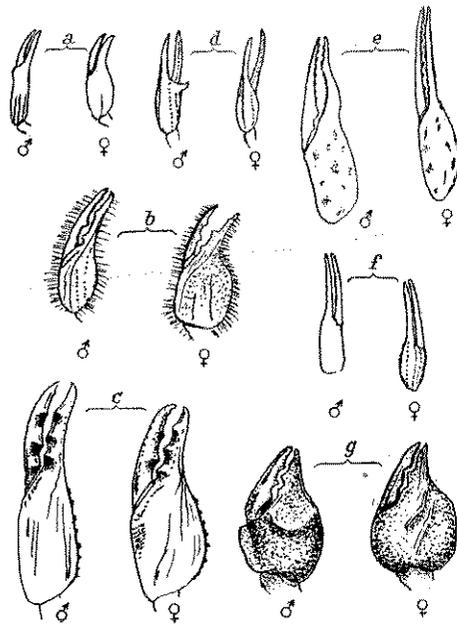


Abb. 116a–g. Hand des Maxillarpalpus des ♂ und ♀ von: a *Chactas vanbenedeni*, b *Opisthophthalmus fossor*, c *Heterometrus longimanus*, d *Brachistosternus ehrenbergi*, e *Lychas mucronatus*, f *Tityus costatus*, g *Pandinus cavimanus* (nach Kraepelin).

Während die Verschiedenheit in der Skulptur der Hand zwar sehr häufig und in allen Familien vorkommt und auch wieder beim ♂ in den meisten Familien eine stärkere Kielung auf der Oberfläche der Hand erkennen läßt [bei Buthidien aber, besonders bei *Tityus* (Abb. 116f), gerade beim ♀], während auch andere Skulpturdifferenzen (Körnelerung, Chagrinierung oder Runzelung) bald beim ♂, bald (*Scorpioninae*) besonders beim ♀, aber doch erst bei genauerer Untersuchung bemerkbar werden, sehen wir solche Unterschiede bei der Ausbildung der Finger viel deutlicher hervortreten. Hier handelt es sich entweder um verschiedene Länge der Finger (beim ♂ kürzer bei zahlreichen Arten verschiedener Familien, dagegen länger besonders bei *Opisthophthalmus*, *Jomachus*, *Isometrus maculatus* und *Lychas scutatus*).

Ein sogenannter Fingerlobus, eine zahnartige Vorwölbung am Grunde der Schneide des beweglichen Fingers, dem eine tiefere Einbuchtung am Grunde der Schneide des unbeweglichen Fingers zu entsprechen pflegt, ist in sehr verschiedenem Grade bei fast allen Familien verbreitet, fehlt aber bei den Bothriuriden in beiden Geschlechtern durchaus; ein solcher Lobus kommt anscheinend nur beim ♂ vor und führt im extremsten Falle dazu, daß sich die beiden Finger am Grunde gar nicht berühren, sondern eine Öffnung zwischen sich freilassen, oberhalb der sie sich wieder berühren. Eine derartige Bildung finden wir außer bei *Prionurus*

mauritanicus, *Lychas mucronatus* noch bei vielen anderen Arten entwickelt (116e).

Ein Unterschied in der Skulptur (Körnelerung) der Laufbeine ist nur selten und nur wenig auffällig.

Dagegen gehören solche in der Ausbildung der Kämme zu den verbreitetsten und am meisten hervortretenden Erscheinungen des Sexualdimorphismus bei den Skorpionen. Manche von diesen Merkmalen ergeben sich aus der verschiedenen Länge der Kämme in Zusammenhang mit der verschiedenen Zahl der Kammzähne, die beim ♂ fast ausnahmslos wenigstens etwas größer ist als beim ♀. Wo die Zahl absolut gering ist, ist auch der Unterschied gering und kann in einzelnen Fällen gar nicht in Erscheinung treten, bei großer Zahl aber ist die Verschiedenheit ebenfalls beträchtlich und kann ausnahmsweise beim ♂ einhalb bis zweimal die des ♀ übertreffen. Ebenso ist ein Unterschied in der Länge oft anzutreffen, und zwar ausnahmslos ist es das ♂, dem die längeren Kammzähne zukommen, wenn ein solcher Unterschied überhaupt bemerkbar ist.

Eine starke Erweiterung der sogenannten Kammgrundlamelle, also des der Basis des Kammes am nächsten gelegenen Zahnes, ist (nur beim ♀) in Form eines eckigen, nach unten vorspringenden Lappens bei *Parabuthus*-Arten (Abb. 117), als runder, bläschenförmiger Lobus bei *Tityus*-Arten (Abb. 118), seltener bei

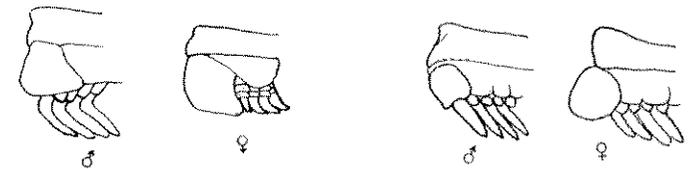


Abb. 117. Kammgrund von *Parabuthus liosoma*, ♂ und ♀ (nach Kraepelin).

Abb. 118. Kammgrund von *Tityus metuentus*, ♂ und ♀ (nach Kraepelin).



Abb. 119. Kammgrund von *Grosphus limbatus* ♀ (nach Kraepelin).

Abb. 120. Kammgrund von *Grosphus picus*, ♂ und ♀ (nach Kraepelin).

anderen entwickelt; andererseits fällt bei den afrikanischen *Grosphus*-Arten (Abb. 119) beim ♂ ein langer Fortsatz des basalen Kammzahnes auf, der aber auch bei manchen *Uroplectes*-Arten vorkommt (Abb. 119). Hier ist dieser Zahn bald durch besondere Dicke, bald durch bedeutendere Länge, nur bei *Grosphus limbatus* in beider Hinsicht gekennzeichnet (Abb. 120).

Nicht ohne weiteres fällt die Verschiedenheit in der Größe des sogenannten Kammgrundwinkels auf, also des Winkels, den der kurze Basalrand mit dem

die Zähne tragenden Unterrande des Kammes bildet; eine solche Verschiedenheit kann bald ganz fehlen, im anderen Falle aber zu einer Verkürzung des zahntragenden Teiles des Kammes und damit zur Verringerung der Zahl der Kammzähne selbst beim ♀ führen (Abb. 121).

Auch die Kammansatzplatte, an der die Kämme jederseits befestigt sind, läßt einen deutlichen Dimorphismus insofern erkennen (Abb. 122), als sie beim ♂ schmaler und länger ist als beim ♀ und zwar bei verschiedenen Familien. Auf weitere Einzelheiten, wie sie sich bei den Gattungen *Jurus*, *Scorpio* u. a. finden, soll hier nicht weiter eingegangen werden.

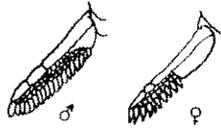


Abb. 121. Kammgrund von *Opisthophthalmus opinatus*, ♂ und ♀ (nach Kraepelin).

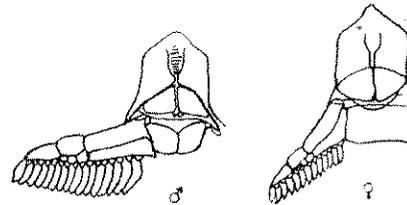


Abb. 122. Kamm von *Diplocentrus whitei*, ♂ und ♀ (nach Kraepelin).

Die von Narayanan (1889) ausführlicher beschriebene Verschiedenheit hinsichtlich des Genitaloperculums, das beim ♂ vollständig geteilt und nach aufwärts umschlagbar ist, während dasselbe beim ♀ eine einheitliche, am hinteren Rande median eingekerbte Platte vorstellt, ist nicht nur bei der beschriebenen Art (*Heterometrus fulvipes*), sondern auch noch bei einer großen Anzahl anderer aus verschiedenen Familien vorhanden.

In einigen Familien, wie den Buthiden, Chaectinen und Chaeriliden, sind auch beim ♀ noch die beiden Opercularplatten in der Mittellinie vollständig getrennt, während in den übrigen eine mehr oder weniger vollständige Verwachsung in der Mittellinie eintritt und dadurch die beiden Hälften nicht mehr wie beim ♂ auseinander geschoben, sondern nur miteinander aufgeklappt werden können, um die Geschlechtsöffnung freizulegen. Diese selbst ist übrigens beim ♀ weiter als beim ♂.

Wo die Genitalklappen beim ♀ median völlig verwachsen sind, ist dieses Merkmal zur Unterscheidung vom ♂ ein sehr leicht erkennbares. Im übrigen sind diese Genitalklappen in ihrer Form beim ♂ und ♀ öfters, aber nicht sehr auffällig verschieden.

Es soll nochmals auf die merkwürdige Tatsache hingewiesen werden, daß kein einziger Geschlechtscharakter für alle Arten von Skorpionen gilt, und daß in vielen Fällen nur in einigen Arten oder gar (*Hemiscorpion lepturus*) nur in einer einzigen ein solcher Charakter entwickelt sein kann, der allen übrigen Arten der Gattung völlig fehlt. Es kommt auch vor, daß sich die ♂ nahe verwandter Arten zwar gut unterscheiden lassen, die ♀ dagegen nicht

das geringste Unterscheidungsmerkmal aufweisen, wie Kraepelin für zwei *Opisthophthalmus*-Arten aus Südwestafrika feststellen konnte, so daß man fast an einen Dimorphismus der ♂ denken könnte.

Kraepelin unterscheidet spezifisch männliche Merkmale, wie die exzessive Verlängerung der Cauda und der Maxillarpalpen, die größere Zahl der Kammzähne und deren stärkere Ausbildung, die stärkere Entwicklung der Fingerlobi, besondere Differenzierung der Blase bei *Hemiscorpion lepturus*, *Anuroctonus phaeodactylus* u. a.; ferner spezifisch weibliche Charaktere, besonders die Entwicklung des Kammgrundzahnes bei *Grosphus* und einzelnen Arten von *Uroplectes*, die Verbreiterung der Kammgrundlamellen bei Arten von *Tityus* und *Parabuthus*, die starke Streckung des Kammgrundes mit Verkürzung des zahntragenden Teiles, also durchweg Merkmale, die sich an den Kämmen finden, so daß also die ♀ nicht durch den Mangel sekundärer Sonderbildungen, sondern durch besondere Umbildungen an verschiedenen Teilen eines Organes charakterisiert sind.

Endlich gibt es auch eine Anzahl von labilen Geschlechtscharakteren, die bald im männlichen, bald im weiblichen Geschlecht besonders entwickelt sind; es handelt sich hier vorwiegend um Differenzen in der Oberflächen-skulptur und Verdickung oder Verschmälerung der Hand, Länge der Finger und Verdickung der Blase. Eine Erklärung für diese Erscheinungen steht bisher noch aus. Ebenso ist mit allen den sekundären Sexualcharakteren vom Standpunkte der phyletischen Forschung begrifflicherweise nichts anzufangen.

b) Männliche Geschlechtsorgane

Die Genitalorgane der Skorpione münden unterhalb des Genitaloperculums aus, das dem ersten Segment des Mesosoma (mit Berücksichtigung des in embryonaler Zeit rückgebildeten Prägenitalsegmentes aber dem zweiten Segment) angehört. Dieses Operculum ist ursprünglich aus zwei nebeneinanderliegenden, vollkommen voneinander getrennten Platten gebildet, wie dies beim ♂ der normale Zustand ist. Beim ♀ dagegen findet oft eine mehr oder weniger vollständige mediane Verwachsung der beiden Deckelhälften statt, so daß höchstens eine mediane Einkerbung am Hinterrande von der einstigen Trennung Kenntnis gibt.

Narayanan hat (1889) bei *Scorpio (Heterometrus) fulvipes* die Verhältnisse untersucht und beim ♂ nach Abhebung des Operculums jederseits einen Muskel (depressor operculi) gefunden, der es wieder in die Ruhelage zurückzieht, sowie einen quer von einer Seite zur anderen ziehenden Adductor, der die Genitalöffnung verdeckt, die kleiner als die weibliche und wie diese unpaar ist.

Was nun den Genitalapparat anbelangt, so sehen wir, daß er beim ♂ (Abb. 123) jederseits aus einem Paar von dünnen Hodenschläuchen besteht, die in ein ebenso dünnes Vas deferens übergehen und zwischen sich eine Anzahl von Querverbindungen aufweisen. Diese Anordnung kann sich in mannigfacher

Weise komplizieren (Abb. 124), so daß z. B. ein Hodenschlauch jederseits drei oder vier Queräste medianwärts entsendet, die durch einen dem Hodenschlauch parallelen Längsgang miteinander verbunden sind. Diese Anordnung ist von Blanchard bei *Buthus* gefunden worden. Pawlowsky fand bei *Scorpio maurus* einen langen, schlauchförmigen Testikel jederseits, der drei Seitenzweige medianwärts entsendet, von denen einer mit dem der Gegenseite zusammentrifft. Die Strecke von der Einmündung des der Genitalöffnung nächsten Seitenzweiges bis zum Eintritt in den Kanal des Kopulationsorgans wird als Vas deferens bezeichnet und ist ebenso eng wie der Hoden selbst. Die Zahl der Querkanäle zwischen den beiden Gabelästen jedes Hodens ist individuellen Schwankungen unterworfen, wie schon aus der Abbildung von Blanchard (Tab. 7, Fig. 3) ersichtlich ist, in der man sogar eine Verschiedenheit auf beiden Seiten desselben Tieres erkennt.

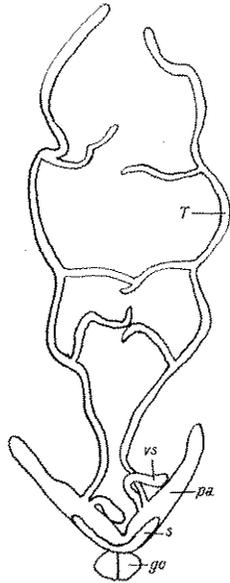


Abb. 123. ♂ Genitalapparat von *Scorpio maurus* (nach Pawlowsky). *T* Hoden, *vs* Samenblase, *pa* Paraxialorgan, *s* Säcke am Grunde der Paraxialorgane, *go* Genitaloperculum.

An der Eintrittsstelle des Vas deferens in den Kanal des Penis, wo es (*Scorpio*) eine deutliche Anschwellung aufweisen kann, finden wir eine längliche Vesicula seminalis in Form eines blind geschlossenen Sacks sowie darüber (also gegen die Genitalöffnung) eine zweite, kleinere, eiförmige, gestielte Drüse, die von Blanchard gleichfalls als Samenblase gedeutet wurde. Die Ausführgänge dieser Organe treten in die „Penisscheide“ ein.

Diese Scheide, die eine langgestreckte Form besitzt, enthält ein nach Blanchard stark chitinisieretes Kopulationsorgan von brauner oder schwärzlicher Färbung, das, an den Seiten zur Bildung

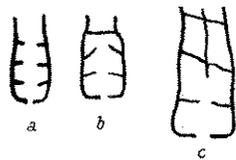


Abb. 124. *a-c* *Scorpio maurus*. Variationen in der Verzweigung der Hodenschläuche (nach Pawlowsky).

eines Längskanals umgebogen, oben gekielt ist, und dessen Kiel sich nach vorn in ein abgeplattetes und seitlich gezähneltes Stielchen fortsetzt. Nach hinten gabelt sich der Kiel in einen sehr kurzen, spitzigen Innenast und

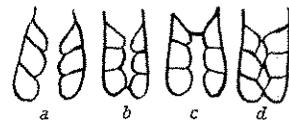


Abb. 125. *a-d* *Buthus eupeus*, Variation in der Form der Hodenschläuche. *a* typisch, *b-c* bzw. *d* Variation (nach Pawlowsky).

einen sehr langen, fadenförmigen Außenast. Ein abgeplatteter Protractor befestigt sich unterhalb der Scheide.

Diese Darstellung hat sich nun in mehreren Punkten als unrichtig erwiesen. Die umfangreichen Organe, die Dufour und Blanchard als Penischeiden (*fourreaux des verges*) bezeichneten, weil sie die darin befindlichen, stark chitinierten Stäbe für vorstreckbare Kopulationsorgane hielten, hat Pawlowsky mit dem indifferenten Namen Paraxialorgane belegt; die „verges“ sind nur chitinige Stützstäbe des Organs, und die wirklichen Kopulationsorgane liegen am Genitaleingang als umgewandelte Teile des Genitaloperculum, wie Narayanan bei *Heterometrus* und Birula bei *Scorpio* nachweisen konnten.

Der Zusammenhang der Drüsen des Paraxialorganes ist nach Pawlowsky bei *Isometrus* (Abb. 128) wie folgt: Die Ampulla des Vas deferens vereinigt sich mit der Samenblase; ihr gemeinsamer Abschnitt mündet in die zylindrische Drüse, in die sich auch etwas



Abb. 126. Genitaldeckel von *Scorpio maurus* ♂, aufgehoben, um die beiden Kopulationsorgane zu zeigen (Original). *St* Sternum, *Co* Kopulationsorgane, *Gd* Genitaldeckel.

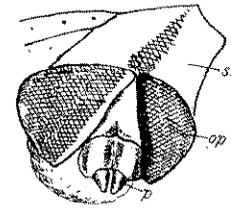


Abb. 127. *Heterometrus cyaneus*. Männliche Genitalklappen auseinandertretend, die Kopulationsorgane (*p*) vortretend (nach Pawlowsky).

weiter vorn die ovale Drüse öffnet; in das Paraxialorgan tritt die zylindrische Drüse nach ihrer Vereinigung mit den vorerwähnten Drüsen ein.

Eine Anomalie des männlichen Geschlechtsapparates bei *Isometrus* berichtet gleichfalls Pawlowsky.

Wir sehen hier das Flagellum des linken Paraxialorganes in einer horizontalen Ebene aufgestellt; dieses selbst ist fast doppelt so lang wie das rechte. Die „Glande antérieure annexe“ mündet aber nicht in das

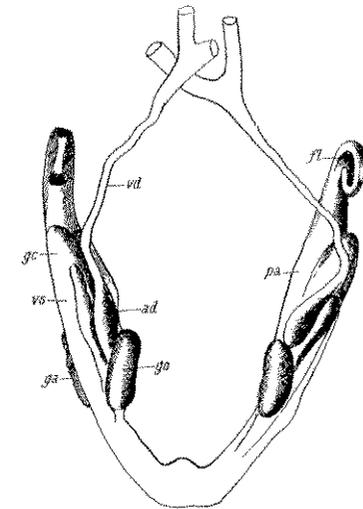


Abb. 128. *Isometrus maculatus*, männlicher Genitalapparat (Hoden am Grunde abgeschnitten). *vd* Vas deferens, *ad* Ampulle des Vas deferens, *vs* Vesicula seminalis, *gc* zylindrische, *go* ovale, *ga* vordere Anhangsdrüse, *pa* Paraxialorgan, *fl* Flagellum (nach Pawlowsky).

Paraxialorgan, sondern ihr Ausführungsgang hat keinen Zusammenhang mit diesem.

Das rechte Organ ist soweit normal, daß sein Flagellum in vertikaler Ebene nach vorn aufgestellt ist; das Organ selbst ist aber winkelig gebogen und geht oberhalb der Genitalöffnung nach links, wo es blind endet. Die vorderen Anhangsdrüsen fehlen vollständig.

Auf Grund der Untersuchung eines gewaltigen, Vertreter fast aller Familien umfassenden Materials ist nun Pawlowsky zu dem Ergebnis gekommen, daß man die ganze Mannigfaltigkeit der männlichen Genitalorgane und ihrer Anhänge auf drei Haupttypen zurückführen kann, die er als den „Complex-Typus“, den einfachen und den intermediären Typus bezeichnet.

Der erste von ihnen wird nur bei den Buthiden angetroffen, die sich also auch in dieser Beziehung als eine hochspezialisierte und allen übrigen gegenüberstehende Formen- gruppe der Skorpione erweisen.

Der männliche Genital- apparat der Buthiden charakterisiert sich durch die folgen- den Eigentümlichkeiten: die Paraxialorgane (Stylophoren) sind an ihrem Hinterende in ein Flagellum fortgesetzt. Sie tragen eine zylindrische, eine

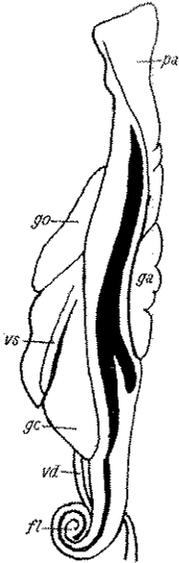


Abb. 129. *Isometrus maculatus*. Paraxialorgan, Seitenansicht (nach Pawlowsky). Bezeichnungen wie Abb. 128.

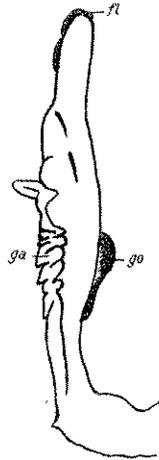


Abb. 130. *Isometrus maculatus*. Paraxialorgan von der Unterseite (nach Pawlowsky). Bezeichnungen wie Abb. 128.

ovale und zwei Paare von vorderen akzessorischen Drüsen, ferner eine terminale Erweiterung des Vas deferens und schließlich eine Vesicula seminalis. Von allen diesen Organen ist, abgesehen von den Paraxialorganen selbst, allen Skorpionen nur die Samenblase gemeinsam, und ebenso ist ein Paar der vorderen akzessorischen Drüsen auch noch bei dem intermediären Typus (der nur durch die beiden Gattungen *Calchas* und *Chaerilus* vertreten ist) anzutreffen; alle anderen Anhangsgebilde kommen nur dem Complex-Typus zu.

Aber auch die Buthiden (Abb. 129, 130) lassen noch eine Scheidung in drei Subfamilien zu. Von ihnen repräsentieren die *Isometrinae* (untersucht *Isometrus maculatus* und *Lychas mucronatus*) (Abb. 131) den ursprünglichsten Typus. Hier sind die Paraxialorgane kurz und dick, das Flagellum ist gleichfalls kurz und am Ende spiralig und nach aufwärts aufgerollt, und die vorderen akzessorischen Drüsen sind besonders stark entwickelt im Vergleich zu den

Paraxialorganen, da sie die Hälfte oder mehr von der Länge ihrer Unter- fläche einnehmen.

Die *Centrurinae* (*Centrurus* und *Tityus*) (Abb. 132, 133) haben breitere und längere Paraxialorgane in Form gefurchter Lamellen, die sich vom Flagellum scharf absetzen, das nach vorn umgebogen und am Grunde blasig erweitert ist. Die zylindrische Drüse ist gleichfalls beträchtlich vergrößert, ihr Capitulum ist nach vorn umgebogen und an den Hals der Drüse angelegt. Sonst ist keine weitere Eigen- tümlichkeit vorhanden.

Die Subfamilie *Buthinae* (*Uroplectes*, *Parabuthus*, *Buthus*, *Anomalobuthus*, *Orthochirus*, *Babycurus*) kennzeichnet sich durch lange und schmale Paraxialorgane und ein deutliches, nach vorn umgebogenes Flagellum. Sie ist selbst wieder in zwei Tribus zu unter- teilen, von denen die *Uroplectaria* (Abb. 134) (*Uroplectes*, *Parabuthus*) sich durch das Vorkommen mehrerer scharfer Randzähne des Stützstabes der Paraxial- organe auszeichnen. Das Flagellum ist schon vom Grunde an umgebogen und die vorderen akzesso- rischen Drüsen stark ent- wickelt, ein Drittel bis die Hälfte der Länge der unteren Oberfläche der Paraxialorgane einnehmend.

Die zweite Gruppe (Abb. 135), die *Butharia* (*Buthus*, *Anomalobuthus*, *Orthochirus*, *Babycurus*), läßt zwei Ab- schnitte des Flagellums unter- scheiden, die als „pars recta“ und „pars reflexa“, ja manch- mal sogar auch noch mit einer „pars subreflexa“ unter- schieden werden. Die Arten der Untergattung *Hottentotta* von *Buthus* sind durch die ver-

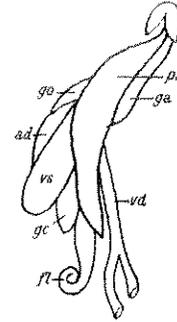


Abb. 131. *Lychas mucronatus*, Paraxialorgan (nach Pawlowsky). Bezeichnungen wie Abb. 128.

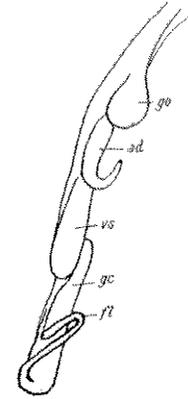


Abb. 132. *Centrurus margaritatus*, Paraxialorgan (nach Pawlowsky). Bezeichnungen wie Abb. 128.

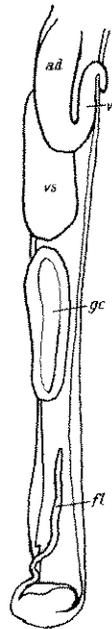


Abb. 133. *Tityus cambridgei*, Paraxialorgan (nach Pawlowsky). Bezeichnungen wie Abb. 128.



Abb. 134. *Uroplectes triangulifer*, Paraxialorgan (nach Pawlowsky). Bezeichnungen wie Abb. 128.

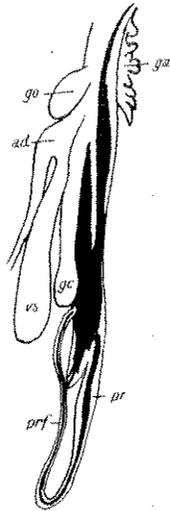


Abb. 135. *Buthus eupeus*, Paraxialorgan (nach Pawlowsky). *pr* pars recta, *prf* pars reflexa flagelli. Sonst wie Abb. 128.

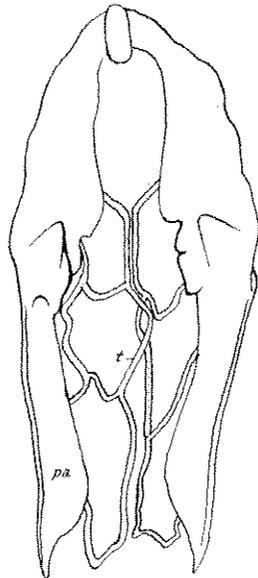


Abb. 137 a. *Urodacus manicatus*, Männlicher Geschlechtsapparat (nach Pawlowsky).



Abb. 137 b. *Urodacus manicatus*. Linkes Paraxialorgan von unten (nach Pawlowsky).

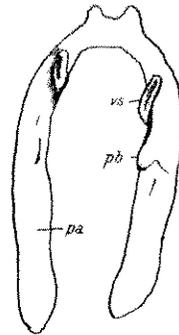


Abb. 136. *Calchas nordmanni*, Männliche Genitalorgane (nach Pawlowsky). *pb* pars bulbosa d. Paraxialorgans.



Abb. 138. *Heterometrus longimanus*. Rechtes Paraxialorgan von unten, mit Ausnahme des Hinterendes (nach Pawlowsky).

hältnismäßig schwache Entwicklung der Pars recta gekennzeichnet. Pawlowsky weist darauf hin, daß Embryonalstadien von *Buthus* in verschiedenen Punkten mit *Lychas* und *Isometrus* übereinstimmen, was für den primitiven Charakter dieser beiden Gattungen spricht.

Der einfache Typus umfaßt, abgesehen von den Buthiden und den beiden, den intermediären Typus vertretenden Gattungen *Calchas* (Abb. 136) und *Chaerilus*, alle übrigen Skorpione.

An den Paraxialorganen fehlt stets das Flagellum, und von Anhangsdrüsen ist nur die Vesicula seminalis und in einigen Familien auch die Endblase des Ductus ejaculatorius vorhanden.

In der Familie *Scorpionidae* (Abb. 137 a, 137 b) sind die Paraxialorgane langgestreckte, gefurchte, zum Teil gedrehte Lamellen; das Vas deferens fehlt. Bei *Urodacus* sind die Paraxialorgane messerförmig und nehmen die Hoden

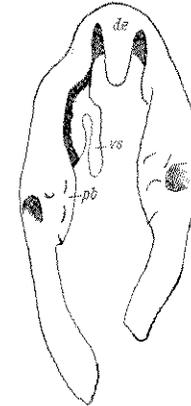


Abb. 139. *Hemiscorpion lepturus*, männliche Genitalorgane. *de* Ductus ejaculatorius, *pb* Pars bulbosa des Paraxialorganes, *vs* Vesicula seminalis (nach Pawlowsky).

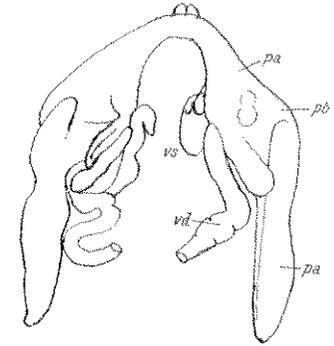


Abb. 140. *Hormurus australasiae*. Männlicher Genitalapparat. *pb* Pars bulbosa des Paraxialorganes. Übrige Bezeichnungen wie Abb. 128 (nach Pawlowsky).

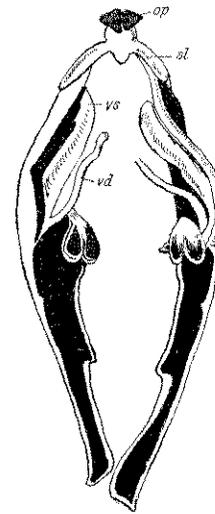


Abb. 141. *Opisthacanthus elatus*. Männliche Genitalorgane. *op* Genitaldeckel, *sl* Saccus lateralis. Sonst wie Abb. 128 (nach Pawlowsky).

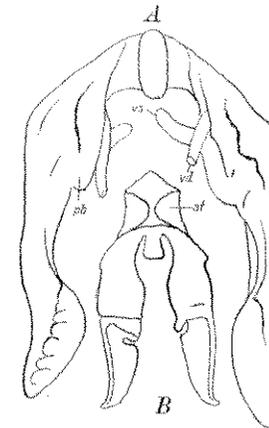


Abb. 142 A. *Jomachus laeviceps*. Männlicher Genitalapparat (nach Pawlowsky). Bezeichnungen wie Abb. 128 und 139. Abb. 142 B. *Euscorpium germanus*, Männlicher Genitalapparat (nach Pawlowsky). *st* Sternum.

zwischen sich, während sie bei den übrigen Scorpioniden (*Scorpio*, *Heterometrus*, *Pandinus*, *Opisthophthalmus*) (Abb. 138) sehr stark gedreht und im hinteren Drittel oder der hinteren Hälfte fast parallel und ohne scharfe Leisten sind.

Hemiscorpion lepturus (Abb. 139) besitzt einen unpaaren Hoden. Die *Ischnurinae* haben entweder Paraxialorgane mit nicht parallelen Rändern oder solche mit einer scharfen Leiste, die im hinteren Drittel bzw. in der hinteren Hälfte einen dickeren und einen dünneren Teil unterscheiden lassen. Der ersten Gruppe gehören an *Hormurus* (Abb. 140) (mit keilförmigen Paraxialorganen) und *Opisthocentrus* (mit beilförmigen Paraxialorganen), der zweiten *Opisthacanthus* (Abb. 141) und *Jomachus* (Abb. 142 A).

Bei Chactiden, Vejoviden und Bothriuriden hat das Vas deferens eine terminale Erweiterung. Die *Euscorpioninae* sind durch die dreieckige Gestalt

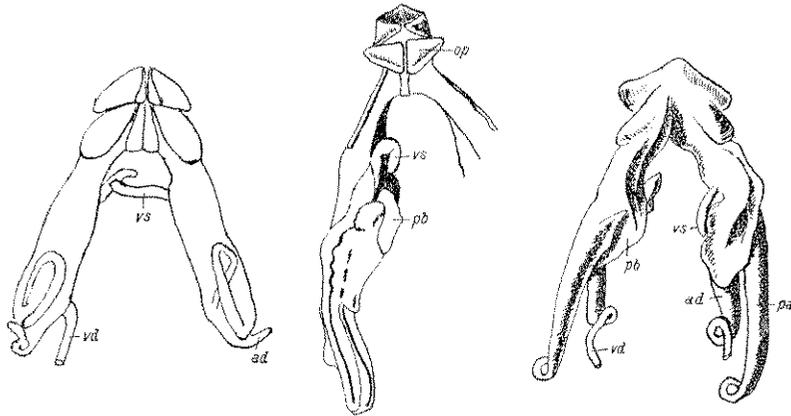


Abb. 143. *Broteas granimamnus*. Männliche Genitalorgane (nach Pawlowsky). Bezeichnungen wie Abb. 128 und 139.

Abb. 144. *Vejovis spinigerus*. Männlicher Genitalapparat (nach Pawlowsky). Bezeichnungen wie Abb. 128 u. 139.

Abb. 145. *Scorpiops montanus*. Männliche Genitalorgane von oben (nach Pawlowsky). Bezeichnungen wie Abb. 128 und 139.

der Endhälfte der Paraxialorgane ausgezeichnet; sie tragen in der Mitte ihres medialen Randes eine Verdickung (Nodus), an der das fein bedornete Ende des Stützstabes mündet (Abb. 142 B).

Von den Chactinen besitzt *Broteas* (Abb. 143), die einzige Art, die Pawlowsky untersuchen konnte, Paraxialorgane mit verschälertem Hinterende, der spiralig gedreht, aber kein Flagellum ist. Das Vas deferens bildet eine äußerst stark entwickelte terminale Erweiterung, die länger ist als das Paraxialorgan; die Samenblase ist verhältnismäßig schwach entwickelt.

Von Vejoviden konnten zwei Gattungen untersucht werden. Von ihnen ähnelt *Vejovis* (Abb. 144) eher manchen Arten der Scorpioniden als dem der gleichen Familie angehörigen *Scorpiops*, der selbst wieder näher mit *Broteas* übereinstimmt, im Besitz eines am verschälerten Hinterende spiralig auf-

gerollten Paraxialorganen und einer starken Erweiterung des Endes des Vas deferens ist, wenn auch nicht im gleichen Grade wie bei *Broteas*. Da diese Gattung mit *Scorpiops* (Abb. 145) keine nähere Verwandtschaft aufweist, ist die Übereinstimmung in diesem Falle auf Konvergenz zurückzuführen. *Vejovis* aber steht anscheinend den Stammformen der jetzigen Scorpioniden nahe.

Ganz verschieden von allen übrigen, den einfachen Typus der männlichen Genitalien vertretenden Scorpionen verhält sich die Familie der *Bothriuridae* (Abb. 146), von denen nur *Bothriurus* untersucht werden konnte. Diese Gattung fällt durch die gewaltige Entwicklung des Paraxialorgans auf, das das ganze Abdomen in Länge und Breite einnimmt. Die Hoden liegen zwischen und unter ihm. Außerdem wird die Vesicula seminalis durch eine terminale Erweiterung des Vas deferens vertreten, während erstere in ein drüsiges Organ verwandelt ist; ein Bündel von kurzen, tubulösen Drüsen öffnet sich in die Kavität des Paraxialorgans, nahe der terminalen Erweiterung des Vas deferens. Hinsichtlich der Entwicklung des letzteren und der Umwandlung der Samenblase in eine Drüse stimmt *Bothriurus* mit *Broteas* und *Scorpiops* überein. Ersterer Gattung fehlen auch äußere Kopulationsorgane, die durch die zugespitzten und verlängerten Hinterenden der Lamellen des Genitaldeckels vertreten sind. Ein Sexualdimorphismus in dieser Beziehung ist anscheinend nirgends bei den Skorpionen in diesem Ausmaße zu beobachten.

Der intermediäre Typus ist nur durch die beiden Gattungen *Calchas* (*nordmanni*) und *Chaerilus* (*variatus*) vertreten. Hier sind Merkmale der Buthoiden (nach Birula apoikogene Skorpione mit breiten Krallen — nur *Buthidae*) und Chactoiden (ebensolche mit zylindrischen Krallen — alle übrigen Skorpione außer Scorpioniden und Diplocentriden) kombiniert.

Das Paraxialorgan ist hier blattartig, vom Chactoid-Typus, am hinteren Ende nicht umgebogen; vom einfachen Typus, durch das Fehlen der zylindrischen und ovalen Drüse verschieden. Eine Samenblase ist vorhanden. Im Gegensatz zu den Buthoiden, mit denen sie durch den Besitz von vorderen akzessorischen Drüsen übereinstimmen, ist hiervon nur ein Paar (bei diesen zwei Paaren) vorhanden. Dem Endteil des Genitalorgans, der vom Ductus ejaculatorius durchbohrt ist, fehlt die Umhüllung hoher Epithelzellen, die beim einfachen Typus vorhanden ist.

Der dem intermediären Typus eigentümliche Charakter besteht aber im Vorhandensein besonderer akzessorischer Drüsen des Paraxialorgans. *Calchas* besitzt eine „glandula lacunosa“, die im Niveau der Samenblase liegt und durch

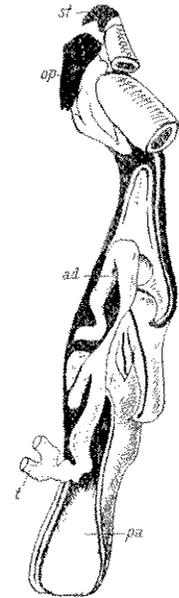


Abb. 146. *Bothriurus vittatus*. Paraxialorgan (nach Pawlowsky). op Operculum, zum Kopulationsorgan umgestaltet. Übrige Bezeichnungen wie Abb. 127 u. 128.

eine Spaltung der epithelialen Wand des Paraxialorganes gebildet wird, wodurch Höhlungen von drüsigem Charakter entstehen, die an der Innenseite ausmünden. Diese Drüse ist makroskopisch nicht erkennbar, sondern nur auf Schnitten. Deutlicher ausgesprochen ist sie bei *Chaerilus*, wo sie sich am Paraxialorgan als drüsiger Körper abhebt, da ihre Wandung aus hohen Zylinderzellen gebildet wird.

Alle diese Merkmale zusammen lassen es ratsam erscheinen, die beiden Gattungen *Calchas* und *Chaerilus* in einem besonderen Typus der männlichen Genitalorgane zusammenzufassen, wodurch auch die beiden anderen Typen verbunden werden und worauf bereits Birula auf Grund systematischer Erwägungen gekommen ist. Der mikroskopische Bau der Paraxialorgane ist von Pawlowsky bei *Scorpio maurus* beschrieben worden. Die äußere Scheide ist wie bei *Buthus* von einem Netz quergestreifter Muskeln gebildet, das lamellöse Bindegewebelemente enthält, zwischen denen sich Nephrocyten und Blutzellen finden. Weiter einwärts ist eine deutliche Membrana propria gelegen, auf der sich das Epithel ausbreitet. Dieses ist im Vas deferens und in der Samenblase aus Zylinderzellen gebildet. Der hintere Teil des Paraxialorganes besitzt im Querschnitt die Form einer schmalen und verdickten Platte mit einem Stützstab, der den Eindruck einer tiefen Rinne macht, deren Ränder unten wie ein Saum umgebogen sind. An der Stelle, wo sie die Wände des Paraxialorganes berührt, ist das Epithel niedrig, an den anderen Stellen aber sehr hoch und von ausgesprochen drüsigem Charakter. Seine Kerne sind gestreckt-oval; im Protoplasma finden sich zahlreiche basophile Granula.

Im erweiterten Teil des Paraxialorganes ist das Bild des Querschnittes weit komplizierter. Der Stützstab entsendet Auswüchse, die die Wand des Organes mit ihren Schichten vor sich herschieben. Zwischen diesen Ausstülpungen öffnet sich die Samenblase nach Aufnahme des Vas deferens. Weiter vorn bleibt die Breite des Paraxialorganes die gleiche und weist keinerlei Ausstülpungen auf.

Gegen den Cephalothorax wird das Organ mehr abgerundet; es weist in seiner muskulösen Scheide eine blindsackartige Ausstülpung auf, dessen Durchmesser dem des Organes selbst gleichkommt, in dessen Höhlung sie sich öffnet. Der Inhalt dieses Blindsackes erweist sich als aus einer Substanz bestehend, die im Schnitt dicke, gebogene und radiär gestreifte Bänder bildet, die in unmittelbarer Berührung mit dem Stützstab der Paraxialorgane stehen, der sich allerdings anders färbt. Der Inhalt der seitlichen Drüsensäcke färbt sich mit Giemsa blaßrosa, mit deutlichem Stich ins Violette, während der Stützstab sich stärker und in den verschiedenen Schichten ungleich färbt; der konkave Teil seiner Rinne ist mit einer dicken Platte von einer körnigen, vertikal gestreiften Masse bedeckt, die sich mit Giemsa intensiv blau färbt. Diese Platte entsendet in die Höhlung der Rinne ein gebogenes, ebenfalls färbbares Band aus einer blasigen und faserigen Substanz. Der Stützstab, der nicht aus Chitin besteht, ist zwischen der Stelle, wo das Paraxialorgan seine größte Breite hat und derjenigen, wo die lateralen Säcke entspringen, von

ähnlichem Bau; im hinteren Teil ist er im konvexen Teil homogen, im konkaven aber granulär.

Im vorderen Teil des Stützstabes spielt die die seitlichen Säcke des Paraxialorganes erfüllende Substanz die wichtigste Rolle; es sind Zellen, die sich vom Drüsenepithel der Wand des Organes abgelöst haben. Oberhalb der Genitalöffnung vereinigen sich die beiden Organe; in ihrem gemeinsamen Abschnitte, namentlich an der Vorderwand, ist das Epithel niedrig; seine Kerne sind von kurzer und breiter Form. Die Paraxialorgane münden in die terminale, dickwandige Scheide, die die Genitalöffnung umgibt. Innen ist sie mit einer dünnen Chitinschicht bekleidet, die als die unmittelbare Fortsetzung der benachbarten Hautdecke erscheint. Unter der Cuticula liegt eine Reihe von Epithelzellen mit ovalen Kernen, von denen sich fadenförmige, verlängerte Zellen ablösen und im Schnitt ein Netz bilden, das den Endteil des Genitalapparates bildet und durch die Membrana propria scharf von der äußeren bindegewebigen Scheide getrennt erscheint.

In der chitinen Cuticula liegt eine Anzahl genitaler Sinnesorgane, deren terminale Abschnitte, die aber sicherlich nicht die Nervenendigungen selbst sind, als ringförmige Öffnungen mit dickem Rand und scharfwinklig gebogenem Verlauf erscheinen.

Der Bau der äußeren Kopulationsorgane, die zuerst Birula bei *Scorpio maurus* beschrieben und abgebildet hat, ist sehr einfach; sie sind außen mit einer Chitinschicht bekleidet, unter der eine Hypodermissschicht liegt. Ihre Höhlung enthält Blutkörperchen und Bindegewebe. Sie tragen ebenfalls Sinnesorgane von glockenförmiger Gestalt; vom Gipfel der Glocke geht eine chitinige Röhre in das Innere. Was nicht Chitin ist, färbt sich mit Giemsa intensiv dunkelviolet und hebt sich dadurch scharf von den chitinen Teilen ab.

c) Weibliche Geschlechtsorgane

Viel bemerkenswerter sowohl vom anatomischen wie vom systematischen Standpunkte ist der weibliche Apparat. Er besteht aus drei Längsröhren (Ovarialschläuchen), von denen die mittlere der Länge nach gespalten sein kann. Von ihnen mündet die mittlere in die beiden seitlichen ein, die am Ende als Uterus fungieren und gemeinsam durch einen kurzen, medialen Gang (Scheide) in die schon früher erwähnte unpaare Geschlechtsöffnung münden.

Es ist schon Aristoteles und Aelianus bekannt gewesen, daß die Skorpione vivipar sind. Mitteilung über den weiblichen Apparat hat zuerst Treviranus gegeben; weiterhin verdanken wir Beschreibungen desselben Johannes Müller, L. Dufour, Blanchard, besonders aber Duvernoy, Laurie (1896) und Pawlowsky. Die letztgenannten Autoren haben auch zuerst auf die Bedeutung der Anordnung der Ovarialröhren für die Erkenntnis der verwandtschaftlichen Beziehungen der Skorpione hingewiesen.

Laurie (1896) hat die Skorpione in zwei Gruppen eingeteilt: einmal in apoikogene, meist mit dotterreichen Eiern, die aus den Eifollikeln in das Lumen der Ovarialröhren eintreten, und in katoikogene Skorpione. Die Um-

hüllung des Embryos geschieht, bei den *Apoikogenen* durch zwei Hüllen (Amnion und Serosa). Von den bisher untersuchten Skorpionen gehören hierher die Buthiden, Chaetiden und Vejoviden. Letzteren fehlt der Dotter in den Eiern ebenso wie den Formen der zweiten Gruppe.

Diese Gruppe, die *katoikogenen* Skorpione, wird nur von den Scorpioniden gebildet. Hier reifen und entwickeln sich die dotterlosen Eier in röhrenförmigen Ausstülpungen der Ovarialröhren; diese Ausstülpungen besitzen besondere Anhänge zur Ernährung der während ihrer Entwicklung keinerlei Hüllen aufweisenden Embryonen.

Wenn wir nun den Bau der weiblichen Genitalorgane betrachten, so ist eine gewisse Ähnlichkeit mit dem der männlichen nicht zu verkennen. Die unpaare Geschlechtsöffnung und die langgestreckten Genitaldrüsen bzw. Ausführungsgänge, namentlich aber die charakteristischen Querverbindungen sind in beiden Geschlechtern vorhanden.

Pawlowsky unterscheidet zwei Typen des weiblichen Genitalapparates, und zwar nach der Zahl der Querverbindungen des Eierstockes, die dessen Längsstämme verbinden. Er trennt einen zehnbogigen Typus, bei dem jedes Paar von Eiröhren durch fünf Querbogen verbunden ist, von einem achtbogigen, bei dem jederseits nur vier Querbogen vorhanden sind.

Der Eierstock (Abb. 147) des zehnbogigen Typus besteht aus drei Längsstämmen, die durch fünf Querröhren miteinander verbunden sind. Von diesen Längsstämmen nähern sich die beiden äußeren gegen die Genitalöffnungen hin und weisen vor ihrem Eintritt in diese jederseits eine Anschwellung auf, die als *Receptaculum seminis* bezeichnet wird. Der mittlere Stamm tritt nach vorn in die bogenartige Verbindung der beiden fünften Querbogen ein; nach hinten gibt er jederseits den ersten Querbogen zu den seitlichen Stämmen ab. Alle diese Röhren sind zwischen die Lappen der Leber eingelagert.

An der unteren Fläche der Eiröhren findet man nun kugelige Eifollikel von verschiedener Größe, je nach dem Grade der Entwicklung der Eier.

Da nun die Eifollikel den Eiröhren direkt aufsitzen, sind keine eigentlichen Eileiter vorhanden, und Pawlowsky betrachtet die Eiröhren daher als Uterusschläuche, da sich in ihnen ja auch die Embryonen entwickeln; sie sind aber gleichzeitig Embryodukte, weil sie auch die Embryonen bis zur Geschlechtsöffnung weiterleiten. Die beiden Samentaschen vereinigen sich zu einer kurzen Scheide, die

durch die Genitalöffnung nach außen mündet.

Bei einigen Skorpionen (Abb. 148, 149) ist der mittlere Längsstamm der Länge nach gespalten (*Parabuthus planicauda*, *Lychas tricarinatus* und

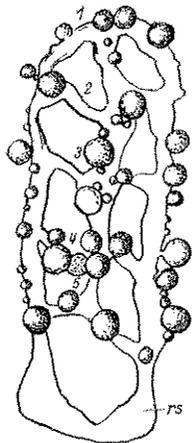


Abb. 147. *Buthus eupeus*. Weibliche Genitalorgane (10-bogiger Typus), 1 bis 5 die 5 Bogen einer Seite, rs *Receptaculum seminis* (nach Pawlowsky).

andere *Lychas*-Arten), und zwar von der vordersten bis zur vorletzten Querverbindung.

Die Entwicklung der befruchteten Eier erfolgt nun im Lumen der Uterusschläuche. Diese stellen dann perlschnurförmige Stränge vor, indem zwischen den durch die Embryonen hervorgerufenen, kugelförmigen Anschwellungen tiefe Einschnürungen sichtbar sind. Die Follikel der noch unbefruchteten Eier bilden kugelige Anhänge der Uterusschläuche. Nach der Geburt der Jungen fallen die stark aus-

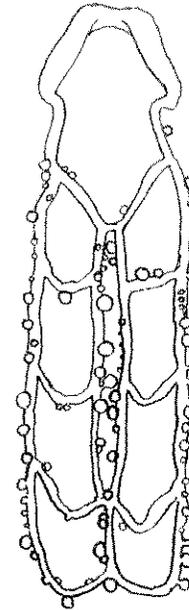


Abb. 148. *Parabuthus planicauda*. Weibliche Genitalorgane. Mittlerer Uterusstamm der Länge nach gespalten (nach Pawlowsky).



Abb. 149. *Lychas costatus*. Weibliche Genitalorgane. Mittlerer Uterusstamm gespalten (nach Pawlowsky).

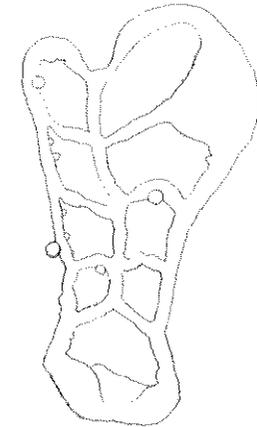


Abb. 150. *Buthus caucasicus*. Genitalorgane eines Weibchens, das alle Embryonen geboren hat. Im rechten oberen Winkel der Abbildung eine Verdickung, in dem das Vitellopaedion liegt (nach Pawlowsky).

gedehnten Uterusschläuche wieder zusammen, bleiben aber noch längere Zeit dick und runzelig.

Pawlowsky beschreibt einige bemerkenswerte Einzelheiten bei Skorpionen dieser Gruppe. So fand er bei *Liobuthus kessleri* im Uterus einen darin zurückgebliebenen Embryo, der hier weiter gewachsen und merklich größer als neugeborene Skorpione war, die ihre Embryonalhüllen noch nicht abgeworfen haben.

Ein anderer bemerkenswerter Fall betrifft *Buthus caucasicus* (Abb. 150); hier handelte es sich um ein ♀, das nur mehr etwa sechs Eifollikel hatte. In einem der äußeren Uterusschläuche, an der Einmündung des vorletzten Querganges, fand sich eine starke, dreieckige Verdickung, die aus einer Dottermasse ganz ohne Zellen bestand. Es scheint in diesem Falle ein Embryo seine weitere

Entwicklung eingestellt zu haben und in Form einer Dottermasse mit degenerierten Zellelementen im Uterus liegengelassen zu sein. Pawlowsky bezeichnet diese Erscheinung als „Vitellopaedion“.

Die von Embryonen freien Uterusschläuche besitzen ein hohes Zylinderepithel aus schmalen Zellen mit länglichen Kernen. Nach außen ist dieses Epithel von einer Membrana basilaris bekleidet, darüber liegen Schichten verzweigter Muskelfasern mit undeutlicher Streifung. Die Eifollikel sind kurz gestielt; die Stiele sind mit breiten, umspannenden Zellen ausgekleidet, die in abgeflachte, das Ei umgebende Follikelzellen übergehen. Bei *Anomalobuthus rickmersi* besteht der Dotter der größten Eier nach dem Austreten in die Uterusschläuche aus kugligen Körnchen; die Eier besitzen einen blassen, bläschenförmigen Kern und ein deutliches, großes Kernkörperchen.

Die erweiterten Enden der seitlichen Uterusschläuche vor ihrer Vereinigung zur Vagina sind richtige Receptacula seminis, denn sie enthalten nach der Copula große Mengen von Spermatozoiden, die allmählich in die Uterusschläuche einwandern.

Das Epithel der Scheide selbst ist niedrig; letztere ist innen mit einer faltigen Cuticula ausgekleidet, die dann nach außen in das Chitin des äußeren Integumentes übergeht. An dieser Stelle gibt es ringartige Gebilde, die nach Pawlowsky eine Endarmatur der Sexualorgane vorstellen. Ähnliche Gebilde wurden an den Kopulationsanhängen und angrenzenden Teilen der männlichen Organe gefunden.

Bei *Buthus eupeus* fand Pawlowsky kurze, röhrenförmige, in die Scheide einmündende Drüsen, deren Epithel innen mit keiner Chitincuticula bekleidet ist und sich in der mächtigen, äußeren Bekleidung der Scheide verliert. Er nennt sie Glandulae vaginales und vermutet, daß sie eine Substanz zum Schmieren der Scheide beim Durchtritt der Embryonen bei der Geburt absondern.

Ein aus harter, organischer Substanz gebildeter Pfropfen, der die Scheide und Genitalöffnung bei einigen Exemplaren des von Pawlowsky untersuchten *Buthus eupeus* erfüllt, wird als Spermatocleutrum bezeichnet; es soll vom ♂ ausgeschieden sein und das Zurückfließen des Samens aus den Samentaschen des ♀ verhindern. Außer bei dieser Art fand derselbe Autor ein Spermatocleutrum bei *Chaerilus*, *Euscorpius*, *Vejovis* und *Scorpioops* (Abb. 151, 152). Da diese Gebilde bei Skorpionen verschiedener Gruppen vorkommen, so kann es nur aus solchen Teilen des ♂-Genitalapparates stammen, die bei allen in gleicher Weise vorhanden sind; solche sind aber nur das Paraxialorgan und das Samenbläschen. Es ist demnach wahrscheinlich, daß das Spermatocleutrum ein verhärtetes Sekret der Paraxialorgane darstellt.

Dem zehnbogigen Typus des weiblichen Genitalapparates gehören nur Angehörige der Familie *Buthidae* an, von denen Pawlowsky zahlreiche Arten untersucht hat. Die Embryonen von *Lychas carinatus* sind aber wegen Vorhandenseins eines eigentümlichen dotterbildenden Apparates einem besonderen Typus zuzurechnen.

Dagegen zählen alle anderen Skorpione zum achtbogigen Typus. Dieser ist durch das Vorhandensein von nur vier Paaren von Querverbindungen des Uterus charakterisiert. Untereinander unterscheiden sich die Angehörigen dieses Typus nicht unbeträchtlich in der Art und Weise der Ernährung der Embryonen. Laurie hat hier zuerst genauere Untersuchungen angestellt,

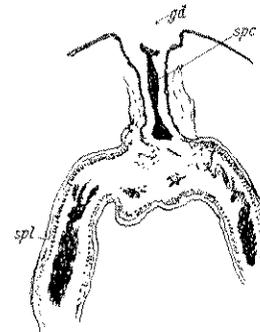


Abb. 151. Flächenschnitt durch den vorderen Teil der weiblichen Genitalorgane von *Broteochactas gollmeri* (nach Pawlowsky). *gd* Genitaldeckel, *spc* Spermatocleutrum (in den Samenblasen Bündel von Spermatozoiden (*spl*)).



Abb. 152. *Broteochactas gollmeri*. Vorderende der weiblichen Genitalorgane. *gd* Genitaldeckel, *spd* Spermatocleutrum (nach Pawlowsky).

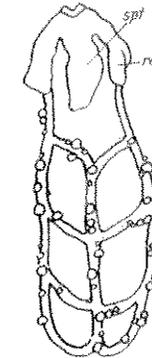


Abb. 153. *Brachistosternus intermedius*. Weibliche Genitalorgane. *rc* Samentasche, *spt* Spermatophorentasche (nach Pawlowsky).

auf die später noch zurückgekommen wird. Anschließend an dessen Ergebnisse unterscheidet Pawlowsky:

1. Die primitivste Form des achtbogigen Typus (*Chaetidae*, *Chaerilus*, *Bothriuridae* zum Teil) (Abb. 153).
2. Den achtbogigen Typus mit einer Spermatophorentasche (*Bothriuridae* zum Teil).
3. Den achtbogigen Typus mit einer diffusen Placenta (*Vejovidae*).
4. Den achtbogigen Typus mit einer Resorption des Dotters durch den Mund des Embryos (die katoikogenen *Scorpionidae*).

Was nun die erste Form der weiblichen Genitalorgane anbelangt, so ist sie durch deutlich ausgeprägte Samentaschen gekennzeichnet (*Euscorpius*, *Broteochactas gollmeri*, *Broteas subgranosus* und *Teuthraustes witti*). Bei *Chaerilus variegatus* wurden sie nur auf Schnitten festgestellt; sie waren hier aber nicht weitmündiger als die Uterusschläuche und enthielten auch keine Spermatozoide, da die Uterusschläuche schon in der Entwicklung begriffene Embryonen enthielten.

Ein Spermatocleutrum wurde bei *Euscorpius*, *Broteochactas gollmeri* sowie *Chaerilus variegatus* festgestellt; es erwies sich bei ersterem als eine

schwarze Platte, deren Rand nahe den Klappen des Genitaloperculum hervortrat, bei *Chaeribus* als schmaler und langer Strang im Ausgangsteil des Geschlechtsorganes, bei *Proteochactas* als keilförmige, harte Masse im Genitalspalt des ♀. Das Vorkommen von Spermatophoren wurde wahrscheinlich gemacht; sie scheinen ein erhärtetes Sekret der Epithelzellen der Paraxialorgane zu sein.

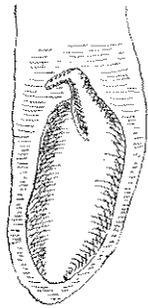


Abb. 154. *Brachistosternus intermedius*. Spermatophorentasche mit Spermatophore (?). (nach Pawlowsky).

Bei einer Bothriuriden-Art (*Bothriurus bonariensis*) (Abb. 153) fand Pawlowsky eine mediane Tasche zwischen den beiden hier besonders stark ausgeprägten Samenblasen. Diese Tasche enthält ein ovoides, braunes Gebilde mit schaumigen Wandungen und einem kurzen, gekrümmten Fortsatz am vorderen Ende, das von Pawlowsky als Spermatophore gedeutet wurde. Doch wird das Gebilde auch den Spermatozoen der Insekten verglichen, die Cholodkowsky beschrieben hat und die in den weiblichen Genitalorganen entstehen, einen Teil der Spermatozoide umfassen und bestimmten Partien der Eier zuführen.

Eine diffuse Plazenta wurde bei den Vejoviden nachgewiesen, und zwar bei *Scorpiops montanus* und *leptochirus*, bei *Vejovis spinigerus*, *Uroctonus mordax* und *Jurus dufourecus*. Alle, mit Ausnahme von *Jurus*, haben Samentaschen, die aber nicht besonders ausgeprägt sind, *Jurus* und *Vejovis* besitzen auch noch Spermatophorentaschen.

Die Embryonen der Vejoviden besitzen wie die der Buthiden Hüllen; die Eifollikel sind kurz gestielt und die Eier dotterarm; die Wand der Uterusschläuche ist dünn, und ihre Zellen scheinen ein Nährsekret auszuschleiden.

Bei *Scorpiops* (Abb. 155, 156) sind die Uterusschläuche abwechselnd verdickt (an den Stellen, wo die Embryonen liegen) und stark eingeschnürt; diese Verdickungen sind kugelförmig bei *Scorpiops montanus*, mehr langgestreckt, unregelmäßig bei *Scorpiops leptochirus*. Ihre Wände bestehen aus einer dünnen Membrana basilaris und aus Zylinderepithel (Abb. 157), das an den Stellen, wo die Embryonen liegen, besonders hoch ist. Die Zellen dieses Epithels sind außerordentlich hoch und schmal und besitzen kleine, basal gelegene Kerne. In den dünnen Teilen der Schläuche ist das Epithel viel niedriger. Das hohe Epithel der verdickten Stellen des Uterusschlauches ist als eine diffuse Plazenta an-

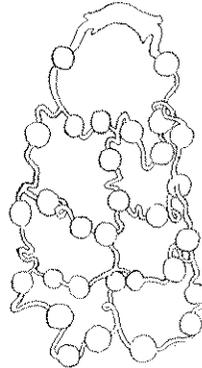


Abb. 155. *Scorpiops montanus*. Achtbogiger Typus des weiblichen Genitalapparates. Zwischen den kugelförmigen Anschwellungen der Uterusschläuche, in denen die Embryonen liegen, liegen dünne, unveränderte Teile des Uterus (nach Pawlowsky).

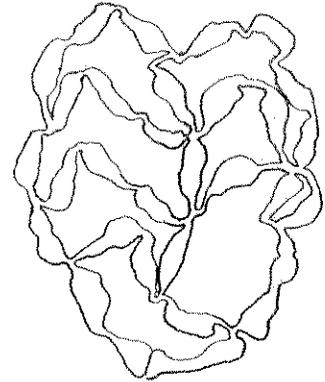


Abb. 156. *Scorpiops leptochirus*. Weibliche Genitalorgane mit Embryonen in den Uterusschläuchen. Achtbogiger Typus. X Abnormale Längsspaltung einer Uterusröhre (nach Pawlowsky).

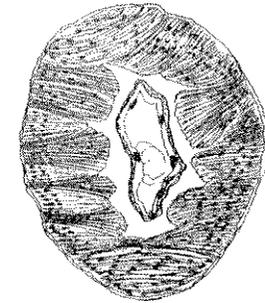


Abb. 157. *Scorpiops montanus*. Querschnitt durch einen Uterusschlauch, der einen Embryo enthält. Epithel sehr hoch aus sehr schmalen Zellen bestehend, eine diffuse Plazenta bildend (nach Pawlowsky).

Vejovis nachweisbar. Die Spermatophorentasche von *Vejovis* erwies sich als histologisch nicht verschieden von den Samentaschen und Uterusschläuchen, abgesehen von der Faltigkeit der Wand und der stärkeren Entwicklung der

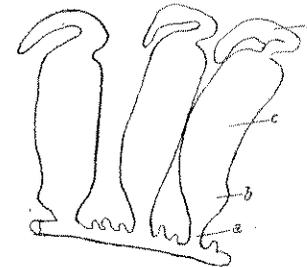


Abb. 158. *Iomachus politus*. Stück einer Uterusröhre mit drei Divertikeln. a Stiel (radix), b Ampulle, c Divertikel mit Embryo, d Anhang (nach Pawlowsky).

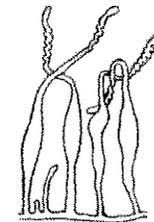


Abb. 159. Stück des Ovariums von *Heterometrus fulvipes* (nach Laurie).

äußeren Hülle, was vielleicht auf den Umstand zurückzuführen ist, daß die Spermatophorentasche sich bei der Untersuchung als leer erwies.

Im Gegensatz zu den apoikogenen Skorpionen, bei denen die Eier im Follikel reifen und befruchtet werden, die den Uterusschläuchen direkt oder

durch Vermittlung eines kurzen Stielchens aufsitzen, finden wir bei den katoikogenen Skorpionen, daß die Eier ihre ganze Entwicklung in Divertikeln der Uterusschläuche durchlaufen (Abb. 158, 159). Diese Divertikel lassen mehrere Abschnitte unterscheiden, die als „Radix diverticuli“ (Stielchen), Ampulle (Collar nach Laurie), Truncus, Collum und Appendix bezeichnet werden. Dieser wurstförmige Anhang ist nach Müller, Duvernoy und Laurie wichtig für die Ernährung des Embryos. In dem Truncus genannten Abschnitt macht der Embryo seine ganze Entwicklung durch und gelangt erst gegen Ende derselben in die Uterusschläuche, die also als Embryodukte fungieren, während bei den apoikogenen Skorpionen schon die befruchteten Eier in die Uteri eintreten und hier erst die ganze Embryonalentwicklung durchlaufen wird. Hier sind auch deutliche Samentaschen ausgeprägt, die bei den katoikogenen Skorpionen nicht scharf unterschieden werden können.

An den Uterusschläuchen lassen sich bei *Scorpio maurus* fünf Schichten unterscheiden, die als Membrana externa, Membrana muscularis, Membrana media, Membrana basilaris und Membrana epithelialis unterschieden werden und auch die Wandung des Eidivertikels bilden.

V. Entwicklung

1a. Spermatogenese¹⁾

Über die Spermatogenese gibt uns namentlich die Arbeit von Sokolow (1913) Aufschluß, in welcher wir auch Hinweise auf ältere Arbeiten von Metschnikoff (1868), Ganin (1867), Gilson (1884–87) und Carnoy (1885) finden. Sokolow geht von der Darstellung eines Schnittes durch eine Hodenröhre von *Euscorpius carpathicus* aus (Abb. 160); die Wand dieser Hoden-

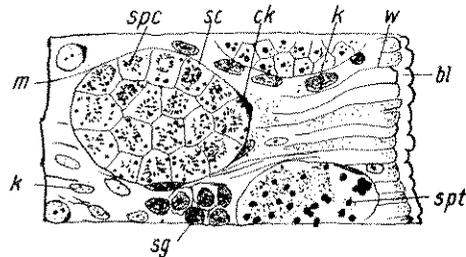


Abb. 160. Teil eines Querschnittes durch eine Hodenröhre $\frac{460}{1}$. bl Bläschen am freien Ende der Wandzellen, ck Kern der Spermatocyste, k Kerne der Wandzellen, m Intima externa, sc Spermatogonie, sg Spermatogonie, spc Spermatocyste, spt Spermatocysten, w Wandzellen,

röhre ist von hohen, prismatischen Zellen gebildet, die so weit nach innen reichen, daß das Lumen nur einen engen Spalt innerhalb der Röhre bildet oder

¹⁾ Die Abbildungen dieses Abschnittes bis einschließlich Abb. 198 beziehen sich auf *Euscorpius carpathicus*; alle Abbildungen nach Sokolow.

sogar ganz obliteriert sein kann. Das Zellplasma ist ziemlich durchsichtig; seine Granulationen und Fettkügelchen sind stellenweise bemerkbar. Am freien Ende der Zelle wird das Plasma bei Behandlung mit Osmiumsäure gegen das Lumen hin etwas stärker gefärbt und läßt ein helles Bläschen sichtbar werden; diese Bläschen der nebeneinander liegenden Zellen bilden einen das Hodenepithel umrandenden hellen Saum. Sokolow ist der Ansicht, daß diese Bläschen ein besonderes Sekret ausscheiden, in dem die Pakete reifer Samenfasern schwimmen, nachdem sie in das Lumen der Röhre gelangt sind. Die Wandzellen sind durch ziemlich große, länglich-ovale Kerne mit zahlreichen Chromatinkörnchen und einem oder zwei Nukleolen ausgezeichnet.

Nach außen ist der Hoden von einer starken Membran (intima externa) begrenzt, die von verschiedenen dicken Fasern in verschiedenen Richtungen durchkreuzt wird. Außen liegen der Membran stellenweise längliche Kerne an.

Die zwischen den Wandzellen gelegenen Spermatocysten sind oval oder rund; in ihnen sind die Samenzellen eingeschlossen, die durch ihr jeweiliges Altersstadium die verschiedene Größe der Spermatocysten bedingen. Die vorhin erwähnten länglichen Kerne liegen in der Cystenwand. Die Entstehung dieser Spermatocysten erklärt Sokolow in der Weise, daß die Wandzellen, die eine immer größer werdende Spermatogoniengruppe umschließen, allmählich zu einer dünnen Umhüllung mit bleibenden Kernen werden, deren Plasma den Samenzellen als Nahrung dienen soll. Hinsichtlich der Kerne unterscheiden sich die Wandzellen kaum von den jungen Spermatocysten, unterliegen aber mit der Zeit einer Degeneration, wobei eine Faltung eintritt und sie schließlich durch Verlust ihres Saftes lang und dünn werden.

Bei der Kernteilung findet man zahlreiche Chromosome um einen Mutterstern gruppiert, und zwar etwa doppelt so viele (170) als bei der Mitose der Spermatogonien (70 bis 80).

In jeder Spermatocyste liegen Samenzellen von etwa gleichen Entwicklungsstadien; sie stammen demnach von einer gemeinsamen Ahnenzelle ab, während die Samenzellen benachbarter Spermatocysten verschiedenen Alters sein können.

Bemerkenswert ist, daß im Hoden keine den einzelnen Etappen der Spermatogenese entsprechenden Zonen zu beobachten sind, wie dies von Tarnani für *Thelyphonus* beschrieben wurde. Ältere Spermatogonien liegen allerdings dicht an der äußeren Membran, junge nahe dem Lumen der Hodenröhre.

Die älteren Spermatogonien, die, wie erwähnt, sich dicht der äußeren Membran anlegen, sind durch bedeutende Größe ausgezeichnet (Abb. 161). Sie bilden bei ihrer Vermehrung zuerst kleinere, dann größere Gruppen von Spermatogonien. Die Zahl der Teilungen ist unbekannt, jedenfalls aber nicht konstant.

In den älteren Spermatogonien findet sich viel Plasma und ein großer runder oder ovaler Kern, der

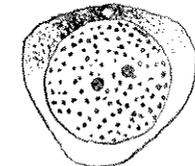


Abb. 161. Spermatogonie einer frühen Generation mit 2 Nukleolen. Zentrosom inmitten der Mitochondrienansammlung.