

- 1930 **Butler, L. S. G.**, Victorian Scorpions. *Vict. Nat.* Melbourne, Vol. 47. Nr. 7. S. 103 bis 108, 3 Textfig.
- 1930 **Calinescu, R. J. & Calinescu, H. R.**, Systematisch-Zoographische Beiträge zur Kenntnis der Skorpione Rumäniens. *Bull. Acad. Roumaine Bucarest*, 13. Nr. 3. S. 1—12, 5 Textfig.
- 1930 **Campos, F.**, Notas biológicas artropológicas. Caso de un alacran (*Centrurus marginatus* Gerv.) con diartrosis femoro-tibial en un palpo maxilar. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 34. S. 280—281.
- 1930 **Hansen, H. J.**, Studies on Arthropods 3, Kopenhagen. S. 247—340, 7 Taf.
- 1930 **Kurata, T. B.**, Notes on the northern Scorpion, *Vaejovis boreus* Girard, in British Columbia. *Canad. Field Nat.* Vol. 44. Nr. 2. S. 28—30, 2 Fig.
- 1930 **Pflugfelder, O.**, Zur Embryologie des Skorpions *Hormurus australasiae* (F.). *Z. wiss. Zool.* Bd. 137. S. 1—29, 23 Textfig.
- 1930 **Porter, C. E.**, Entomologia Chilena. Primera Lista de Artropodos de Peñalolén. *Rev. Chil. Hist. nat.* 34. S. 276—279.
- 1930 —, Los Artropodos de la obra de Molina. *Rev. Chil. Hist. nat. Ann.* 34. S. 161—163.
- 1930 **Pruvost, P.**, La faune continentale du terrain houiller de la Belgique. *Mém. Mus. Hist. nat. Belg.* Nr. 44. S. 105—182, 14 Tab.
- 1930 **Sowerby, A. de**, The Naturalist in Manchuria, Vol 4 & 5. S. 1—250, 42 Taf.
- 1931 **Giltay, L.**, Resultats Scientifique du voyage aux Indes orientales Néerlandaises de L. L. AA. RR. le Prince et la Princesse Léopold de Belgique. *Scorpiones et Pedipalpes. Mém. Mus. Hist. Nat. Belg. (Hors Série)* Vol. 3, fasc. 6. S. 1—28, 9 Textfig.
- 1931 a **Hadži, J.**, Skorpionenreste aus dem tertiären Sprudelsinter von Böttingen (Schwäbische Alb). *Palaeont. Z.*, Bd. 13, Nr. 1—2. S. 134—148, 8 Textfig.
- 1931 b —, Der Artbildungsprozeß in der Gattung „*Euscorpium*“ Thor. *Arch. Zool. Ital.* Vol. XVI. Atti XI. Congr. Internat. Zool. Padova. S. 356—362.
- 1931 c —, Noze skorprije kao otrovnice. *Liječnički Vjesnik.* Nr. 5, 7 S. 1 Taf.
- 1931 **Hewitt, J.**, A new subspecies of Scorpion from Natal. *Ann. Natal Mus. Pmburg* Vol. 6, Part. 3. S. 459—460, 1 Textfig.
- 1931 —, A new Solifuge and a new Scorpion from South-West-Africa. *Ann. J. Afr. Mus.* Vol. 30, Part. 1. S. 93—99, 3 Textfig.
- 1931 **Hilton, W. A.**, Nervous System and Sense Organs. *Scorpionida. J. Ent. Zool. Claremont Cal.* Vol. 23, Nr. 3. S. 49—55, 4 Textfig.
- 1931 **Hoffmann, Carlos C.**, Los Scorpiones de Mexico. Primera Parte. *Anales Instituto de Biología Mexico.*
- 1931 **Kästner, A.**, Die Hüfte und ihre Umformung zu Mundwerkzeugen bei den Arachniden. Versuch einer Organgeschichte. *Z. Morph. Ökol. Tiere*, Bd. 22, Heft 4. S. 721—758, 35 Textfig.
- 1931 **Mello-Leitão, M.**, Divisão e distribuição do genero *Tityus* Koch. *Ann. Acad. Bras. Sci.* T. 3, Nr. 3. S. 119—150, 6 Fig.
- 1931 b —, Dos nuovos escorpiões do Brasil. *Bol. Mus. nat. Rio de Janeiro*, Vol. 7, Nr. 4. S. 283—288, 2 Fig.
- 1931 **Metcalf, Z. P.**, A Textbook of Economic Zoology, London. Chapter VII Arachnida and Myriopoda. S. 190—207, 16 Fig.
- 1931 **Patten, W. S.**, Insects, Ticks, Mites and venomous Animals of medical and veterinary importance, Part. II. *Public Health 8^o Croydon. Arachnida and Myriopoda* S. 659—691, 23 Textfig.
- 1931 **Reimoser, E.**, Arachnoidea der Sunda-Expedition Rensch. *Mitt. Zool. Mus. Berlin*, Bd. 17, Heft 5. S. 744—752.
- 1931 **Stephenson, T. A., Tandy, A. G. & Spender, M.**, The structure and ecology of Low Isles and other Reefs. *Sci. Rep. Barrier Reef. Exped. 1928—1929.* London, Vol. 3, Nr. 2, 27 Taf., 15 Textfigg.; *Arachnida* S. 36, 74.

- 1931 **Zoond, A.**, Studies in the localisation of respiratory exchange in Invertebrates. III. The Book lungs of the Scorpion. *J. Exper. Biol.* Vol. 8, Nr. 3. S. 263—266.
- 1932 **Caporiacco, L. di**, Aracnidi. In: *Escursione zoologica all'Oasi di Marrakesch nell'aprile 1930.* *Boll. Zool. III.* Nr. 5, S. 233—234, Fig. 1.
- 1932 **Finnegan, Susan**, Report on the Scorpions collected by Mr. Bertram Thomas in Arabia. *Journ. Linn. Soc. Zool. London*, Vol. XXXVIII, Nr. 258. S. 91—98. Fig. 1—3.
- 1932 **Meise, W.**, Fehlender und extrem entwickelter Sexualdimorphismus im Formenkreise *Heterometrus longimanus* (Scorpiones). *Arch. Naturg. N. F.* Bd. 1, Heft 4. S. 660—671.
- 1932 **Werner, F.**, Ergebnisse einer Zoologischen Forschungsreise nach Marokko. VI. Scorpione. *Sitz. Ber. Ak. Wiss. Wien*, 141. Bd. S. 285—306.
- 1932 —, Die Skorpione und Pedipalpen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. *Arch. Hydrobiol. Suppl. Bd. XI. Tropische Binnengewässer*, Bd. III. S. 575—595.

IV. Organisation

1. Körpergliederung

Der Körper der Skorpione (Abb. 1—4) ist mehr oder weniger langgestreckt und stets dorsoventral abgeplattet. Der Truncus (Prosoma + Mesosoma) stets länger als breit; das Metasoma (Cauda) im Verhältnis zu ihm ziemlich verschieden, bald erheblich länger, bald ebenso lang oder aber kürzer. Das Prosoma ist oberseits von einem ungeteilten Schild bedeckt, während Meso- und Metasoma ober- wie unterseits eine deutliche Gliederung erkennen lassen.

Die embryonale Anzahl der Segmente beträgt nach Brauer außer dem primären Kopfsegment 18; dazu kommt noch das Telson. Das bei Embryonen ursprünglich vorhandene prägenitale Segment fehlt dem erwachsenen Skorpion. Wir wissen aber, daß bei fossilen Skorpionen, wie bei der Gattung *Mazonia*, sogar neun Tergite des Mesosoma vorhanden sein können. Bei den rezenten Formen ist aber die Zahl der Segmente vollkommen konstant. Freilich ist nach Börner das letzte Glied des Präabdomens als erstes Glied des Postabdomens anzusehen, weil ihm embryonale Abdominalgliedmaßen stets vollständig fehlen; das ändert aber natürlich nichts an der absoluten Zahl der Segmente.

Der erste Körperabschnitt, das Prosoma, ist derjenige, der als Träger der Gliedmaßen die meisten Modifikationen aufweist; trotzdem ist auch seine Konfiguration durch ungeheure Zeiträume der Erdgeschichte im wesentlichen fast unverändert geblieben. Der dorsale Schild dieses vielfach als Cephalothorax (Abb. 5) bezeichneten Abschnittes ist meist von ungefähr trapezförmigem Umriß, vorn schmaler als hinten und am Vorderrand häufig dreieckig eingeschnitten, so daß beiderseits von dieser Einkerbung abgerundete Vorrangungen, die Stimloben, entstehen — meist wenigstens etwas länger als breit, glatt oder granuliert und vielfach durch ein System symmetrischer, glatter oder gekörnter Längskiele ausgezeichnet, die systematisch von Bedeutung sind und mit bestimmten Namen bezeichnet werden. Wir unterscheiden ein Paar solcher Kiele, die von den über den Mittelaugen medianwärts sich erhebenden Supraciliarwülsten ausgehen, als vordere Medialkiele sowie jederseits

einen mittleren Lateralkiel, einen mittleren und hinteren Medialkiel, die miteinander z. T. zusammenfließen können. Die beiden Mittelaugen liegen etwas erhöht auf einem Augenhügel, voneinander etwas entfernt, meist etwa gleichweit vom Vorder- und Hinterrande des Cephalothorax entfernt, selten (*Opisthophthalmus*) mehr nach hinten gerückt, was als sekundärer Zustand zu betrachten ist. Die Seitenaugen stehen am Vorderrande des Cephalothorax, links und rechts von der Mittellinie, zwei bis fünf an der Zahl. Ganz ausnahmsweise können sie ebenso wie die Mittelaugen gänzlich fehlen (*Belisarius*).

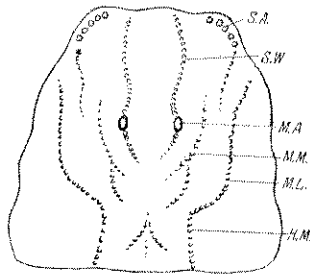


Abb. 5. Cephalothorax von *Butheus occitanus* (Orig.). SA Seitenaugen, MA Mittelaugen, SW Supraciliariuswulst, MM Mittlerer Medialkiel, HM Hinterer Medialkiel, ML Mittlerer Lateralkiel.

hört schon dem Mesosoma an, nämlich die Genitalklappen und das Metasternum (Kammgrundstück).

Das Sternum ist das unpaare ventrale Stück des Prosoma, das zwischen den Coxen der beiden letzten Beinpaare gelegen ist; es ist von verschiedener und für die Hauptgruppen der Skorpione charakteristischer Gestalt und daher von systematischer Bedeutung. Es ist fünfeckig bei den Scorpioniden und Chactiden, dreieckig bei den Buthiden und auf ein Paar kleiner, schmaler, bandartiger Plättchen vor den Genitaldeckeln reduziert bei den Bothriuriden (Abb. 6). Es wird zum Unterschied von dem eigentlichen abdominalen Metasternum, dem Kammgrundstück, als „thoracic metasternite“ bezeichnet.

Die Gliedmaßen, die durchweg dem Prosoma angehören, sind in der Zahl von sechs Paaren vorhanden: die Cheliceren, die dorsal vom Mund und vor ihm gelegen sind, die Pedipalpen (Maxillarpalpen) und vier Paare von untereinander oberflächlich gleichartigen, bei näherer Untersuchung aber merkbare Unterschiede darbietenden Laufbeinen.

Die Cheliceren sind relativ klein, dreigliedrig und scherenförmig; das Basalglied liegt unter dem Vorderrande des Cephalothoraxpanzers verborgen. Das zweite Glied besitzt medianwärts einen Fortsatz (unbeweglicher Finger), der mit dem dritten (beweglicher Finger) die Schere der Chelicere bildet. Die Finger sind meist mit einem Zahn versehen, der systematische Bedeutung besitzt.

Die Pedipalpen sind kräftige, beinförmige Gliedmaßen, die ausnahmslos mit einer Schere endigen. Sie bestehen aus den sechs bereits in der Diagnose

auf einem Augenhügel, voneinander etwas entfernt, meist etwa gleichweit vom Vorder- und Hinterrande des Cephalothorax entfernt, selten (*Opisthophthalmus*) mehr nach hinten gerückt, was als sekundärer Zustand zu betrachten ist. Die Seitenaugen stehen am Vorderrande des Cephalothorax, links und rechts von der Mittellinie, zwei bis fünf an der Zahl. Ganz ausnahmsweise können sie ebenso wie die Mittelaugen gänzlich fehlen (*Belisarius*).

Von der Ventralseite her ist das Prosoma durch die Basalteile der Gliedmaßen und das zwischen den Coxen der beiden letzten Beinpaare gelegene Sternum vollständig bedeckt, und was hinter diesen freibleibt, ge-

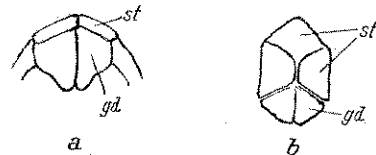


Abb. 6. Sternum von *Bothriurus vittatus* (a) und *Euscorpilus italicus* (b) (Orig.). st Sternum, gd Genitaldeckel.

unterschiedenen Teilen, nämlich der Hüfte (Coxa) mit dem sogenannten Maxillarlobus, der gegen die Mittellinie gerichtet ist, dem kurzen Schenklering (Trochanter), dem kräftigen Oberarm (Femur), der Tibia und den beiden die Schere zusammensetzenden Gliedern, nämlich der Hand mit dem medianwärts von ihr ausgehenden unbeweglichen Finger und dem gegen diesen beweglichen Finger, der das Endglied des Pedipalpus vorstellt.

An der Hand kann man nicht nur eine auf die Dorsalfläche beschränkte körnige oder netzartige Skulptur, sondern auch öfters Längskiele unterscheiden, die als Innenrand-, Neben-, Finger- und Außenrandkiel unterschieden werden (Abb. 6a).

Ein starker Zahn am Innenrande des beweglichen Fingers (Fingerlobus) entspricht öfters (namentlich beim ♂) einem Ausschnitt am Innenrande des unbeweglichen Fingers.

An der Unterfläche der Hand sowie der Tibia des Pedipalpus kann man öfters in Reihen gestellte, in wallförmigen Grübchen stehende Sinneshaare (Trichobothrien) beobachten.

Sehr charakteristisch sind die auf der Schneide der Palpenfinger sichtbaren Körnchenreihen, die entweder der Schneide entlang laufen oder in verschiedenem Grade schief gegen sie gestellt sind und je nach der Lage zu dieser Schneide als äußere oder innere Körnchenreihen bezeichnet werden. Sie werden in der Artbeschreibung vielfach herangezogen, da sie in ihrer Zahl nicht oder nur in geringen Grenzen schwanken.

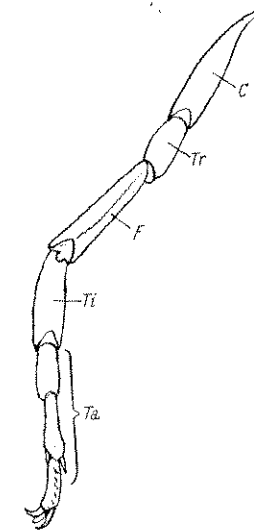


Abb. 7. 4. linkes Laufbein von *Heterometrus indus*, von unten (Orig.). C Coxa, Tr Trochanter, F Femur, Ti Tibia, Ta Tarsus.

An den vier Paaren von Laufbeinen unterscheidet man wieder Coxa, Trochanter, Femur, Tibia und drei Tarsenglieder (Abb. 7). Die beiden ersten Beine haben einen Maxillarfortsatz, der spitzdreieckig und nach vorn und innen gerichtet ist, während die miteinander fest verbundenen und unbeweglichen Hüften der beiden hinteren Beinpaare durch Sternum, Genitalklappen und Kammgrundstück voneinander getrennt sind.

Die Maxillarfortsätze des ersten Beinpaars werden von denen des zweiten Paares grobenteils verdeckt; beide Paare berühren sich in der Mittellinie unterhalb der Mundhöhle.

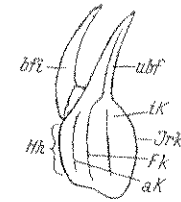


Abb. 6a. Hand von *Diplocentrus antillanus* (Orig.) von oben. bfi beweglicher Finger, ubf unbeweglicher Finger, Hh Hinterhand, iK innerer Nebenkiel, aK äußerer Nebenkiel, Fk Fingerkiel, Irk Innenrandkiel.

Ein Stridulationsapparat ist bei zahlreichen Skorpionen an den Coxen sowohl des Pedipalpus als des ersten Beinpaars nachgewiesen worden. Wir werden später darauf zurückkommen.

Während Femur und Tibia kaum besondere Eigentümlichkeiten aufweisen, ist dies hinsichtlich des Tarsus im besonderen Maße der Fall. Vor allem ist bemerkenswert, daß der Tarsus dieser vier Beinpaare ein Paar von Endkrallen besitzt, die aber erst nach der ersten Häutung auftreten; die neugeborenen Jungtiere haben ebenso wie der fossile *Palaeophonus* einfach zugespitzte Endglieder der Tarsen und entsprechen daher dem von Thorell aufgestellten Typus der Apoxypoden im Gegensatz zu dem mit zwei Endkrallen versehenen Tarsenendglied aller übrigen Skorpione (Dionychopoden).

Gaubert (1892) behält die Bezeichnung von Milne-Edwards für die Glieder der Laufbeine bei:

Hüfte	= Coxopodit
Trochanter	= Basipodit
Oberschenkel	= Miropodit
Unterschenkel	= Carpopodit
1. Tarsenglied	= Propodit
2. Tarsenglied	= 1. Dactylopodit
3. Tarsenglied	= 2. Dactylopodit

Er bemerkt, daß in der natürlichen Haltung des Beines dieses mit dem Boden ein Viereck bildet, indem der „article descendent“ vom Oberschenkel, der „article horizontal“ vom Unterschenkel und der „article descendent“

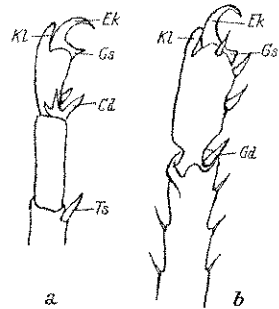


Abb. 8. Tarsenenenden des 4. Laufbeines von *Prionurus australis* (a) und *Heterometrus indus* (b) (Orig.). Kl Krallenlappen, Ek Endkrallen, Gs Gehstachel, Gd Grunddorn, Ts Tarsalsporn.

An den Tarsengliedern läßt sich eine Anzahl von besonderen Bildungen beobachten, die für ganze Gattungen oder sogar Familien charakteristisch

von den beiden basalen Tarsengliedern gebildet wird, daß aber das Tarsenendglied etwas nach außen gerichtet ist und einen Winkel mit dem Boden bildet; es stützt sich auf diesen mittels eines kegelförmigen, geraden Dorns. Die Bewegung der Laufbeine geht nach Carlet in der Weise vor sich, daß das linke des ersten, das rechte des zweiten, linke des dritten und rechte des vierten Paares fast gleichzeitig gehoben werden, während der Körper auf den vier anderen Beinen ruht, und dann diese gehoben und die erstgenannten gesenkt werden. In dieser Beziehung stimmen die Skorpione mit den übrigen Arachnoiden überein.

Die drei Tarsenglieder werden vom proximalen zum distalen Gliede als Protarsus, Tarsus und Epitarsus (dieser mit zwei Krallen) unterschieden (Abb. 8).

sind. Dazu gehört vor allem der am Ende der Unterseite des proximalen Tarsengliedes des letzten Beinpaars zu beobachtende kräftige Tarsalsporn (z. B. bei *Buthus*); dann der bald nur in der Einzahl, bald aber beiderseits in der weichen Bindehaut zwischen dem mittleren und distalen Tarsenglied stehende Grunddorn; ferner der auf der Unterseite des Grundes der beiden Krallen senkrecht nach abwärts gerichtete Gehstachel. Andere Bildungen, die dem Tarsenendglied angehören, sind der schmale Krallenlappen zwischen den beiden, beiderseits die Krallenbasis bedeckenden, abgerundeten Endloben, die vorhanden sein oder fehlen können.

Eine Verbreiterung oder Abplattung des Tarsus bei gleichzeitigem Auftreten langer Borsten am Rande wurde bei grabenden wüstenbewohnenden Skorpionen: *Liobuthus* (Abb. 9), *Anomalobuthus*, *Psammobuthus* (Zentralasiens), beschrieben (Birula) und abgebildet (Pawlowsky, 1925).

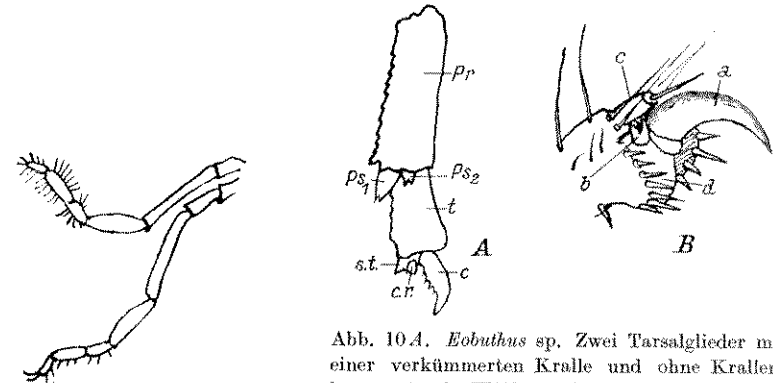


Abb. 9. *Liobuthus Kessleri*. 3. u. 4. linkes Laufbein, Tarsen verbreitert und reich beborstet (nach Pawlowsky).

Abb. 10 A. *Eobuthus* sp. Zwei Tarsalglieder mit einer verkümmerten Kralle und ohne Krallenlappen (nach Wills). Pr Protarsus, t Tarsus, c Kralle, s.t. Gehstachel, ps₁ Grunddorn, ps₂ Ergänzungsdorn, c.r. rudimentäre Kralle.

Abb. 10 B. *Hemihopopus jastschenkoii* Bir. Das krallentragende Endglied des Tarsus des 4. Beines mit der rudimentären Kralle. a vollentwickelte Kralle, b rudimentäre Kralle, c Krallenlappen, d Gehstachel. (Nach Birula.)

Wie Birula (1926) gezeigt hat, haben sich auch die Einzelheiten der Tarsenbewaffnung seit dem Karbon erhalten, da er am Tarsus der fossilen Gattung *Eobuthus*, wie er von Wills (1925) gezeichnet wird (Abb. 10), noch die den rezenten Formen zukommenden Dornen nachweisen konnte; so am distalen Ende des proximalen Tarsengliedes (Protarsus) einen Grunddorn nebst Ergänzungsdorn, sowie außer einer gezähnten Kralle auch das Rudiment einer zweiten Kralle, das auch bei der rezenten (australischen) Gattung *Hemihopopus* beobachtet werden kann; auch bei *Pandinops* ist die innere Kralle verkümmert (Birula). Auch ein Gehstachel kommt bei *Eobuthus* vor, dagegen fehlt ein Krallenlappen vollständig, was aber bei rezenten

Skorpionen (*Liobuthus*) gleichfalls der Fall sein kann (Abb. 11). Die Zähnung der Krallen ist übrigens ein Charakter, der keinem rezenten Skorpion zukommt.

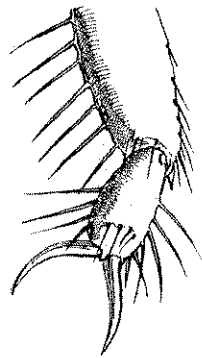
Der präorale Mundraum.

Auf zwei Punkte in der Morphologie des Skelettes der Skorpione soll noch näher eingegangen werden: den präoralen Mundraum und die Entosternitbildungen.

Was den ersteren anbelangt, so ist er von verschiedenen Autoren, am besten von Kästner (1925, 1931) beschrieben worden, an dessen Ausführungen wir uns halten wollen.

Dieser Raum ist dorsal von der Unterfläche der Cheliceren, seitlich von den Pedipalpenhüften, unten von den Laden des ersten und zweiten Laufbeinpaars und hinten vom Labrum begrenzt. Alle Teile, die mit der von den Cheliceren zerkaute und mit den Fingern der Pedipalpen in den Mund gesteckten Nahrung in Berührung kommen, sind weichhäutig und mehr oder weniger behaart; unterhalb des Labrums befindet sich die Mundöffnung. An der Coxa des Pedipalpus, und zwar an der Vorderseite (von Kästner früher als Unterseite gedeutet) und an der medialen (basalen) Hälfte, befindet sich eine polsterförmige, weiche, ungefähr dreieckige und behaarte Erhebung, während die distale (apikale) Hälfte stark chitinisiert ist und sich (bei *Heterometrus indus*) durch tiefdunkle Färbung scharf von dem weißlichen, weichhäutigen Abschnitt abhebt, der in der Färbung und Behaarung ganz mit dem zwischen den Coxen gelegenen Labrum übereinstimmt.

Abb. 11. Letzte zwei Tarsalglieder von *Liobuthus Kessleri* (nach Birula), ohne Krallenlappen zwischen den Endkrallen.



Was nun den Anteil des ersten und zweiten Laufbeinpaars an der Bildung des präoralen Mundraumes anbelangt, so ist darüber folgendes zu sagen. Im Gegensatz zum Pedipalpus, welcher der Laden an den Hüften vollkommen entbehrt, sind solche an den beiden ersten Laufbeinpaaren deutlich erkennbar.

Am ersten Bein ist die Lade an dem konvexen Außenrande verdickt, medianwärts aber zugespitzt, so daß sie im Querschnitt ein langgestrecktes Dreieck vorstellt, dessen kürzeste Seite von dem verdickten Außenrand gebildet wird.

Die Lade des zweiten (Abb. 12) Beinpaars liegt (von unten gesehen) so über derjenigen des ersten, daß nur der verdickte, konvexe Randteil derselben sichtbar bleibt; sie ist zum Unterschiede von dieser medianwärts am dicksten, distalwärts aber zugespitzt, bildet also im Querschnitt gleichfalls ein lang-

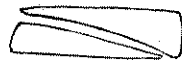


Abb. 12. Hüfte des 1. und 2. Laufbeines von *Heterometrus indus* im Querschnitt.

gestrecktes Dreieck, dessen kürzeste Seite aber medianwärts liegt. Von der Dorsalseite gesehen, deckt die Lade des ersten Paares medianwärts die des zweiten Paares nicht vollständig, sondern es bleibt in der Mediallinie jederseits ein schmaler Streifen unbedeckt. Es schmiegen sich die beiden Laden dicht aneinander, indem sich die Dorsalseite der einen an die Ventralseite der anderen anlegt.

Im Vergleich mit dem präoralen Mundrand der Araneiden, bei denen dieser vertikal steht, ist also der der Skorpione um 90° gedreht.

Innenskelett.

Das Innenskelett der Skorpione ist zweierlei Art: Beck unterscheidet Entosklerite und Entochondrite. Erstere sind epidermaler Abkunft und nichts anderes als Einstülpungen des Außenskeletts. Auch von ihnen lassen sich zwei Formen unterscheiden: die Coxalentsosklerite, die innere Fortsätze der Coxalsklerite¹⁾ der Gliedmaßen sind, und die Medianentsosklerite, die als Fortsetzungen des Außenskeletts in der Mittellinie auftreten.

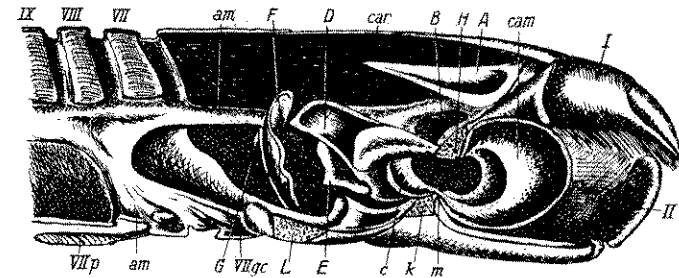


Abb. 13. Sagittalschnitt durch das Prosoma von *Heterometrus cyaneus* nach Entfernung aller Weichteile (nach Beck). I Chelicere. II Basis des Pedipalpus. VII–IX Tergale Sklerite des VII.–IX. Segments. A Coxales Entosklerit der Chelicere, am Arthrodialmembran, B Coxal-Entosklerit des Pedipalpus, c Vorderes Coxal-Entosklerit der 3. Gliedmaße (1. Laufb.), cam Camerostom (Labrum, Oberlippe), car Carapax (Cephalothorax), D Hinteres Coxal-Entosklerit der 3. Gliedmaße, E Vorderes Coxal-Entosklerit der 4. Gliedmaße (2. Laufb.), F Hinteres Coxal-Entosklerit der 4. Gliedmaße, G Coxal-Entosklerit der 5. Gliedmaße (3. Laufb.), VII gc Sternanteil des Genitalsegments, H Präoral-Entosklerit, k Postoral-Entosklerit, L Carinosternal-Entosklerit, m Mundöffnung, VII p Kamm.

Die Entochondrite dagegen sind Stücke von faserknorpeligem Aussehen, frei beweglich und an keinem chitinigen Teil des Außenskeletts befestigt, mit dem sie nur durch faseriges Bindegewebe und Muskeln zusammenhängen. Sie bilden stets Ansatzstellen für Muskeln, die von ihnen zu den Gliedmaßen, den Tergiten und anderen Körperteilen ausstrahlen. Sie sind aus Bindegewebe hervorgegangen.

Von den coxalen Entoskleriten stellt derjenige der Cheliceren einen langen, schmalen, dreieckigen Fortsatz vor (Abb. 13, A).

¹⁾ Als Sklerite bezeichnet man nach Beck die exponierten, stark chitinisierten Stücke des Außenskeletts.

Das coxale Entosklerit des Pedipalpus ist ein kleiner Fortsatz an der Innenfläche des Coxalsklerits (Abb. 13).

Am ersten Laufbein ist das Coxalsklerit innenseits sowohl am vorderen wie hinteren Rande vorgezogen; das am Vorderrand (*c*) ist sehr klein und der Mediallinie genähert; das am Hinterrande (*D*) ist groß und lateral gelegen.

Am zweiten Laufbein hat das Coxalsklerit gleichfalls zwei innere Fortsätze, einen vorderen (*E*) und einen hinteren (*F*); sie sind den vorigen ähnlich.

Am dritten Laufbein ist nur ein kleiner Fortsatz am Vorderrande des Coxalsklerits vorhanden; er ist vollkommen lateral und hinter dem hinteren Fortsatz des zweiten Beines. Am Hinterrande fehlt ein solcher Fortsatz. Ebenso hat das vierte Bein keinerlei Fortsätze.

Von den medianen Entoskleriten liegt eines vor der Mundöffnung (*H*). Es besitzt zwei lange, nach hinten gebogene, zylindrische Fortsätze, an denen sich die Muskeln 95, 96, 97 ansetzen. An ihm ist der obere Teil des Pedipalpus eingelenkt (Präoral-Entosklerit).

Unterhalb des Mundes befindet sich das kleine Postoral-Entosklerit (*K*); an ihm ist der untere Teil des Pedipalpus und die beiden Laufbeine eingelenkt.

Hinter ihm liegt das fünfeckige Sternum (thoracic Metasternite), von dessen Innenfläche ein schmaler, nach hinten gegabelter Fortsatz (*L*) entspringt, dessen Gabeläste vor dem Genitaldeckel endigen. Er wird als Carino-sternal-Entosklerit bezeichnet.

Von den Entochondriten sind zu nennen: Das Entosternit (Plastron, Pro-somatic Entochondrite), das eingehende Bearbeitung durch zahlreiche Forscher, namentlich Lankester, Schimkewitsch, Bernard u. a., erfahren hat und auch hier ausführlich beschrieben werden soll, und das Suprapectinalchondrit (mesosomatiches Chondrit). Dieses ist ein einfaches faseriges Band, das ventral von der Bauchganglien-kette liegt und mehreren Muskeln zum Ansatz dient.

Das Entosternit.

Das Entosternit der Skorpione bildet im allgemeinen einen Ring um den Bauchnervenstrang (Abb. 14), dessen obere Hälfte nach vorn ein Paar divergierender Hörner aussendet, die nach vorn und außen faserig muskulöse Fortsätze aussenden, mit denen sie an der Coxa des vierten Gliedmaßenpaares und der anschließenden zwei Gliedmaßenpaare inserieren; die untere Hälfte des Ringes entsendet nach vorn einen unpaaren medianen Fortsatz, der sich nach vorn gabelt und dessen Äste gleichfalls in ein Paar von Apophysen auslaufen. Je ein Paar von dorso-

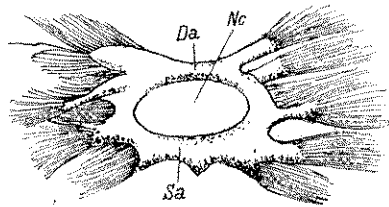


Abb. 14. Entosternit von *Bothriurus bo-nariensis* von vorn (nach Pocock). *Da* Dorsalbogen, *Sa* Subneuralbogen, *Nc* Neuralkanal.

ventralen Muskeln gehen vom unteren Teil des Ringes aus und werden von Pocock (1902) als tergesternale Muskeln des fünften und sechsten Somites des Prosoma betrachtet. Von dem oberen Teil des Körpers des Entosternits, und zwar von seinem Hinterrande, zieht fast ohne Abgrenzung eine muskulöse Membran nach hinten und oben, die als Diaphragma bezeichnet wird und die Kavität des Prosoma von derjenigen des Mesosoma abgrenzt; sie ist nach hinten von zwei Öffnungen durchbrochen, von denen die untere zum Durchtritt des Darmkanals, die obere aber zum Durchtritt der

ventralen Muskeln gehen vom unteren Teil des Ringes aus und werden von Pocock (1902) als tergesternale Muskeln des fünften und sechsten Somites des Prosoma betrachtet. Von dem oberen Teil des Körpers des Entosternits, und zwar von seinem Hinterrande, zieht fast ohne Abgrenzung eine muskulöse Membran nach hinten und oben, die als Diaphragma bezeichnet wird und die Kavität des Prosoma von derjenigen des Mesosoma abgrenzt; sie ist nach hinten von zwei Öffnungen durchbrochen, von denen die untere zum Durchtritt des Darmkanals, die obere aber zum Durchtritt der

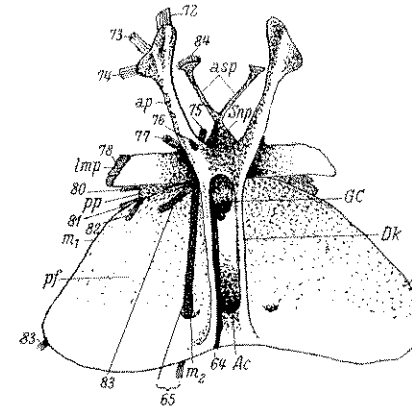


Abb. 15. Dorsalansicht des Entosternits von *Heterometrus cyaneus* (nach Ray Lankester). *ap* Vorderer, paariger Fortsatz der Entosternitplatte, *asp* Vorderere Sehnen des Subneuralfortsatzes, *lmp* Lateraler mittlerer Fortsatz, *pp* Hinterer Seitenfortsatz, *pf* Hinterer ausgebreiteter Lappen (Diaphragma), *m₁* Vordere Muskeldurchtrittsstelle durch das Diaphragma, *m₂* Hintere Muskeldurchtrittsstelle, *Snp* Vorderende des Subneuralbogens, *GC* Kanal für den Darm, *Ac* Kanal für die Arterie, *Dk* Paarige Längsleiste.

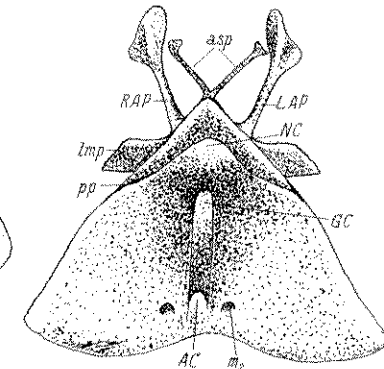


Abb. 16. Ventralansicht des Entosternits von *Heterometrus cyaneus* (nach Ray Lankester). Bezeichnet wie auf voriger Figur. *RAP*, *LAP* rechter und linker vorderer Fortsatz, *NC* Neuralkanal. Die Nummern bezeichnen die Muskeln, die sich am Entosternit ansetzen (nach Beck).

Aorta dient. Nach unten wird das Diaphragma durch Muskeln vervollständigt, die vom Hinterrande des subneuralen Teiles des Entosternitringes bis zum Boden der Leibeshöhle ziehen (Abb. 15).

Außerdem entspringen vom Entosternit noch drei dorsoventral verlaufende Muskelpaare. Von ihnen ist das hinterste Paar (Abb. 18) auf der Unterseite des Tergits des Genitalsomites hinter dem Diaphragma und am Hinterrande des Entosternits vor diesem befestigt; daher muß es in seinem Verlaufe das Diaphragma durchbrechen. Der hinter dem Diaphragma gelegene Teil dieser Muskeln bildet auf diesem vorspringende Längswülste und ist nach Bernard (1894) sekundär mit den vom Körper des Entosternits ausgehenden Sehnen in Verbindung getreten. Das mittlere Paar zieht von der Durchbruchsstelle

der Aorta zum Hinterrande der oberen Fläche des Körpers des Entosternits. Dicht vor ihrem unteren Ansatz entspringt das vorderste Paar, das, vertikal aufsteigend, oberhalb der Aorta zusammentrifft, bevor es sich an der Unterseite des Carapax befestigt.

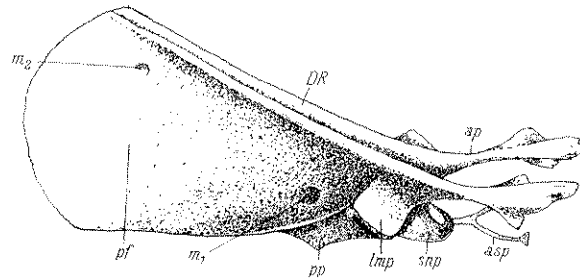


Abb. 17. Entosternit von *Heterometrus cyaneus* (nach Ray Lankester) (Seitenansicht). Erklärung bei Abb. 15 und 16. *DR* = *Dk* bei Abb. 15.

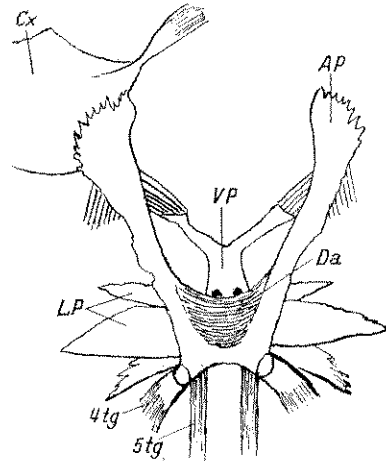


Abb. 18. Entosternit von *Palamnaeus Thorelli* (nach Pocock). *Da* Dorsale Platte des Entosternitringes, *Cx* Coxa des 4. Beines, *VP* Vorderer Fortsatz des Subneuralbogens des Entosternits, *AP* Apophyse des vorderen Ent.-Fortsatzes, *LP* Seitliche Apophysen, *4tg*, *5tg* Vorderes und hinteres Paar von Dorsoventralmuskeln.

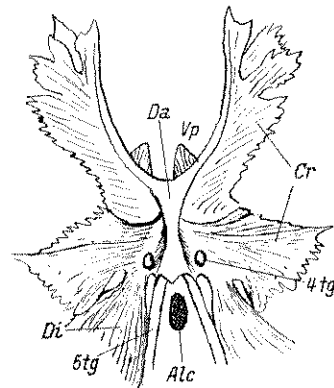


Abb. 19. Entosternit von *Centruroides margaritatus* (nach Pocock). *Vp* Spitzen der Apophysen des Subneuralbogens, *Di* Diaphragma, *Alc* Durchtrittsstelle des Darmkanals, *Cr* Seitenfortsätze zur Insertion von Muskeln. Sonst wie Abb. 18.

Die Unterschiede im Bau des Entosternits verschiedener Skorpione sind nach Pocock nicht sehr groß, und der gleiche Bauplan läßt sich immer erkennen. So sind bei *Jurus dufourei* (Abb. 20), einer Art aus der Familie der *Vejoidea*, die vorderen Hörner des Entosternitkörpers besser entwickelt als

bei *Palamnaeus*, und die untere Spange des Ringes hat keinen vorderen Fortsatz; bei dem der gleichen Familie angehörigen *Hadrwooides charcasus* ist der Körper viel kürzer, sonst aber das Entosternit sehr ähnlich wie bei voriger Art. Bei den *Bothriuridae* (Abb. 21), deren Sternum von vorn nach hinten zu einem schmalen Querbalken reduziert erscheint, ist auch der Körper des Entosternits in ganz ähnlicher Weise zu einer schmalen Querbrücke geworden; gleichzeitig damit ist auch das erste Paar von Dorsoventralmuskeln verschwunden. Soweit bekannt, fehlt der vordere Subneuralfortsatz des Entosternits den Bothriuriden ebensowohl wie den *Vejoidea*.

Im Gegensatz dazu finden wir bei den *Buthiden* (Abb. 19), deren Sternum schmal-dreieckig ist, auch den Körper

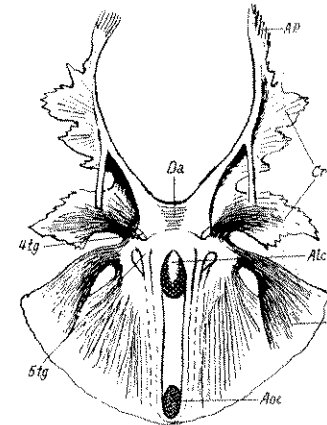


Abb. 20. Entosternit von *Jurus dufourei* (nach Pocock). *Aoc* Durchtrittsstelle der Aorta durch das Diaphragma, *Alc* Durchtrittsstelle des Darmkanals durch das Diaphragma. Sonst wie Abb. 18 u. 19.

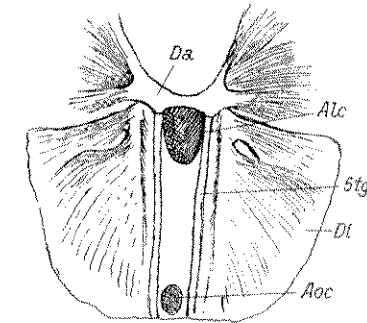


Abb. 21. Entosternit von *Bothriurus bonariensis* (nach Pocock). Bezeichnung wie in Abb. 18, 19 u. 20.

des Entosternits schmal, bedeutend länger als breit; der Subneuralbogen besitzt einen medianen vorderen Fortsatz, der sich in zwei kurze, fächerförmige Apophysen gabelt. Hier entspringen die Dorsoventralmuskeln des zweiten Paares vom Hinterrande des Körpers des Entosternits nebeneinander und nahezu zwischen dem ersten Paar.

Schinkewitsch (1894) hat bei *Androctonus bicolor* (?) merkwürdige Unterschiede im Bau des Entosternits im Vergleiche mit *Centruroides*, wie Pocock ihn schildert, gefunden. Während wir sonst nicht nur den Nervenstrang, sondern auch Darm und Aorta von einer bindegewebigen Hülle (dem Diaphragma, S. 39) umschlossen sehen, soll dies bei *Androctonus* nicht der Fall sein. Die Seitenäste, die er beschreibt (1 tr 2, 1 tr 3), dürften wohl die Ansatzstellen der zwei vorderen Paare von Dorsoventralmuskeln vorstellen. Die von ihm beschriebenen Quertrabekeln des dorsalen Entosternitabschnittes, an die sich nach hinten ein Paar von Muskeln ansetzt, sind bei anderen Skor-

pionen nicht unterscheidbar; die von ihnen nach hinten ausgehenden Muskeln sind dem dritten Muskelpaar derselben zu vergleichen.

Während bei *Buthus* nach Beck (1885) vom subneuralem Bogen des Entosternits (Abb. 22) nur ein Paar von Muskeln ausgeht, die von den vorderen Fortsätzen zu einem als

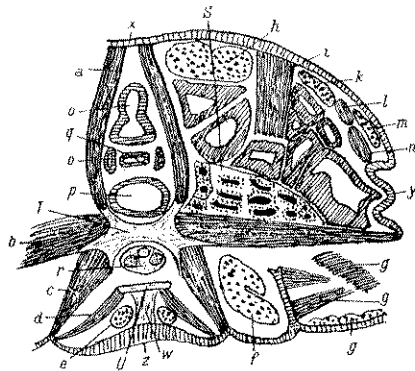


Abb. 22. Querschnitt durch den hinteren Teil des Prosoma von *Euscorpis italicus* (nach Ray Lankester). *a* Tergoplastralmuskel, *b* Pleuroplastralmuskel, *c* Sternoplastralmuskel, *d* Sternohyponeuralmuskel, *e* Longitudinaler Pectoralmuskel quer, *f* Muskel der Coxa des 6. Beinpaars, *g* Muskel der Coxa des 5. Beinpaars, *h* Dorsaler Längsmuskel, quer geschnitten, *i* Teile eines Dorsoventralmuskel, parallel zu den Fasern geschnitten, *k* wie *h*, *l* wie *i*, *m* wie *h*, *n* wie *i*, *o* Darmdivertikel quer, *p* Darm quer, *q* Vordere Aorta, *r* Bindegewebige Hülle der Nervenstränge und der Supraduallarterie, *s* Rechte Coxaldrüse, *t* Körper des Entosternits, *u* Subneuronalbogen des Entosternits, *w* Bindegewebe zwischen *U* und dem Metasternum, *z* Metasternum, *x* Tergale Chitinplatte, *y* Chitin. weiche Haut zwischen Sternal- u. Tergalplatte.

„postoral endosclerite“ bezeichneten Chitingebilde ziehen, hat Schimkewitsch bei *Androctonus* hier zwei Muskeln jederseits ausgehen gesehen, die sich an den inneren bzw. äußeren Winkeln der Genitalplatten, und zwar hinter der Genitalöffnung anheften.

Daraus zieht er unter der Annahme, daß die Genitalplatten der Skorpione Extremitäten vorstellen, den Schluß, daß der subneurale Teil des Entosternits schon dem Abdomen angehört, da die Genitalplatten ganz wie die Thoracalbeine je zwei Muskeln erhalten.

Schließlich gehen auch noch Muskeln vom hinteren Rande des Entosternits nach hinten bis in das Abdomen, und zwar als seitliche Teile der beiden Längsmuskeln; sie sind von den älteren Beschreibern des Entosternits und seiner Muskeln anscheinend nicht gesehen worden; ebenso wenig eine oberhalb der Kämme verlaufende Suprapectinalsehne, die Dorsoventralmuskeln entsen-

det, vergleichbar denen, die vom Entosternit ausgehen. Aber auch vom subneuralem Bogen desselben gehen Längsmuskeln zu dieser Sehne. Lankester (1884) deutet das Entosternit als aus einer Reihe von Sehnen hervorgegangen, die längs den abdominalen Muskeln gelegen sind; doch sind nach Schimkewitsch auch Muskelemente entwicklungsgeschichtlich darin nachweisbar.

Das Chelicerensegment der Skorpione nimmt im Gegensatz zu *Limulus* an der Bildung des Entosternits keinen Anteil, wohl aber gehört, wie oben bemerkt, noch eine unzweifelhafte Abdominalsehne dazu.

Außer dem Entosternit lassen sich als innere Skelettbildungen des Prosoma noch ein gabelförmiges Präoralentosklerit und je zwei Paare von seit-

lichen, starken Apodemen unterscheiden; von diesen ist das erstere, zwischen dem ersten und zweiten Beinpaar entspringende, von Beck als drittes Coxalentosklerit, das folgende, zwischen dem zweiten und dritten Beinpaar gelegene, als viertes Coxalentosklerit bezeichnet worden. Schimkewitsch nimmt aber drei Paare von solchen Apodemen an (bei *Androctonus*), indem zwei, durch einspringende Falten gebildete, an der Grenze zwischen den Segmenten des ersten und zweiten Beinpaars, das dritte aber an der Grenze des nachfolgenden Segmentes gelegen sind.

Überall, wie auch sonst bei den Arachnoiden, setzt sich das Entosternit aus zweierlei Elementen, aus Faserbündeln und einzelnen Zellen oder Zellkomplexen zusammen. In der Platte des Entosternits sind diese Fibrillen quer gerichtet, in den Vorsprüngen aber parallel mit der Längsachse derselben. Was die Höhlungen anbelangt, die die obengenannten Zellen oder Zellkomplexe enthalten, so erscheinen sie in den seitlichen Vorsprüngen wie auch im Mittelteil des Entosternits fast spaltförmig; Komplexe sind namentlich in den Seitenteilen zu beobachten. Wenn wir nun die Entstehung des Entosternits verfolgen wollen, so sehen wir beim Embryo von *Androctonus* nach Schimkewitsch, daß fast alle Teile des zukünftigen Entosternits aus einem Gewebe bestehen, das vom Muskelgewebe in keiner Weise verschieden ist und manchmal eine quere Anordnung erkennen läßt.

Der hintere Teil wird durch einen mächtigen, ununterbrochenen Transversalmuskel gebildet, der sich an den Seiten des Cephalothorax am Integument befestigt.

Der mittlere Teil setzt sich aus zwei übereinander liegenden Teilen zusammen: der obere wird durch Fasern gebildet, die vor den erwähnten Transversalmuskeln verlaufen, der untere aus einem Muskelbündel, das aus zwei seitlichen Zentren hervorgeht. Diese zwei Teile verschmelzen, ohne Grenzen zu hinterlassen, und bilden die zentrale Masse des Entosternits.

Der vordere Teil wird gleichfalls durch Muskelfasern gebildet, die zwischen den beiden Lateralzentren ausgespannt sind. Diese letzteren, aus denen die anderen Muskeln entspringen, die sich an der Körperwand befestigen, sind an den Apodemen des Innenskelettes befestigt.

Nach Schimkewitsch sind sie reich an abgerundeten und isolierten Zellen und besitzen Ähnlichkeit mit embryonalem Fettgewebe, was aber als sekundäre Erscheinung betrachtet werden muß.

Der subneurale Teil des Entosternits besteht aus zweierlei Fasern: oberen, die sich ohne Unterbrechung zwischen den beiden Zentren ausspannen und unteren, die sich an zwei Einstülpungen des Integumentes befestigen. An den Ansatzstellen der Muskelfasern ist die Hypodermis stark entwickelt, und die Zellen sehen so aus, wie an solchen Stellen, wo sich wirkliche Muskelbündel ansetzen.

Es ist also das ganze Entosternit in einem gewissen Entwicklungsstadium aus Muskeln gebildet.

Geht man in der Embryonalentwicklung des Skorpions noch weiter zurück, so ergibt sich, daß alle Teile des Entosternits aus mesodermalen Elementen hervorgehen, die aber mit dem splanchnischen Blatt in keinem Zusammenhang stehen. In frühen Stadien bestehen die Zellelemente aus länglichen Zellen mit oblongen Kernen, ganz wie bei anderen quergestreiften Muskeln. Die mittleren Teile, die später die beiden Zentren bilden, sind in diesem Stadium aus Zellen mit abgerundeten Kernen gebildet und vom übrigen Entosternit verschieden, wenn sie auch zweifellos aus dem Mesoderm entstehen, ganz wie bei *Thelyphonus*. Schimkewitsch betrachtet sie als mesodermale Sehnen.

Es entsteht also das Entosternit aus einem Transversalmuskel, der dem Abduktor der Schale der Crustaceen entspricht und aus einer oder mehreren mesodermalen Sehnen, die durch transversale Muskelbündel verbunden werden; dazu kommen noch andere Muskeln, die das Zentralnervensystem umgeben.

Das Gewebe des Entosternits ist (Abb. 23) nach Ray Lankester (1884) sehr ähnlich dem von *Limulus*, also an Hyalinknorpel erinnernd, aber weder Gelatin

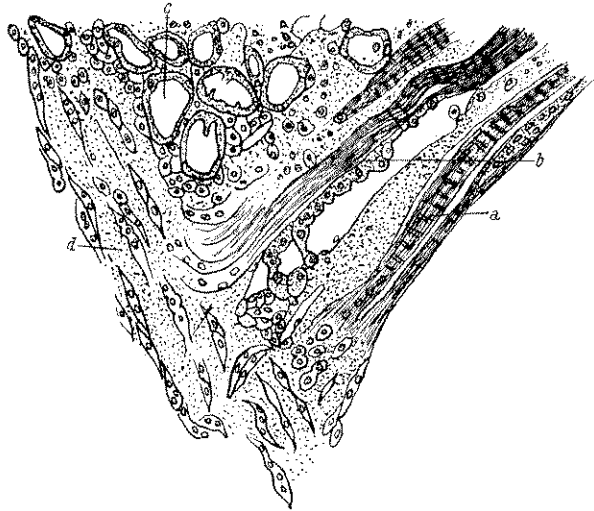


Abb. 23. Stück des Entosternits von *Prionurus (Androctonus) australis (funestus)*, $\frac{2}{3}$ 99
 a Muskeln, die sich an das faserige Bindegewebe des Entosternits durch ihr Sarcolemm ansetzen, b Zellen des lakunären Bindegewebes in der Nachbarschaft des Entosternits, c Lakunen des lakunären Bindegewebes, d Faseriges Bindegewebe des Entosternits (nach Ray Lankester).

noch Chondrin, sondern Chitin und Mucin liefernd. Die Zellen sind aber kleiner und in länglichen Gruppen angeordnet, zwei bis acht oder mehr in einer Reihe in der dichten, etwas fibrillären Grundmasse. Die Muskelfasern setzen sich

mittels intermuskulären Bindegewebes an das Gewebe des Entosternits an. Das Fasergewebe des Entosternits steht auch in Verbindung mit dem charakteristischen lakunären Bindegewebe, welches die Eingeweide in weitem Ausmaße verpackt und namentlich zwischen den Blindsäcken der sogenannten Leber reichlich anzutreffen ist (Abb. 24).

Außerdem kommt dieses Fasergewebe auch noch in einer kleinen, sehnigen Platte vor, die oberhalb der Basis der Kämmen gelegen und einem der kleinen Entosternite des Mesosoma von *Limulus* vergleichbar ist.

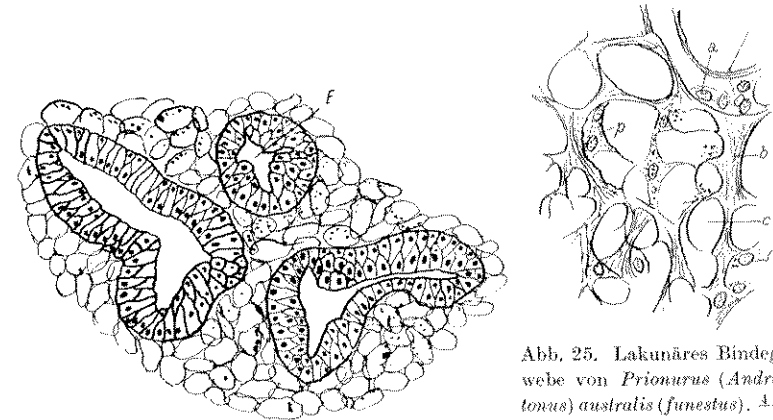


Abb. 24. Stück vom lakunären Bindegewebe von *Prionurus (Androctonus) australis (funestus)*, $\frac{1}{5}$ 99 (nach Ray Lankester). F Darmblindsäcke.

Abb. 25. Lakunäres Bindegewebe von *Prionurus (Androctonus) australis (funestus)*, $\frac{1}{3}$ 99 (nach Ray Lankester). a Kerne, b Skelettbalken, c Lakune einer Alveole, p Protoplasma der Zellen.

Das lakunäre Bindegewebe (Abb. 25) unterscheidet sich von dem faserigen des Entosternits durch das Überwiegen der protoplasmatischen Zellelemente (Abb. 23) auf Kosten des Skelettes und durch die Anordnung der Zellen um ovale oder polygonale Hohlräume oder Spalten, die frei miteinander kommunizieren. Diese Spalten sind auch schon im faserigen Bindegewebe angedeutet, hier aber werden sie so weit, daß die Skelettsubstanz zu bloßen Membranen reduziert erscheint. Die großen, sehr protoplasmareichen Zellen springen in amöboider Form in das Lumen dieser Hohlräume vor.

Pigmentführend ist das Protoplasma der Zellen, die die Kapseln von lakunärem Gewebe begrenzen; wir finden hier, namentlich unterhalb des Carapax, Pigmentkörner angehäuft. Pigment ist aber nicht auf dieses Gewebe beschränkt, sondern findet sich unter anderem auch in verzweigten Zellen, die netzartig dort auftreten, wo Lakunen und Kapseln verschwunden sind.

Membranöses Bindegewebe unterscheidet sich von faserigem dadurch, daß die Skelettsubstanz eine dünne, zartgefaserete Lamelle bildet, der die protoplasmatischen Zellen dicht gedrängt aufsitzen; wenn sie abgeplattet sind,

bilden sie auf der Oberfläche der Membran ein Endothelium. Vereinzelte Zellen sind aber plump, enthalten körniges Protoplasma, teilen sich und fallen in die umgebende Blutflüssigkeit, wahrscheinlich als normale Blutkörperchen. Derartige Bindegewebe finden wir als Grenze des Pericardialraumes, ebenso in der Form von Ligamenten von der Pericardialwand zum Herzen. Nach Gegenbaur sind diese elastisch.

Gruppen von Zellen, die die große, prosomatische Ganglienmasse umgeben, werden von Ray Lankester als großzelliges (embryonales) Bindegewebe bezeichnet. Die Zellen sind oval oder fast kugelig, mit reichlichem körnigem Protoplasma, oft mit zwei Kernen, was eine lebhaftere Vermehrungstätigkeit anzeigt; sie erinnern an die im häutigen Bindegewebe vorkommenden, sind aber zahlreich und bilden ein wirkliches Gewebe (Abb. 26).

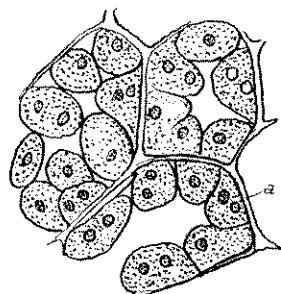


Abb. 26. Großzelliges Bindegewebe von *Prionurus (Androctonus) australis (funestus)*, a Skelettbälkchen (nach Ray Lankester).

Kein Skelettgewebe umzieht das Protoplasma dieser Zellen, die wahrscheinlich Blutkörperchen produzieren, denen sie sehr ähnlich sind. Sie gehen allmählich in das lakunäre Gewebe über, indem in diesem das die Kapseln bildende Gewebe reduziert wird, während die protoplasmatischen Zellen sich vergrößern und dicht aneinanderrücken, bis schließlich das Skelettgewebe völlig fehlt und die Zellen direkt aneinanderstoßen. Dieses Gewebe ist in frühen Entwicklungsstadien vor dem Erscheinen spezieller Skelettbildungen des Bindegewebes in der Umgebung des Subösophagealganglions zu finden (Abb. 34).

Das Blut des Skorpions (Abb. 27) ist dem von *Limulus* sehr ähnlich. In größerer Menge zeigt es wie dort eine tief indigoblaue Färbung. Die Blutkörperchen sind für Arthropoden ungewöhnlich groß, gewöhnlich oval, 25 μ lang, öfters amöboide Fortsätze aussendend, grobe Körner enthaltend, die stark lichtbrechend sind, anscheinend ähnlich denjenigen im Protoplasma des lakunären Gewebes.

Daß die Cuticula auch bei den Skorpionen ein Umwandlungsprodukt der darunter liegenden Hypodermiszellenschicht ist, braucht wohl nicht besonders erwähnt zu werden. Hinsichtlich ihres Baues mögen auf die Untersuchungen von Parker (1887) hingewiesen werden, der bei der Untersuchung der Skorpionaugen auch auf den Bau des normalen Integumentes näher eingeht. Gaubert unterscheidet bei dem Skorpion nur zwei Schichten der Cuticula und bemerkt an einer anderen Stelle, daß in der Umgebung der starken Haare, die auf den Gliedmaßen zu finden sind, die Hypodermiszellen sehr deutlich unterscheidbar sind.

Die Häutung geht in der Weise vor sich, daß, wie Birula es beschreibt und ich seither selbst beobachten konnte, die alte Haut vorn und an den

Seiten gegen hinten am Carapax sich auftut, wobei vorn die alte Haut in frontaler Richtung wie gespalten erscheint und sich die dorsale von der ventralen Hälfte trennt. Durch die so entstandene Öffnung zwängt sich das Tier mühsam und sehr langsam heraus.

Die Spaltung erfolgt nur rund um den Cephalothoraxpanzer mit Ausnahme des Hinterrandes. Auch Pawlowsky gibt dieselbe Art der Häutung für *Buthus eupeus* und *Liobuthus Kessleri* an.

Als Abkömmlinge des Integuments sind vor allem die Sehnen zu nennen, die als innere Verlängerungen der Cuticula entstehen. Sie sind bei den Skorpionen zylindrisch und lassen keinerlei konzentrische Schichtung erkennen (vgl. auch die auf das Entosternit und die Muskeln bezüglichen Abschnitte).

Eine große Mannigfaltigkeit ist hinsichtlich der äußeren Cuticulargebilde zu beobachten; es sind dies namentlich Gebilde, die als Haare, Borsten und Dornen unterschieden werden und häufig eine ganz bestimmte Lage an den Beinen besitzen, so daß sie in der Systematik eine große Bedeutung erlangt haben.

Eine besondere Gruppe von Cuticulargebilden sind die Krallen, die paarweise am Ende der acht Laufbeine stehen und, wie schon früher erwähnt, bei allen rezenten und den meisten fossilen Skorpionen einer Zähnelung am unteren, konkaven Rande entbehren. Die Endkrallen treten erst bei der zweiten Häutung auf, vorher geht das Bein in ein einfaches, kegelförmiges Endglied aus.

Besondere Haarbildungen sind ferner die sogenannten Trichobothrien, das sind Sinneshaare, die in einem von einem Wall umgebenen Grübchen sitzen und an der Unterseite der Hand und der Tibia des Pedipalpus, bei ganz jungen Skorpionen auch auf der Unterseite der Caudalsegmente meist in Reihen angeordnet sind. Wir wollen sie bei den Sinnesorganen behandeln.

Pawlowsky (1927) unterscheidet am Integument der Skorpione drei Schichten: die oberflächliche Cuticula (Testostracum), eine Mittelschicht (Epiostracum) und die tiefe Schicht des Hypostracums.

Im Chitin lassen sich unterscheiden: 1. Kanäle, 2. äußere Anhänge, als da sind Borsten, Stacheln, Krallen, und 3. verschiedene Drüsen.

Von den erstgenannten finden wir in den harten Teilen des Integuments feine, dünnwandige Kanäle, die bis an die Oberfläche des Chitins reichen und deren Lumen von einer protoplasmatischen Masse mit stäbchenförmigen Kernen und manchmal mit Pigmentkörnern erfüllt ist.

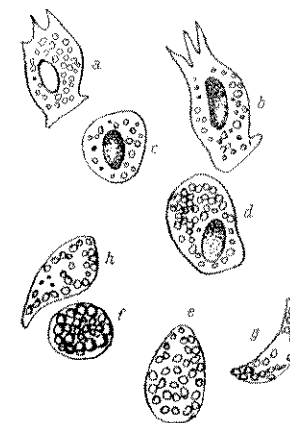


Abb. 27 a—d Blutkörperchen von *Heterometrus cyaneus*; e—h vom „südafrikanischen“ *Androctonus* (wahrscheinlich *Parabuthus*) (nach Ray Lankester). $\frac{1}{1000}$ (von frischem Blut).

Breitere Kanäle findet man in der Pleura (Abb. 59a). Ihre Wände besitzen ringförmige Verdickungen; kurze Chitinröhrchen gehen von ihrem Apex nach innen.

Pawlowsky unterscheidet unter den äußeren Anhängen des Chitins zweierlei Typen: Dermatidia und Coelodermidia. Von ihnen werden die erstgenannten bloß auf Kosten der chitinigen Hautbekleidung gebildet, die letzteren dagegen besitzen ein Lumen, das mit der Leibeshöhle in Zusammenhang steht.

Zu den Dermatidien rechnet er die sogenannten Chaetoide, wie die Zähnen an den Scheren, die mannigfachen Fortsätze am Hinterrand der Stigmen usw.; zu den Coelodermidien die Tarsalkrallen, Stacheln, Sporen u. dgl.

Zu den Dermatidien gehören auch die Haarbildungen, die allerdings bei weitem geringere Mannigfaltigkeit aufweisen als etwa bei den Solifugen; sie zerfallen in die *D. athecata*, die direkt der Cuticula aufsitzen oder höchstens in kleinen Grübchen entspringen, und die *D. thecata*, die in einer umwallten Grube (Theca) eingelenkt sind. Die ersteren umfassen die einfachen Haare und Borsten, dazu auch die von Scheuring (1912) beschriebenen Haare auf dem Cephalothorax von *Heterometrus longimanus* (Abb. 64) und die Scaphotrichen (Abb. 29, 30), die als Zirporgane betrachtet werden (Pocock 1895).

In die zweite Kategorie gehören die Trichobothrien (Abb. 56, 57) als *D. coelothecata* mit einer umfangreichen, tiefen Theca und die Trichocopen (Abb. 31) (nach Pocock Zirporgane), deren dickwandige Theca die Basis des Haares eng umgibt, sowie die Neuroglandularhaare (Abb. 58) mit einer vielzelligen Alveole an der Basis.

Einfache alveoläre Hautdrüsen, namentlich bei den Jugendstadien der Skorpione in den Scheren und in der Tibia des Pedipalpus sowie auch in den Laufbeinen, werden bei der Entwicklungsgeschichte behandelt werden.

Dahl (1883) betrachtet gewisse Haare der Spinnen, die in einer trichterartigen Vertiefung des Integuments stehen, als den Trichobothrien der Skorpione vergleichbar; Wagner schließt sich dieser Ansicht nicht an. Gaubert beobachtete, daß die Trichobothrien bei *Buthus australis* auf Berührung sofort reagieren und eine Zurückziehung des Pedipalpus bewirken, während eine ähnliche Berührung auf andere Körperteile ohne Wirkung bleibt. Nach ihm sind alle Haare der Skorpione Sinneshaare und befinden sich nur auf den Körperanhängen.

Das Mesosoma (Abb. 13) besteht aus sieben Segmenten, da das erste, das Prägenitalsegment, im postembryonalen Zustand rückgebildet ist. Die sieben Tergite sind ausnahmslos vorhanden, die vordersten meist schmal, nach hinten an Länge zu-, an Breite aber nicht abnehmend. Nur das siebente Tergit ist in Länge und Breite wenig oder gar nicht verschieden, und es kann ausnahmsweise ein allmählicher Übergang vom Mesosoma zum Metasoma beobachtet werden, so daß es nicht zu einer deutlichen schwanzartigen Absetzung des letzten kommt (*Paläophonus*, *Bothriurus*).

Die Tergite können glatt oder granuliert bis rauhkörnig sein, öfters mit körnigen Bogenleisten oder Längskielen, namentlich bei den Buthiden.

Von den Sterniten finden wir die beiden ersten merklich umgewandelt. Hinter dem Sternum ist das Genitalsegment durch die Genitaldeckel, unter denen die Genitalöffnung ausmündet und beim ♂ besondere Kopulationsorgane vorhanden sein können, repräsentiert; das nächste Segment ist das Kammsegment, bestehend aus dem Kamgrundstück (Metasternum) und den auf Gliedmaßen zurückführbaren Kämme, die für die Skorpione außerordentlich charakteristisch sind. Von den fünf folgenden Sterniten sind die vier ersten durch die Ausmündung der Atmungsorgane, die Stigmen, ausgezeichnet; jedes dieser Tergite trägt jederseits eine schiefe, schlitzförmige, selten kreisförmige Stigmenöffnung.

Die Sternite sind meist glatt oder dicht punktiert oder mit vereinzelt, tiefen, stichartigen Vertiefungen („nadelstichig“), das letzte häufig mit vier oder zwei glatten oder körnigen Längskielen versehen.

Das Metasoma, Postabdomen (Cauda), (Abb. 28) besteht aus fünf Segmenten und dem Postanalsegment (Telson), das mit dem Giftstachel endigt und zwei Giftdrüsen enthält. Seine Form ist äußerst mannigfaltig. Es ist nicht nur bei den beiden Geschlechtern oft mehr oder weniger verschieden, sondern läßt auch in den einzelnen Gattungen und sogar Arten große Verschiedenheiten erkennen. Es ist äußerst lang und dünn bei gewissen Arten von *Hadogenes*, dick und plump bei *Prionurus* und *Parabuthus*; in diesen Gattungen beobachten wir auch eine sehr starke Entwicklung von körnigen und sogar zackigen Längskielen, während diese bei anderen, namentlich kleinen Arten (z. B. *Euscorpium*) niedrig, stumpf, glatt sein und sogar ganz fehlen können.

Das Metasoma wird in der Ruhelage entweder lang ausgestreckt getragen, namentlich wenn es dick und plump ist (*Prionurus*), oder aber an der Seite nach vorn in horizontaler Ebene umgebogen. In beunruhigtem Zustande (also gereizt oder zur Tötung der mit den Pedipalpen ergriffenen Beute) hebt der Skorpion aber die Cauda in vertikaler Ebene in einem Bogen hoch über den Cephalothorax, sticht also mit dem Giftstachel nach vorn. Auch das Zirpen des *Parabuthus* geschieht auf dieselbe Weise, wobei allerdings der Bogen ein viel kleinerer ist, weil das Tier nur die dorsale Reibfläche der ersten Caudalsegmente anzukratzen hat.

Die einzelnen dorsalen und ventralen Platten des Körpers, der Cephalothorax, die Tergite und Sternite des Präabdomens, die Segmente der Cauda, ebenso auch die einzelnen Glieder der Körperanhänge und diese mit dem Körper selbst sind durch eine weiche Haut verbunden, die in verschiedenem Grade eine Bewegung der stärker chitinisierten Teile gegeneinander ermöglicht

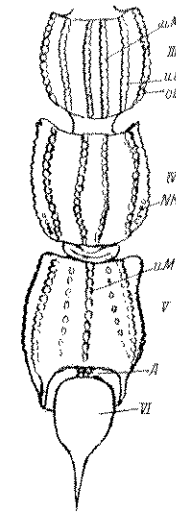


Abb. 28. Letzte Segmente der Cauda von *Prionurus australis* (III—VI) von unten (Orig.). *uM* unterer Medialkiel, *uL* unterer Lateralkiel, *oL* oberer Lateralkiel, *NK* Nebenkiesel, *A* Afteröffnung.

(„arthrodial membrane“ Lankester). Bei vollgefressenen oder trächtigen Skorpionen sind die Tergite von den Sterniten weit getrennt, da diese Verbindungshaut stark gedehnt ist; eine erhebliche Beweglichkeit ist auch zwischen den einzelnen Caudalsegmenten, zwischen den Gliedern des Pedipalpus sowie der Laufbeine, eine geringe dagegen an den Cheliceren zu beobachten.

2. Stridulationsorgane

Die ersten Vermutungen, daß Skorpione Töne von sich geben können, stammen von Landois, der annimmt, daß die Kammzähne durch Reibung aneinander Zirptöne hervorbringen, sowie von Wood-Mason (1877), der die Zähne an den Fingern der Pedipalpenhand in gleichem Sinne in Anspruch nimmt; sie haben keinerlei wissenschaftliche Grundlage und können daher unbeachtet bleiben.

Dagegen finden wir bei drei verschiedenen Gattungen der *Scorpionidae*, dem orientalischen *Heterometrus* (*Palamnaeus*), dem tropisch-afrikanischen

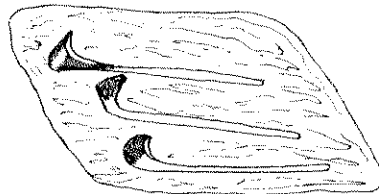


Abb. 29. Scaphothrix der Chelicere von *Opisthophthalmus wahlbergi*, Seitenansicht (nach Pawlowsky).

Pandinus und dem südafrikanischen *Opisthophthalmus* Einrichtungen, die so merkwürdige Töne produzieren, daß diese eher bekannt geworden sind als jene und erst zu deren Entdeckung geführt haben. Das Zirporgan von *Pandinus* ist ganz so gebaut wie das von *Palamnaeus*, liegt aber in dieser Gattung auf ganz anderen Segmenten des Maxillarpalpus und des ersten Beinpaars. Es besteht aus einer Art Feile und

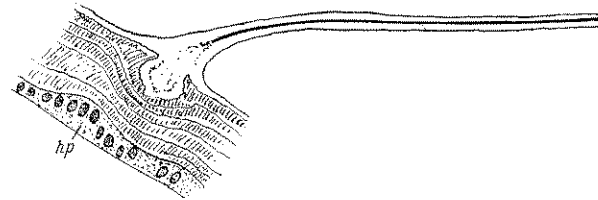


Abb. 30. Scaphothrix (Stridulationsborste) von *Opisthophthalmus wahlbergi* (nach Pawlowsky), hp Hypodermis.

so ist es doch nicht schwer (etwa so wie bei den Süßwasserschildkröten der Gattung *Cinosternon*, für die dasselbe gilt), ihn durch Reiben der betreffenden

Gliedmaßeinteile aneinander an frisch getöteten, ja sogar in Alkohol konservierten Skorpionen dieser Gattung künstlich hervorzubringen.

Bei *Opisthophthalmus* besteht der Apparat (Pocock 1896) (Abb. 31) aus großen, blattförmigen Borsten (Trichocopae) an der inneren Oberfläche des basalen Chelicereensegmentes; der durch Reiben der beiden aneinander liegenden Stridulationsflächen erzeugte Ton wird in vielen Fällen dadurch hervorgerufen, daß gewisse kurze, aufrechtstehende und steife Borsten auf der Dorsalseite dieses Segments gegen den Vorderrand des Carapax gedrückt werden, wenn das Segment kräftig unter diesen zurückgezogen wird.

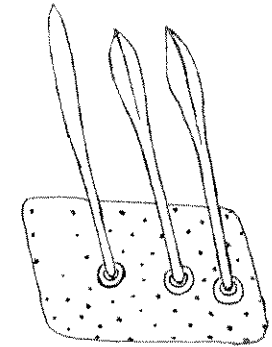


Abb. 31. Stridulationsborsten (Trichocopae) von der Innenfläche des basalen Chelicereensegmentes von *Opisthophthalmus carinatus* (nach Pawlowsky).

Bei *Pandinus* und *Palamnaeus* liegt der Zirpapparat zwischen den Basalgliedern des Maxillarpalpus und des ersten Beinpaars und besteht aus einer mit feinen Papillen besetzten Reibfläche und einer mit kurzen, aufrechten Stacheln (genau solche wie sie auf der Oberfläche des Basalgliedes der Cheliceren von *Opisthophthalmus* vorkommen) besetzten Streichfläche.

Dagegen ist das Zirporgan bei *Parabuthus* (Abb. 32) ganz anders gebaut. Es besteht aus einer fein granulierten oder quer gerillten Fläche auf der Dorsal-

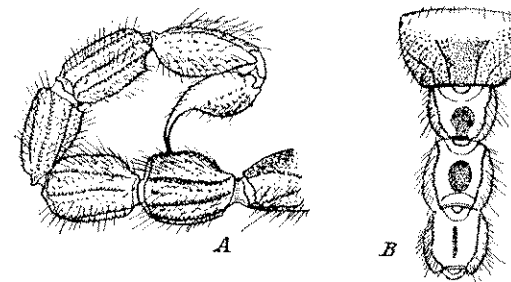


Abb. 32. *Parabuthus villosus*, letztes mesosomatisches Segment und Metasoma von der Seite (A) und letztes mesosomatisches Segment und drei metasomatische Segmente von oben (Original). Auf A ist die Art und Weise dargestellt, wie der Skorpion mit dem Giftstachel auf der rauhen Fläche des 1. Segmentes hinstreicht, um den Zirpton hervorzurufen. Auf B sieht man die rauhen Reibflächen auf dem letzten Mesosomasegment und den drei Metasomasegmenten, von vorn nach hinten immer schwächer entwickelt.

fläche auf der Dorsal- und auch auf der letzten Tergitplatte des Abdomens. Der Zirpton kann künstlich hervorgebracht werden, indem man mit dem Giftstachel über die rauhe Reibfläche fährt. Weniger auffällig aber wahrscheinlich ähnlich im Zirpton verhält sich der gleiche Apparat bei Arten der nahe verwandten Buthidengattung *Prionurus*.

Im Jahre 1904 beschrieb nun Pocock bei zwei Arten der Gattung *Rhopalurus* (deren interessante Entdeckungsge-

schichte wiederzugeben hier nicht der Platz ist) das einzige bekannte Beispiel dafür, daß die Kämme wirklich beim Zirpen in Funktion treten (Abb. 33, 33a). Bei *Rhopalurus borellii* befindet sich die granuliert Reibfläche auf dem ersten (dritten) Sternit des Abdomens, zum Teil von dem Kamm der betreffenden Seite verdeckt und nach

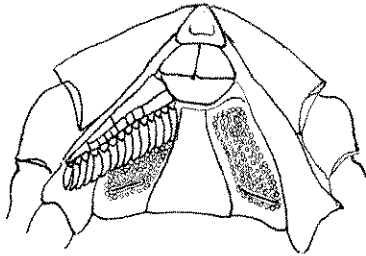


Abb. 33. Stridulationsarea auf dem 3. Sternit von *Rhopalurus borellii* (nach Pocock) (linker Kamm entfernt, um die Area in ihrer ganzen Ausdehnung zu zeigen).

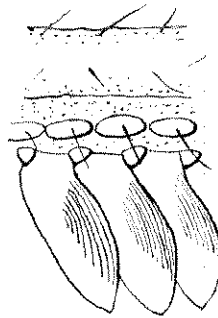


Abb. 33a. Stück eines Kammes von *Rhopalurus borellii* (nach Pocock) mit 3 Kammzähnen, die Stridulationsrillen aufweisen.

hinten bis zum Stigma und um dieses herum reichend. Sie wird angestrichen von den darüberliegenden Kammzähnen, die an der betreffenden Stelle etwas vorgewölbt und mit Längsrillen versehen sind. Daß ein Zusammenhang zwischen der Fläche und den darüberliegenden Kammzähnen besteht, geht klar daraus hervor, daß die nach außen vor dem Feld gelegenen Kammzähne keine Spur von Stridulationsrillen aufweisen. Die starke Entwicklung des Stammes der Kämme hängt jedenfalls mit der Notwendigkeit zusammen, starke Muskeln zu besitzen, mit deren Hilfe die Kämme über die Zirpfläche geführt werden.

Diese Zirpfläche ist bei *Rhopalurus junceus* (Abb. 33a) viel feiner granuliert oder besser chagriniert, so daß sie bei schwacher Vergrößerung als glatt erscheint. Aber auch die Kammzähne lassen eine wesentliche Verschiedenheit von denen der vorigen Art erkennen, obwohl sie insofern mit diesen übereinstimmen, daß auch hier eine Vorwölbung an der ventralen Fläche zu beobachten ist. Aber jeder Zahn hat am Rande eine Reihe von kleinen Tuberkeln, die in der Mitte der Vorragung am größten sind, gegen die beiden Enden aber kleiner werden. Diese Höcker sind sehr deutlich gestreift, und die Streifung ist hier im Gegensatz zu *Rhopalurus borellii* auf sie beschränkt.

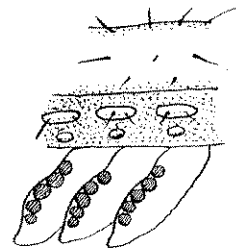


Abb. 33b. Stück des Kammes mit 3 Kammzähnen von *Rhopalurus junceus* (nach Pocock). Kammzähne mit gerillten Stridulationshöckern.

Bei *Rhopalurus laticauda* ist die Granulation des sternalen Stridulationsfeldes so grob wie bei *Rhopalurus borellii*, aber weniger eingesenkt als bei dieser Art und nach vorn und medialwärts weniger scharf abgegrenzt; ebenso sind die Kammzähne am Rande nicht vorgewölbt und die Streifung ist weniger deutlich.

Bei *Rhopalurus agamemnon* soll nach Kraepelin der mittlere, dreieckige Teil des ersten (dritten) Sternites granuliert, und die Kammzähne sollen verdickt sein.

Die Gattung *Rhopalurus* ist bis jetzt die einzige amerikanische, bei der Zirporgane beobachtet wurden. Bemerkenswert ist, daß auch hier (bei *Rhopalurus borellii*) zuerst die Zirptätigkeit und zwar von Burchell erwähnt, und nach seinen Angaben und nach der Nummer des beobachteten Exemplares dieses im Britischen Museum aufgefunden und als *Rhopalurus borellii* von Pocock erkannt wurde.

Burchell beschrieb das von dieser Art („*Lacraia*“) verursachte Geräusch als „between a hiss and a whistle“, also „zwischen Zischen und Pfeifen“.

Da sich diese Zirporgane bei beiden Geschlechtern finden, so kann man sie nicht als sekundäre Sexualcharaktere ansehen. Sie sind mit den Zirporganen der Orthopteren aus der Gruppe der Ephippigerinen und der Rassel der Klapperschlangen zu vergleichen und trotz ihrer in beiden Geschlechtern gleichen Entwicklung dürften sie wie bei den vorerwähnten Tieren als Anlockungs- bzw. Verständigungsmittel der beiden Geschlechter fungieren.

Stridulationsorgane kommen nach Birula schon bei *Eobuthus* an den Gliedmaßen in Form von zahlreichen kurzen, dicken Dörnchen vor, und zwar an den Coxen des Pedipalpus.

3. Muskelsystem

Die Muskulatur der Skorpione gliedert sich in zwei Gruppen: die Muskeln des Truncus (Cephalothorax und Präabdomen) und der Cauda (Postabdomen) und diejenigen der Gliedmaßen.

Was die ersteren anbelangt, so können wir nach dem Vorgange von E. Blanchard, dessen Darstellung des Muskelsystems durch E. Beck¹⁾ später wesentlich verbessert wurde, die folgenden Abschnitte unterscheiden:

1. Im Cephalothorax besteht die Mehrzahl der Muskeln aus solchen der Körperanhänge; außerdem finden wir aber noch jederseits einen abgeplatteten Dorsalmuskel (1), der als Retraktor des ersten Abdominalsegmentes fungiert, an dessen Rand er sich befestigt (Abb. 34a, 34b).
2. Von den Muskeln des Präabdomens kennen wir solche der tergalen, der ventralen und schließlich solche, die beiden Regionen zugleich angehören.

Die ersteren bestehen aus muskulösen Längsbändern, die dicht nebeneinander auf der ganzen Unterfläche jedes Tergites verlaufen und sich am Vorderrande jedes folgenden Tergites befestigen (3—8). Blanchard vermutet

¹⁾ Im nachstehenden werden die von Blanchard beschriebenen Muskeln, soweit die Identifizierung möglich war, mit den Nummern versehen, die Fräulein Beck in ihrer großen Arbeit den von ihr beschriebenen und abgebildeten Muskeln gegeben hat. Es muß hier besonders bemerkt werden, daß sie in Übereinstimmung mit Börner das 7. Segment des Präabdomens, das auch im Embryonalstadium niemals Extremitätenanlagen erkennen läßt, als 1. Segment des Postabdomens betrachtet.

wohl mit Recht, daß es sich nicht um sechs hintereinander liegende Muskelzüge, sondern um einen einzigen Muskel handelt, da ihre Anheftungsstellen

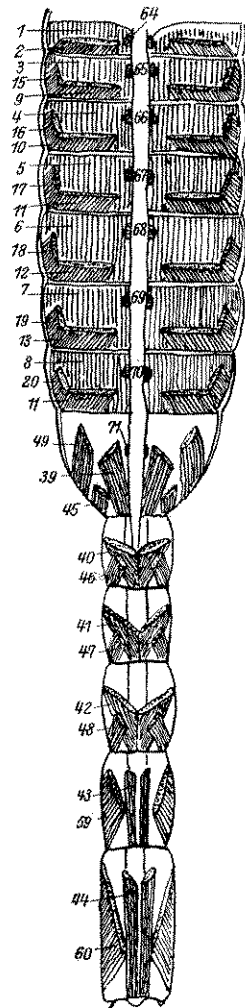


Abb. 34a. Muskeln des Meso- und Metasoma von *Heterometrus cyaneus* von oben (nach Beck). Die Zahlen beziehen sich auf die Bezeichnung der Muskeln durch Beck.

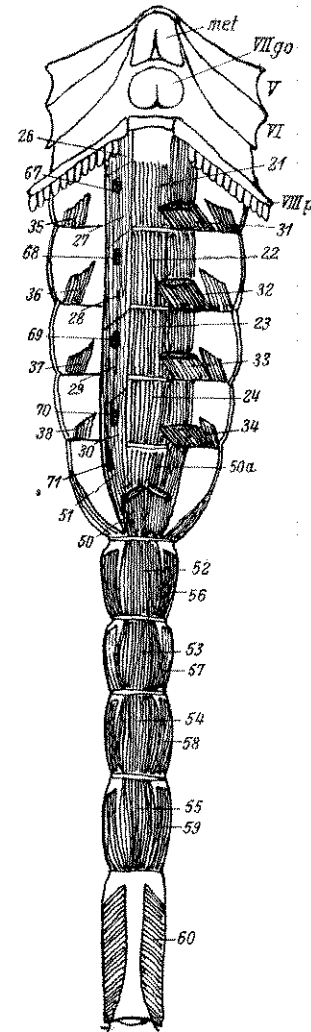


Abb. 34b. Muskeln des Meso- und Metasoma von *Heterometrus cyaneus* von unten (nach Beck). *met* Sternum, *VII go* Genitaloperculum, *VIII p* Kamm. Die Zahlen beziehen sich auf die Bezeichnung von Beck.

nur als eine Abplattung in transversaler Richtung erscheinen. Am siebenten Tergit fehlt dieser Längsmuskel, da hier die starken Muskeln für die Cauda

inserieren; ebenso ist die Mediaulinie, wo das Herz liegt (Abb. 34a), frei von ihnen. Dieses selbst wird von sehr feinen Fasern und von den beiderseits benachbarten Längsmuskeln in seiner Lage gehalten.

Die durch diese Längsmuskelbänder verursachten Bewegungen bestehen in einer Annäherung der einzelnen Tergite gegeneinander, damit also einer Verkürzung des Präabdomens, oder bei nur einseitiger Kontraktion in einer, allerdings schwachen, seitlichen Biegung dieses Abschnittes.

Die Ventralmuskeln (21—24) ziehen in der Mitte der Ventralseite zwischen den Lungensäcken von den Apodemen der Hinterhüften bis zur Basis der Cauda und gliedern sich in zwei in der Mittellinie getrennte Hälften. Wie in den tergalen Muskelbändern sind auch in den ventralen die Muskeln in hintereinander liegende Portionen, fünf an der Zahl zerlegt, die den fünf ventralen Platten des Präabdomens entsprechen; auch hier wirken diese Abschnitte als Retraktoren der einzelnen Ventralplatten, wobei sie diese einander nähern. Wie bei den tergalen Muskeln sind auch hier die Muskellängsbänder an den Anheftungsstellen nicht unterbrochen, sondern nur abgeplattet.

Außer diesen Ventralmuskeln finden sich in jedem Segment des Präabdomens mit Ausnahme des letzten noch Lateralmuskeln; wir können längsverlaufende, transversale und schiefe Lateralmuskeln unterscheiden, und zwar:

1. Einen dünnen Transversalmuskel, der von unterhalb der Lungensäcke zum Außenrande des Tergits (Abb. 35) zieht (35—38).
2. Einen viel stärkeren, aus zahlreichen Bündeln paralleler Fasern bestehenden Transversalmuskel (Abb. 34a), der den äußeren Teil jedes Segmentes einnimmt (15—20).

Diese Muskeln sind Contractoren und Dilatoren des Abdomens und wirken auch in gleicher Weise auf die Stigmenöffnungen.

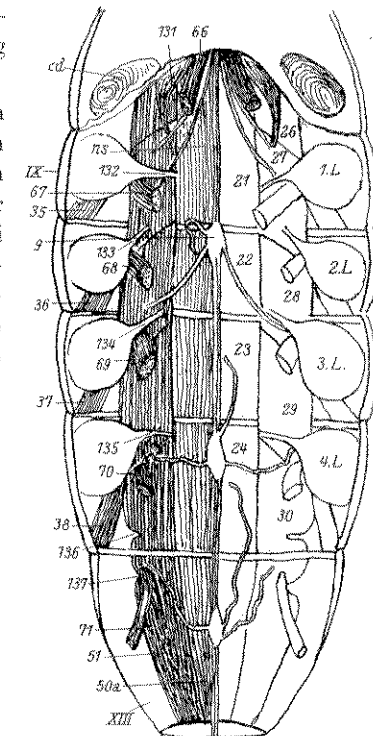


Abb. 35. Mesosoma von *Prionurus australis* (nach Beck), von oben, Tergite und Eingeweide abgetragen. *cd* Coxaldrüse, *L*₁₋₄ Lungen, *ns* Nervenstrang, *g* Ganglion der Bauchganglien-kette, *IX—XIII* Körpersegmente. Die Zahlen beziehen sich auf die von Beck verzeichneten Muskeln.

Vom Unterrande der Lungensäcke zum Hinter- und Außenrande der Segmente ziehen schiefe Muskeln, die die Öffnung der Stigmen bewirken, also den vorigen entgegenwirken.

Schließlich sind auch noch gerade Lateralmuskeln vorhanden (9—14), die dem Seitenrand des Segmentes parallel oder etwas schief von außen nach innen verlaufen (Abb. 34a) und als Retraktoren der einzelnen Segmente wirken; sie ziehen vom Vorderrande jedes Segmentes nach vorn und befestigen sich am vorhergehenden Segment.

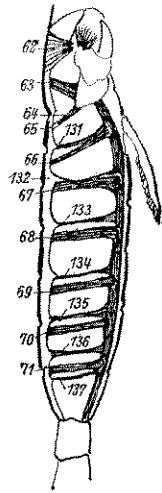


Abb. 36. Muskeln von *Prionurus australis*, Seitenansicht (nach Beck). Die Zahlen beziehen sich auf die Bezeichnung der Muskeln durch Beck.

Das letzte Abdominalsegment enthält nicht wie die vorhergehenden kurze und schwache Längs- und Transversalmuskeln, sondern mächtige Längsmuskeln, die als Extensoren und Retraktoren der Cauda wirken und an seinem Vorderrande inserieren. Sie sind es, die die schnellen und kräftigen Bewegungen der Cauda beim Angriff und bei der Verteidigung bewirken (ventral Nr. 50, dorsal 39) (Abb. 34a—b).

Sehr bemerkenswert sind die in der Fünzfahl auf jeder Seite (also den vertikalen Platten des Präabdomens entsprechend) auftretenden Muskelpfeiler (67—71), die vertikal von der Ventral- zur Dorsalseite ziehen und beim lebenden Tier die dorsoventrale Kontraktion des Präabdomens bewirken (Abb. 35, 36). Vor diesen fünf Paaren befindet sich noch ein schmäleres Paar, das vom Vorderrand des zweiten Tergites bis dicht hinter die aponeurotische Hinterwand des Cephalothorax (Diaphragma) zieht. Die folgenden Pfeiler verhalten sich untereinander übereinstimmend und befestigen sich einerseits am Vorderrande

des dritten und siebenten Tergites, jederseits vom Herzen, andererseits an den Ventralplatten, am Innenrande der Lungensäcke.

Die Muskeln der fünf Caudalsegmente (das sechste, das die beiden Giftdrüsen in seinem Innern birgt, verhält sich demgemäß abweichend) sind übereinstimmend und dreierlei Art (Abb. 34a—b):

1. Die Retraktoren oder Elevatoren (letzterer Ausdruck ist mit Hinsicht auf ihre Wirkung eher als adäquat zu bezeichnen als der erstere). Es sind zwei sehr umfangreiche Muskeln (39), die am oberen Rande des ersten Caudalsegmentes entspringen und sich an dem siebenten Tergit des Präabdomens ansetzen. Diese starken und langen Muskeln drehen die Cauda im Bogen gegen die Dorsalseite des Truncus, so daß je nach dem Willen des Tieres ein Stich mit dem Giftstachel von oben herab auf eine Beute oder einen Feind ausgeführt werden kann.
2. Laterale Retraktoren (49): am unteren Winkel des ersten Caudalsegmentes inserierend und am siebenten Tergit des Präabdomens

sich befestigend. Diese Muskeln, die noch kräftiger sind als die vorerwähnten, bewegen die Cauda sehr schnell nach der Seite, rechts oder links, je nachdem der Retraktor der einen oder der anderen Seite in Wirksamkeit tritt.

3. Extensoren (50), weniger umfangreich als die vorgenannten Muskeln, am Vorderrande des ersten Caudalsegmentes inserierend und zur letzten Bauchplatte des Präabdomens, etwas hinter ihren Vorderrand, ziehend. Diese Muskeln bringen die Cauda wieder in ihre ausgestreckte Ruhelage zurück.

Außerdem gibt es eine Anzahl von Muskeln, deren Wirkungskreis ein viel engerer ist als der der vorigen und sich nur auf benachbarte Caudalsegmente erstreckt.

So enthält jedes Segment einen Elevator, ein paar laterale Retraktoren und einen Extensor oder Senker. Sie sind in den fünf Segmenten vor dem Endsegment ganz übereinstimmend, nur, entsprechend der Länge der Segmente selbst, in der Länge verschieden.

Der Elevator (40—44) entspringt am oberen, vorderen Rand des zweiten Segmentes und setzt sich am Vorderrande des ersten an, durchzieht also das erste Segment. Er ist kegelförmig, mit der Spitze nach hinten gerichtet und besteht aus einem Paar von Bündeln, die dicht aneinander liegen, aber doch deutlich geschieden erscheinen. Entsprechend der verschiedenen Breite der einzelnen Segmente ist auch diejenige des Elevators verschieden. Die Wirkung der Elevatoren besteht darin, daß die Kontraktion des im ersten Segment gelegenen die Aufrichtung des folgenden zur Folge hat und so fort.

Die lateralen Retraktoren 45—48, 59—60 liegen in den Seitenteilen der Segmente, etwas tiefer als der Elevator; sie entspringen von den vorderen Seitenrändern des Segments und ziehen zu den Hinterwinkeln des vorhergehenden Segments. Sie veranlassen das Segment sich nach der einen oder der anderen Seite zu wenden, je nachdem die Retraktoren der rechten oder der linken Seite wirken.

Der Extensor (52—55) nimmt die ganze Unterseite des Segmentes ein und liegt unterhalb der vorerwähnten Muskeln. Er inseriert am vorderen unteren Rand des Segmentes, auf das er wirkt, und zieht durch die ganze Länge des vorhergehenden Segmentes. Es besteht aus fünf Bündeln, einem medianen und zweien auf jeder Seite, und bringt das Segment in eine horizontale Lage, und zwar je nachdem das mittlere Bündel oder eines der beiden seitlichen Paare besonders wirkt — liegt das Segment in der Längsachse des Körpers oder mehr nach der Seite gerichtet.

Der Cephalothorax enthält außer den wenigen Muskeln, die mit der Bewegung des Präabdomens zusammenhängen, auch eine ungleich größere Zahl von solchen, welche die Bewegung der Gliedmaßen bewirken; in der Tat inserieren alle Muskeln der Körperanhänge an mehr oder weniger kräftigen, chitinenen Einstülpungen der Wand des Prosoma (Apodeme) oder an der Körperwand selbst (Abb. 37).

Die wenig beweglichen Cheliceren besitzen demgemäß auch nur wenige Muskeln. Ein Retraktor und ein Extensor bewirken die Bewegung dieser Gliedmaßen als ganzes, und zwar inseriert jener am distalen Ende und

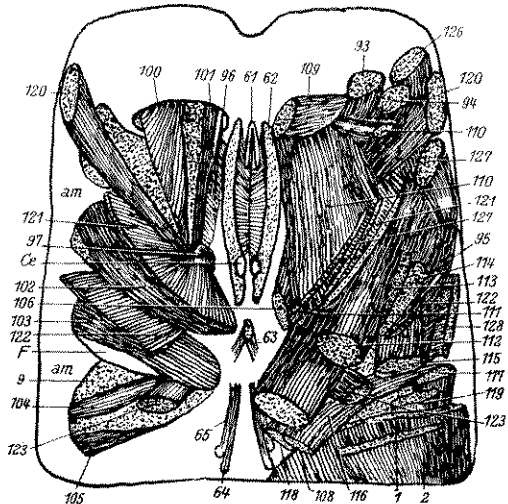


Abb. 37. Muskeln des Prosoma von *Heterometrus cyaneus*, in den Umriss des Cephalothorax eingezeichnet. Links die mehr oberflächlichen Muskeln abgetragen (nach Beck). Die Zahlen beziehen sich auf die von Beck eingeführte Bezeichnung der Muskeln, *am* Verbindungshaut zwischen den Chitinplatten, *Ce* Mittelaugen, *F* Coxal-Entosklerit der 4. Gliedmaße (2. Laufbein).
 sich nur zwei sehr kleine Muskeln, von denen der Extensor an der medialen, der Beuger an der Außenseite liegt und die geringe Bewegung der Chelicerenhand gegen das Basalglied vermittelt.

Das Mittelglied selbst wird von zwei kurzen aber sehr umfangreichen Muskeln eingenommen, denen die Bewegung des äußeren Scherenfingers gegen den unbeweglichen inneren obliegt. Ersterer, der Beuger des äußeren Fingers, entspringt an seiner medialen Seite und ist andererseits an der Wand der Scherenhand befestigt; er bewegt den Außenfinger gegen den inneren Finger und schließt demnach die von beiden Fingern gebildete Zange. Der zweite Muskel, der ein Extensor ist, entspringt von einem blattförmigen Apodem im Inneren des Außenfingers und setzt sich mit breiter Fläche an der Außenseite des zweiten, mittleren Gliedes an. Seine Kontraktion bewirkt die Öffnung der Zange vor dem Ergreifen einer Beute.

Auch die Oberlippe besitzt zwei Muskeln, von denen ein Elevator an einer nach hinten gegabelten Apophyse inseriert; die beiden Köpfe sind am Cephalothoraxschild vor und außen von den Mittelaugen befestigt. Dieser Muskel hebt die Oberlippe, wenn ein Nahrungsbrocken in den Mund eingeführt wird.

an der medialen Seite des ersten Gliedes und zieht schief nach hinten zum Seitenrande des Cephalothorax, dicht unterhalb der Seitenaugen. Er ist im Gegensatz zum Extensor zweiköpfig, und die Insertionsstellen liegen hintereinander. Dieser ist kräftig, abgeplattet, entspringt am oberen Rande des Basalgliedes, zieht unter dem Retraktor durch und in gerader Richtung auf die mediale Seite der Muskeln des Pedipalpus; seine Ansatzstelle liegt am Cephalothoraxpanzer, hinter den Mittelaugen.

In dem Basalglied der Cheliceren befinden

Auch ein Transversalmuskel ist vorhanden, der an den beiden Gabelästen der vorerwähnten Apophyse entspringt und das Labrum und mit ihm auch den Pedipalpus nach der Seite zu bewegen imstande ist.

Im Zusammenhang mit der gewaltigen Entwicklung der Pedipalpen (Abb. 38) ist auch die Muskulatur dieses Gliedmaßenpaares sehr kräftig

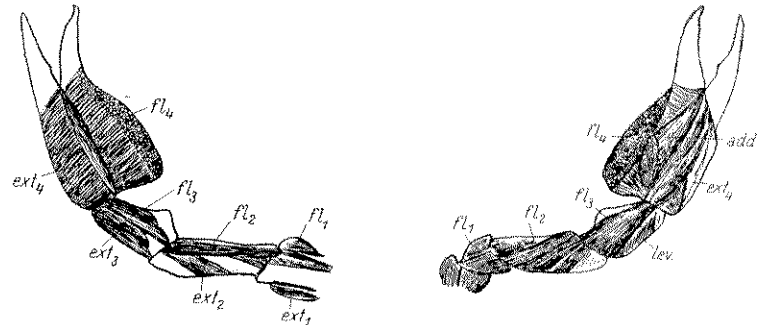


Abb. 38. Muskulatur der Pedipalpen von *Heterometrus indus*. *fl* Flexoren, *ext* Extensoren, *add* Adductor des beweglichen Fingers, *lev* Levator der Hand.

entwickelt. Man kann einen Teil dieser Muskeln durch Abheben des Cephalothoraxschildes freilegen.

Darunter bemerkt man die sehr starken Retraktoren der Pedipalpen, die von der Basis des Trochanter durch die Coxa bis zum Hinterrand des Cephalothoraxpanzers ziehen. Sie besitzen drei dicht aneinander liegende, aber getrennt verlaufende Köpfe, von denen der eine ganz hinten, der zweite mehr vorn und der dritte mehr seitlich sich befestigt.

Dadurch ist eine gewisse Mannigfaltigkeit der Bewegung erzielt. Zieht man an dem ganzen Muskel, so wird der Pedipalpus nach hinten gezogen; durch Ziehen am inneren Kopf bringt man ihn zur Aufrichtung; wenn man an dem seitlichen Kopf zieht, so wird er noch mehr nach hinten gezogen.

Die Coxa hat keine eigenen Muskeln; diejenigen, die man in ihr findet, sind der durchlaufende Retraktor des Pedipalpus sowie die Muskeln des Trochanter, und zwar der innere und äußere Beugemuskel und ein Strecker. Ersterer liegt an der Innenseite; der Strecker in der Mitte an einer längsverlaufenden Wand, der äußere Beuger aber an der Außenseite; er entspringt wie die übrigen an der Basis des Trochanter und befestigt sich an der Seitenwand der Coxa.

Es gibt zwei Muskeln des Oberarms im Trochanter, die der geringen Ausdehnung dieses Abschnittes entsprechend sehr kurz sind: einen Flexor und einen Extensor; ersterer ist an der basalen Ecke des Femur befestigt und biegt dieses Glied, während der im Trochanter auf der entgegengesetzten Seite gelegene und an der äußeren basalen Ecke des Femur befestigte Extensor seine Ausstreckung bewirkt.

Im Femur liegen drei ansehnliche Muskeln, von denen der Flexor den größten Teil derselben einzunehmen scheint, wenn man ihn von oben betrachtet. Es ist ein meist fünfköpfiger Muskel, der sich an die Außenwand des Gliedes ansetzt und die Biegung der Tibia gegen den Femur veranlaßt; sein Ursprung liegt an der basalen Ecke der Tibia, und je nachdem die eine oder die andere der Ansatzstellen bei der Kontraktion hauptsächlich in Betracht kommt, ist die Bewegungsweise etwas verschieden. — Unterhalb des Flexors liegt ein unterer Flexor und ein Strecker, von denen der erstgenannte vom Innenwinkel des Basalrandes der Tibia entspringt und sich an der Basis des Femur und zwar an derselben Seite befestigt. Er übt bei seiner Verkürzung eine doppelte Wirkung aus, indem er sowohl die Tibia gegen den Femur bewegt als auch gleichzeitig die Tibia senkt, während der obere Flexor sie hebt. Der Extensor entspringt etwas unterhalb des unteren Beugers, und sein Ansatz liegt an der Außenseite des Femur, ungefähr in der Mitte; dieser Muskel besteht aus acht oder zehn Bündeln, wodurch der Grad der Streckung nach Belieben variiert werden kann.

Im Femur finden wir zwei Muskeln für die Hand des Pedipalpus, von denen der eine als Elevator, der andere als Beuger funktioniert; beide sind von der Oberseite der Tibia, die sie ganz ausfüllen, sichtbar. Ersterer entspringt vom Innenrand der Palpenhand und zieht zum Außenrand des Femur. Der viel stärkere Beuger entspringt unterhalb der Insertion des Elevators und setzt sich an der Basis der Tibia fast in ihrer ganzen Breite an.

Unter den obengenannten Muskeln liegen zwei Extensoren, ein innerer dreiköpfiger, der sich an der Unterwand der Tibia befestigt und von der Basis der Hand entspringt, und ein äußerer, der ganz am Außenrand der Hand entspringt und mit zwei Köpfen sich gleichfalls an der Unterfläche der Tibia anheftet. Beide bewirken eine Aufrichtung der Hand an der Tibia, aber der Extensor in stärkerem Ausmaße.

In der Palpenhand liegen die für die Bewegung des letzten Tarsengliedes, des beweglichen Palpenfingers, in Betracht kommenden Muskeln. Es sind ihrer vier, und zwar ein Elevator, der von der Basis des beweglichen Fingers entspringt und seine Ansatzstelle an der Wand der Palpenhand besitzt; er schließt die vom unbeweglichen und beweglichen Finger der Hand gebildete Schere oder Zange. Ferner ein großer Flexor, der an dem die Hand der Länge nach durchziehenden, blattförmigen Apodem innerhalb des beweglichen Fingers befestigt ist und anderseits am Außenrand der Innenfläche der Hand in seiner ganzen Länge sich ansetzt. Ferner ein äußerer Flexor, der am entgegengesetzten Rand des vorerwähnten plattenförmigen Apodems entspringt. Dieser letztere besteht aus zwei Bündeln, deren eines an der oberen Fläche, das andere aber am Apex und an der Innenseite der Hand befestigt ist. Schließlich ist noch ein Retraktor vorhanden, der die Hand öffnet, d. h. den beweglichen Außenfinger vom Innenfinger entfernt, unterhalb des vorigen gelegen, an der Basis des Außenfingers entspringend und sich am ganzen Außenrande der Hand befestigend; er besteht aus schief verlaufenden Fasern.

Schließlich wären noch die Muskeln der Laufbeine zu behandeln. Ihre Bewegungsfähigkeit ist wesentlich geringer als die des Pedipalpus, da ja ihre Hüften ganz fest mit dem Cephalothorax beziehungsweise wie die des dritten und vierten Paares miteinander verbunden sind.

Von der Seite gesehen bemerkt man an der Basis jedes Beines nach Entfernung des Cephalothoraxschildes zwei oder drei abgeplattete Muskelbündel, die vom Außenrande der Coxa entspringen und an der Wand des Cephalothorax sich befestigen. Diese kurzen Muskeln können die Basis der Beine etwas heben. Nur einer von ihnen unterscheidet sich von den übrigen durch seine große Länge; es ist derjenige des dritten Beines, der mit einer langen Sehne entspringt und an dem Cephalothorax sich ansetzt. Er stützt sich auf das die Kavität des Prosoma und Mesosoma trennende Diaphragma und bewegt (hebt) nicht nur das dritte, sondern auch das vierte Bein; der folgende Elevator, der wie der des ersten und zweiten kurz ist, versorgt gleichfalls das vierte Bein.

Die eigentlichen Beinmuskeln stimmen an allen vier Laufbeinpaaren im wesentlichen überein.

Innerhalb der Coxa sind zwei Trochantermuskeln gelegen, von denen der eine an der vorderen, der andere an der hinteren Ecke befestigt ist; sie bringen den Trochanter nach vorn (der erstere) oder nach hinten (der letztere). Auffällig ist die Verschiedenheit der vom oberen Rande der Trochanter ausgehenden Heber; der am vierten Bein ist viel größer als an den drei vorderen.

Von den beiden Schenkelmuskeln, die die ganze Länge des Trochanter durchziehen, entspringt der eine vom vorderen, der andere vom hinteren Winkel des Femur; der erstgenannte ist ein Strecker, der sich längs der Wand des Trochanter befestigt; er ist im Gegensatz zum Beuger, der an der Basis des Trochanter sich ansetzt und nur längsverlaufende Fasern besitzt, aus schiefen Fasern zusammengesetzt.

Im Oberschenkel sind entsprechende Muskeln eingelagert: ein Extensor und ein Beuger. Eben solche Muskeln enthält auch der Unterschenkel für den Tarsus; das erste Tarsenglied für das zweite, dieses für das dritte und letzteres für die beiden Endkrallen. Diese Endabschnitte besitzen eine nur geringe Beweglichkeit gegeneinander.

Diese von schönen Abbildungen erläuterte Darstellung der Skorpionenmuskulatur nach Untersuchungen an *Buthus occitanus* wurden seither durch Beck in einer grundlegenden Arbeit wesentlich ergänzt und erweitert; nur in vereinzelten Fällen mußte für den vorliegenden Zweck an Exemplaren von *Heterometrus indus* eine Nachprüfung vorgenommen werden, nicht zur Richtigstellung der Beschreibung, sondern zur Klarmachung einiger Einzelheiten in den Abbildungen.

Gaubert hat in einem kurzen, der Homologie der Gliedmaßenabschnitte der Arachnoiden gewidmeten Aufsatz für diese im allgemeinen bemerkt: falls der Punkt, auf den die Gliedmaßenmuskeln wirken sollen, von der

Dazu kommen aber weiterhin:

Ein latero-dorsaler Muskel (15—20) inseriert am hinteren Ende des Seitenteils der Zwischenmembran an der Hinterecke der einzelnen Segmente; er biegt sich zum Tergit um, an dem er sich befestigt; er kommt allen sechs Segmenten des Mesosoma zu.

Ein ventraler Muskel (*M. antero-posterior medius*), der in der Mittellinie von der Verbindungshaut vor dem Sternit des dritten Segmentes zur Verbindungshaut hinter demselben zieht; ein ebensolcher Muskel ist auch im vierten bis sechsten Segment vorhanden (21—24).

Ein *M. lateralis antero-posterior* (25—30) befestigt sich vorn am Plastron, hinten am Suprapectinal-Chondrit; dieses ist anderseits wieder die vordere Anheftungsstelle des entsprechenden Muskels des zweiten Segments, der hinten am Sternit des dritten Segmentes sich befestigt. Dagegen ist dieser Muskel des dritten Segmentes vorn am Sternit des eigenen Segmentes, hinten aber am Sternit des folgenden Segmentes angeheftet.

Dasselbe gilt für den genannten Muskel der beiden folgenden Segmente, der sich ebenfalls vorn an dem Sternit des zugehörigen, hinten an dem des folgenden Segmentes ansetzt.

Dagegen ist der Muskel des sechsten Segmentes zwar am Sternit des sechsten Segmentes, hinten aber an der darauf folgenden Zwischenhaut befestigt.

Dazu kommt noch der *M. arthro-dio-sternalis obliquus* (31—34) des dritten bis sechsten Segmentes, der oberhalb des *M. lateralis antero-posterior* gelegen und hinten an der Zwischenmembran hinter dem Segment befestigt ist, während er nach vorn schief gegen die Mitte zu läuft und vor dem Sternit sich ansetzt.

Schließlich existiert noch ein *M. poststigmaticus* des dritten bis sechsten Segmentes (35—38), ein kleiner Muskel, der vorn am Hinterrande jedes Stigmas, hinten an der Zwischenhaut hinter dem betreffenden Segment inseriert.

Dem Metasoma gehören folgende Längsmuskeln an: Der *M. arthro-dio-tergalis rectus* (39—44) des fünften Segmentes, hinten an der Zwischenmembran hinter jedem Segment, vorn dorsal am Tergit befestigt; in den drei ersten Segmenten ist dieser kleine Muskel nach vorn ausgebreitet, in den beiden hinteren langgestreckt und schmal¹⁾.

Der *M. arthro-dio-tergalis obliquus* (45—48) des ersten bis vierten Segmentes, hinten an der Zwischenhaut hinter dem Segment befestigt, nach vorn schief gegen die Mediallinie verlaufend und vorn am Tergit angeheftet; die ihnen im fünften und sechsten Segment entsprechenden Muskeln sind an der Seitenwand des Segmentes nach vorn gerückt und haben eine lange Ansatzstelle am Tergit.

¹⁾ In der Abbildung Taf. 77, Fig. 2 ist mit Nr. 39 ein diesen Muskeln entsprechender Muskel des Mesosoma bezeichnet, der im Text als Muskel des Metasoma genannt wird; dieser ist es, der beiderseits vom Perikard verläuft (s. Anm. S. 53).

Ein *M. dorsoventralis superficialis* (49) im letzten Segment des Mesosoma ist sowohl von irgendeinem Muskel des Mesosoma als auch des Metasoma verschieden; er entspringt auf der Ventralseite des Segmentes von der folgenden Zwischenmembran und biegt seitlich und oberflächlich nach dem Tergit um, an dem er sich befestigt.

Auf der Ventralseite liegen ganz oder teilweise die nachstehenden Längsmuskeln des Metasoma:

Dem *M. antero-posterior medius* (50) des Mesosoma entspricht auch ein solcher des Metasoma; er ist zwischen den Intersegmentalhäuten vor und hinter dem ersten Segment ausgespannt.

Ein *M. arthro-dio-sternalis rectus* (50 A) des ersten metasomatischen Segmentes geht von der Zwischenhaut hinter dem Segment nach vorn zum Sternit.

Ein *M. lateralis antero-posterior* (51) verbindet die Zwischenhaut vor und hinter dem ersten Segment und entspricht den gleichnamigen Muskeln des Mesosoma; ein ähnlicher Muskel fehlt aber in den folgenden Segmenten.

Ein *M. antero-posterior medius* (52) des zweiten Segmentes liegt als kräftiger, bandförmiger Muskel in der Mittellinie und befestigt sich an der vor und hinter dem Segment angrenzenden Bindehaut; entsprechende Muskeln verbinden die folgenden Segmente, fehlen aber vom vorletzten an.

Eine Reihe von lateralen arthro-dio-sternalen Muskeln (57—60) zieht von der Zwischenmembran hinter jedem Segment vom zweiten an nach vorn zum Sternit, seitlich vom Vorhergehenden.

Von den Fasern dieses Muskels am fünften Segment ziehen einige auf die Dorsalseite zum Tergit, die anderen zum Sternit des Segmentes. Schließlich zieht ein gewaltiger Muskel dieser Reihe im sechsten Segment ebenso geteilt nach vorn; seine dorsal sich anheftenden Fasern sind einander median sehr genähert, so daß der *M. antero-posterior medius* dieses Segmentes fehlt.

Dieser Muskel setzt sich auch noch, ebenso wie der *M. arthro-dio-tergalis medius* desselben Segmentes, an die Zwischenhaut zwischen diesem und dem Postanalsegment fest; an dieses selbst heften sich aber keine Muskeln an.

Von den Dorsoventralmuskeln ist eine Anzahl durchlaufend, und sie setzen sich dorsal und ventral, nahe der Längsmittellinie, an die chitinigen Platten (Sklerite) an; eine Zahl von anderen, die ebenfalls von den Tergiten ausgehen, erreichen aber die Sternite nicht, sondern befestigen sich an den Entochondriten.

Von diesen Muskeln gehören dem Prosoma an (Abb. 40):

Der unpaare Dorso-chelicero-sternit-Muskel (61), der vorderste dieser Muskeln, von sehr geringer Größe und am Carapax nahe der Mittellinie vor den Mittelaugen befestigt. Er zieht nach abwärts und vorwärts, und zwar zu der Verbindungshaut zwischen den Cheliceren.

Zwischen dem präoralen Entosklerit und dem Carapax spannt sich der mediale dorso-präorale Entoskleritmuskel (62) aus, der mit dem der anderen Seite die Mittelaugen zwischen sich nimmt.

Der im Gegensatz zu den vorhergehenden Muskeln kleine und unpaar am Carapax entspringende, vordere Dorsoplastralmuskel (63) teilt sich gegen die Ventralseite und setzt sich an das Plastron an. Zwischen den beiden Muskeln läuft das Rückengefäß und der Darmkanal durch.

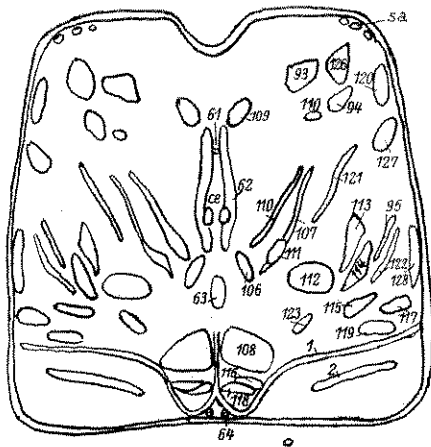


Abb. 40. Unterfläche des Cephalothoraxpanzers, die Muskelansätze zeigend, von *Heterometrus cyaneus* (nach Beck). Die Zahlen beziehen sich auf die von Beck eingeführten Bezeichnungen der Muskeln.

dieses und geht an der Vorderfläche weiter bis zum Körper des Entosternits, an dem er sich befestigt.

Vom zweiten Tergit, gleichfalls beiderseits vom Pericard, zieht ein Muskel (66) zum Suprapectinalchondrit („dorsosuprapectinal chondrite muscle“).

Am dritten Segment zieht vom Tergit, abermals zu beiden Seiten des Pericards, ein Dorsoventralmuskel abwärts (67) zum Sternit, und zwar durch den *M. antero-posterior lateralis* von den ventralen Längsmuskeln. Diese sehr auffallenden Muskeln sind bereits von Blanchard gut dargestellt worden. Ihm entsprechen ganz ähnliche Pfeilmuskeln an den drei folgenden Segmenten (68—70).

Nur das erste Segment des Metasoma hat einen Dorsoventralmuskel (71), der demjenigen des Mesosoma entspricht, während ein solcher Muskel den folgenden Segmenten fehlt.

Muskeln, die sich an das Entosternit ansetzen:

Zu diesen gehören einige schon früher erwähnte Dorsoventralmuskeln, die, von den Tergiten kommend, die Sternite nicht erreichen; nämlich der *M. dorsoplastralis anterior* (63), *dorsoplastralis medius* (64), *dorsoplastralis posterior* (65). Dazu kommen noch:

Von der Coxa der zweiten Gliedmaße bis hinter den vorderen Fortsatz des Entosternits (Plastrons): *M. coxoplastralis anterior secundus* (72).

Am hinteren Teil des Carapax entspringt der *M. dorsoplastralis medius* (64) und zieht nach vorn über die vordere Fläche des Diaphragmas („posterior flap“) zum Körper des Entosternits (Plastron).

Am Mesosoma unterscheiden wir vier Dorsoventralmuskeln.

Der *M. dorsoplastralis posterior* (65) ist am Tergit des ersten mesosomatischen Segmentes jederseits vom Pericard angeheftet; er zieht nach vorn, liegt zuerst dicht an der Hinterwand des Diaphragmas, durchbohrt

Vom Innenrande des zweiten Gliedes des dritten Beinpaars zum vorderen Fortsatz des Entosternits zieht ein Muskel, den man in Übersetzung der von Beck gebrauchten englischen Bezeichnung als *M. trochanteroplastralis tertius* bezeichnen könnte (73).

Am vorderen Fortsatz des Entosternits setzt sich ein Muskel an, der sich an der hinteren Fläche des dritten coxalen Entosklerits ausbreitet, wo er sich auch befestigt (74).

Der *M. coxoplastralis medius secundus* (75) ist hinten am Körper des Entosternits, an der Vorderseite der Basis des Vorderfortsatzes befestigt. Er zieht nach vorn zum zweiten Coxalglied, wo er sich anheftet.

Der hintere Coxoplastralmuskel des zweiten Gliedmaßenpaares (76) ist hinten am Körper des Entosternits befestigt, hinter dem Ansatz des vorgenannten Muskels; Ansatzstelle wie dieser.

Ein Muskel (77) zieht von der Seite des Entosternitkörpers, hinter dem vorderen Fortsatz, zur vierten Gliedmaße und ist am Innenrande des Deutomerits (Trochanter) befestigt („fourth deutomerite-plastron muscle“).

Vom mittleren Seitenfortsatz des Entosternits zieht ein Muskel (78) zum Entosklerit der Coxa des vierten Beines, wo er sich an der hinteren Fläche ausbreitet und ansetzt („fourth postcoxal entosclerite plastron muscle“).

Der vordere Epimeroplastralmuskel (79) befestigt sich an der Seite des Entosternitkörpers hinter dem mittleren Lateralfortsatz und an der Gelenkhaut zwischen dem vierten und fünften Bein hinter dem hinteren Coxal-Entosklerit des vierten Beinpaars.

Vom hinteren Fortsatz des Entosternits zum fünften Bein, und zwar zum Innenrande des Trochanter (Deutomerit), geht der „fifth deutomerite plastron muscle“ (80).

Von demselben Fortsatz bis zur Verbindungshaut zwischen fünftem und sechstem Bein geht der *M. epimero-plastralis medius* (81), ebenso zum sechsten (Innenrand des Trochanter) der *M. trochantero-plastralis sextus* („sixth deutomerite-plastron muscle“ 82).

Am hinteren Rande des Körpers des Entosternits setzt sich der *M. epimero-plastralis posterior* (83) an, der eine Strecke weit auf der vorderen Fläche des Diaphragmas verläuft, dann dieses durchbohrt und an der Hinterfläche weiterläuft; er sitzt der Gelenkhaut hinter der Coxa des sechsten Beines an.

Ein kleiner Muskel, der vom vorderen Subneurale-Fortsatz des Entosternits zu dem kleinen postoralen Entosklerit zieht, wird von Beck als „sterno-subneural plastron muscle“ (84) bezeichnet.

Vom hinteren Teil des Subneuralfortsatzes des Entosternits zum Genitaldeckel zieht der *M. operculo-plastralis* (85).

Ein kleiner Muskel, der von der gleichen Stelle zu der Vorderfläche des Suprapectinalchondrits geht, ist „plastron-suprapectinal-chondrite muscle“ (86) genannt worden.

An dem gleichen Suprapectinalchondrit setzt sich auch der schon früher (Längsmuskeln des Mesosoma) genannte *M. antero-posterior lateralis* (25) an.

Schließlich ist auch noch von der Seite des Entosternits zur Verbindungshaut zwischen Metasternit (Sternum) und Coxalglied des 6. Beines ein *M. coxoplastralis sextus* ausgespannt (86a).

Muskeln am Suprapectinal-Chondrit (Abb. 41):

Von diesen ist ein Teil bereits behandelt worden; so der *M. antero-posterior lateralis* (25, 26) des ersten und des zweiten mesosomatischen Segmentes, der Dorsosuprapectinal-chondrit-Muskel (Dorsoventralmuskeln des Mesosoma) (66), der „Plastron-suprapectinal-chondrite-Muscle“ (86, siehe vorher).

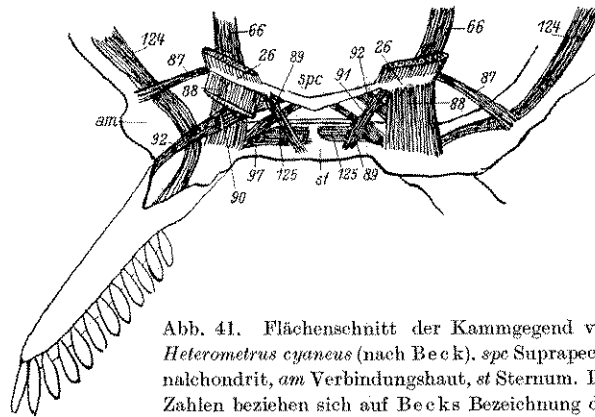


Abb. 41. Flächenschnitt der Kammgegend von *Heterometrus cyaneus* (nach Beck). *spc* Suprapectinalchondrit, *am* Verbindungshaut, *st* Sternum. Die Zahlen beziehen sich auf Beck's Bezeichnung der Muskeln.

Dazu kommen noch:

Ein Epimero-suprapectinal-chondrit-Muskel (87), ein kleiner Muskel von der äußersten Seite des Chondrits zum Epimeron des Kammes.

Ein hinterer Pectino-suprapectinal-chondrit-Muskel (88), klein, breit, vom unteren Teil des Chondrits zum Hinterrande des Kammes.

Ein Sterno-suprapectinal-chondrit-Muskel (89), vom Chondrit zu dem Sklerit zwischen den Kämmen.

Ein vorderer Pectino-suprapectinal-chondrit-Muskel (90), wie der hintere klein, breit, vom Unterrande des Chondrits zum Vorderrande des Kammes.

Ein innerer Pectino-suprapectinal-chondrit-Muskel (91), von der Mitte des Chondrits zum Innenrande des Kammes.

Ein äußerer Pectino-suprapectinal-chondrit-Muskel, vom Chondrit zum Außenrande des Kammes.

Muskeln zum Präoral-Entosklerit:

Von hier gehen Muskeln zur dorsalen Oberfläche, zum coxalen Entosternit der Chelicere und zum Pharynx. Zur Dorsalfläche gehen vier Muskeln, davon einer mit medianem, die übrigen mit seitlichem Ansatz. Einer ist bei den prosomatischen Dorsoventralmuskeln schon genannt: es ist der mediane, dorsopräorale Entoskleritmuskel (62). Dazu kommen aber noch weitere sieben Muskelpaare:

1. Vom Vorderrande des P. E. (Präoral-Entosklerit) unterhalb des Coxal-Entosklerits der Chelicere zur Seite des Carapax (63).

2. Vom hinteren Fortsatz des P. E. (94) seitlich zum Carapax.

3. Vom hinteren Teil des hinteren Fortsatzes des P. E. (95) ebenfalls seitlich zum Carapax.

Es sind dies der vordere, mittlere und hintere „latero-dorsal präoral entoscleral muscle“.

4. Ein breiter Muskel (96) von der inneren Oberfläche des hinteren Fortsatzes des P. E. zur inneren Fläche des Coxal-Entosklerits der Chelicere.

5. Ein kleiner Muskel (97) vom hinteren Ende des hinteren Fortsatzes des P. E. zum hinteren Teil des Coxal-Entosklerits der Chelicere.

(Vorderer und hinterer „first coxal-entosclerite-präoral entosclerite muscle“.)

6. Ein kleiner Muskel (98) von der inneren Fläche des vorderen Teiles des P. E. zum Pharynx, an der dorsalen Oberfläche desselben befestigt.

7. Ein größerer Muskel (99), von der inneren Fläche des P. E. horizontal gegen den entsprechenden Muskel der anderen Seite zu der Seitenwand des Pharynx.

(Vorderer und hinterer „präoral entosclerite pharyngeal muscle“.)

Eine große Anzahl von Muskeln verbinden die Körperanhänge mit verschiedenen Teilen des Prosoma bzw. Mesosoma oder miteinander. Von ihnen gehört die Mehrzahl dem Prosoma an, an dem ja alle Gliedmaßen inserieren.

Dem Prosoma gehören vor allem eine Anzahl von Muskeln an, die von den Körperanhängen medianwärts verlaufen und innen an die coxalen Entoskle-

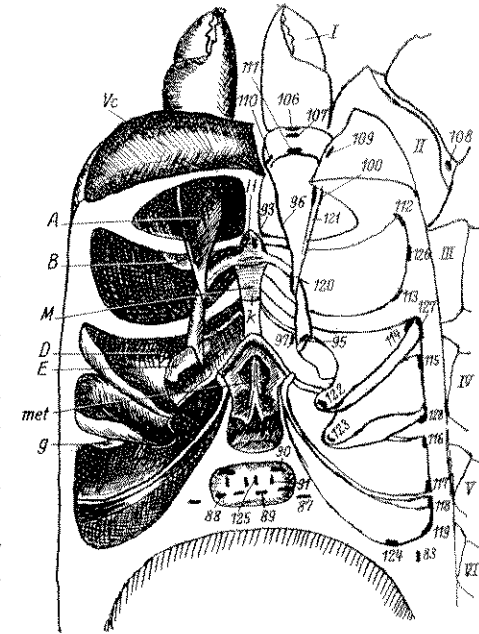


Abb. 42. Innenskelett des Prosoma von oben, nach Abhebung des Cephalothoraxpanzers und Entfernung aller Weichteile, von *Heterometrus cyaneus* (nach Beck). *I* Chelicere, *II* Coxa des Pedipalpus, *III*—*VI* Laufbeine, *H* Präoral-Entosklerit, *K* Postoral-Entosklerit, *A* Coxal-Entosklerit der Chelicere, *B* Fortsatz des Vorderrandes am Coxalsklerit des Pedipalpus, *D* Fortsatz am Coxalsklerit des 1. Beines, *E* Fortsatz des Coxalsklerits am 2. Bein, *g* Fortsatz des Coxalsklerits am 3. Bein, *met* Metasternum mit nach hinten gegabeltem Fortsatz, dessen Äste an dem Genitaloperculum endigen, *Vc* Vorderrand des Cephalothorax, *M* Mund. Die Zahlen beziehen sich auf die Muskelansätze nach der Nomenklatur von Beck.

rite oder aber an den Innenrand der coxalen Sklerite selbst sich ansetzen. Es sind die folgenden (Abb. 42):

1. Ein breiter Muskel, der hinten am Außenrande des coxalen Entosklerits und vorn am Innenrande des cheliceralen Deutomerits befestigt ist (100).
2. Ein schmaler Muskel, der vom hinteren Abschnitt des ersten coxalen Entosklerits zur gleichen Stelle der Cheliceren zieht (101).
- 3.—4. Muskel vom coxalen Entosklerit des dritten bzw. vierten Beines zum Innenrande des Deutomerits (Trochanter) derselben Beine ziehend (100—103).
- 5.—6. Muskel vom coxalen Sklerit zum Innenrande des Deutomerits (Trochanter) des fünften bzw. sechsten Beines ziehend (104—105).

Die größte Zahl von Muskeln geht von der Unterfläche des Carapax zu den Deutomeriten, Coxen und coxalen Entoskleriten der Gliedmaßen. Was die erstgenannten anbelangt, so geht zu jeder Gliedmaße ein solcher Deutomerit-Muskel, nur zur Chelicere deren zwei; diese Muskeln verlaufen äußerlich zum Carapax (die der ersten und zweiten Gliedmaße) oder zum Entosternit (Plastron) (die vier übrigen).

Die letztgenannten sind bereits bei den vom Plastron ausgehenden Muskeln behandelt worden (73, 77, 80, 87), die am Carapax befestigten sind wie folgt:

1. Ein schmaler Muskel, vom Carapax nahe der Mittellinie hinter den Augen ausgehend, nach vorn zum oberen Teile des Innenrandes des Deutomerits der Cheliceren ziehend (106).
2. Ein größerer, am Carapax mehr seitlich entspringender, nach dem unteren Teile des Innenrandes desselben Deutomerits ziehend (107).
3. Ein dicker Muskel, am Carapax gegen dessen hinteren Abschnitt zu befestigt und nach vorn zum äußeren Teile des Innenrandes des Deutomerits des Maxillarpalpus ziehend (108).

Von den Coxalmuskeln sind die am Plastron sich befestigenden schon früher genannt worden. Am Carapax setzen sich an:

- Ein äußerer (109), innerer (110) und oberer (111) Dorsocoxalmuskel, zum Coxalsklerit der Chelicere ziehend.
- Ein vorderer (112) und hinterer (113) Dorsocoxalmuskel, zum Coxalsklerit des Maxillarpalpus ziehend.
- Je ein Dorsocoxalmuskel zum Coxalsklerit der dritten (114) bzw. vierten (115) Gliedmaße.
- Ein vorderer (116) und hinterer (117) Dorsocoxalmuskel zum Coxalsklerit des fünften Beines.
- Ein ebensolches Muskelpaar zum Coxalsklerit des sechsten Beines (118, 119).

Von den Muskeln, die vom Plastron zum Entosklerit der Coxen des dritten und vierten Gliedmaßenpaares ziehen, war schon bei jenen die Rede (74, 78). Eine Anzahl von Muskeln zum Entosklerit der Coxen gehen vom Carapax aus; es sind die nachstehenden vier, von denen zwei zu den Entoskleriten der Cheliceren (120, 121), je einer zu dem hinteren Coxal-Entosklerit der dritten und vierten Gliedmaße zieht (122, 123).

Das gliedmaßenarme Mesosoma weist nur einen vom Genitaloperculum zum Plastron ziehenden, bereits bei diesem erwähnten Muskel (85) auf, dagegen zieht eine größere Anzahl zum zweiten Paar von Anhängen, den Kämmen, nämlich sechs, von denen vier bereits in Beziehung zum Suprapectinalchondrit erwähnt wurden (88, 90, 91, 92). Dazu kommt noch:

Ein Epimeropectinalmuskel (124), am Epimeron sich ansetzend und in das Innere des Kammes verlaufend.

Ein Sternopectinalmuskel (125), am Sternalsklerit, nahe der Mittellinie, sich befestigend und bis zur Basis des Kammes sich erstreckend.

Die Lungen besitzen keine direkten Muskeln, wohl aber befinden sich am dritten bis sechsten Segment des Mesosoma poststigmatische Muskeln, die vom hinteren Rande eines jeden Stigmas zu der Zwischenhaut hinter dem Segment, in dem sie liegen, hinziehen.

Von den zum Epimeron vom Carapax, Plastron, dem zweiten Entochondrit und den Kämmen ausgehenden Muskeln sind nur die am Plastron sich ansetzenden bisher noch nicht erwähnt.

Es gibt einen vorderen, mittleren und hinteren Dorsoepimeralmuskel, die von der Seite des Carapax zum Epimeron ziehen und sich seitlich vom Innenrande des zweiten, dritten oder vierten Coxalsklerits ausdehnen (126—128).

Pharynx-Muskeln (Abb. 43):

Der Pharynx des Skorpions ist eine mächtige Erweiterung des Darmkanals dicht hinter der Mundöffnung. Da diese sehr klein ist, kann sich der Skorpion nur von flüssigem Körperinhalt und von durch die Cheliceren fein gemahlene Hartteilen ernähren, die durch die Ausdehnung und Zusammenziehung des Pharynx eingesogen werden. Es sind Dilatatoren und Contractoren des Pharynx vorhanden. Dieser selbst ist seitlich stark zusammengedrückt und besitzt eine tiefe dorsale Längsfurche, so daß er im Querschnitt dreiteilig aussieht.

An den Pharynx setzt sich an:

Ein kleiner, unpaarer Muskel (129), der an der dorsalen Seite des Pharynx die beiden Enden der Furche miteinander verbindet („dorsal intrinsic muscle“); ein paariger Muskel (130), jederseits dicht an der Seitenwand des Pharynx und dorsal wie ventral an ihm befestigt.

Zwei Muskeln, die schon früher erwähnt wurden, der vordere (98) und der hintere (99) Präoral-Entosklerit-Pharyngealmuskel, wie die beiden vorigen nur im Querschnitt sichtbar; der erstere kommt von der Ventralseite des Präoral-Entosklerits und geht bis in die Tiefe der Dorsalfurche hinein, der andere aber kommt von der Innen-

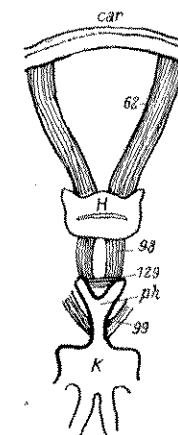


Abb. 43. Querschnitt durch den Pharynx (*ph*) von *Heterometrus cyaneus* (nach Beck), mit ansitzenden Muskeln. *car* Carapax, *H* Präoral-Entosklerit, *K* Postoral-Entosklerit.

fläche des Fortsatzes des Präoral-Entosklerits und setzt sich fast horizontal an den Seiten des Pharynx an.

Muskeln zum Pericardium

Unterhalb der ventralen Wand des Pericards ist eine Reihe von Muskeln an dieser befestigt, die anderseits an der bindegewebigen Auskleidung des Körpers sich ansetzen; sie liegen etwas vor den Dorsoventralmuskeln, die Tergite und Sternite des Mesosoma verbinden. In jedem der fünf letzten Segmente des Mesosoma befindet sich ein Paar, im ersten Segment des Mesosoma aber sind zwei Paare vorhanden. Dorsal liegen sie näher der Mediallinie als die Dorsoventralmuskeln, die zur Seite des Pericards an den Tergiten sich befestigen; aber ehe sie das Sternum erreichen, kreuzen sie sich, und ihre ventrale Ansatzstelle ist daher außerhalb derjenigen der Dorsoventralmuskeln. In den vier Segmenten, in denen die Lungen liegen, breiten sie sich ventral aus und setzen sich an die Oberfläche der venösen Seite an, in die die Lungenlamellen versenkt sind. Diese Muskeln sind zwar an beiden Enden hohl, in der Mitte aber solid, so daß eine Überführung des Blutes von den Lungen zum Pericard nicht möglich ist.

Die sechs Pericardioventralmuskeln (131—135) sind ausnahmslos dorsal am Pericard befestigt. Der erste von ihnen, dem zweiten Segment des Mesosoma angehörig, zieht dicht vor dem „Dorso-Suprapectinal chondrite muscle“ (66), während die folgenden dicht vor dem Dorsoventralmuskel des betreffenden Segmentes abwärts ziehen; der zweite bis fünfte sind ventral an dem Lungensack des betreffenden Segmentes außerhalb des Dorsoventralmuskels befestigt.

Im Metasoma ist ein vorderer (136) und ein hinterer (137) Pericardioventralmuskel vorhanden, die dem ersten Segment angehören und dorsal am Pericardium, ventral an der Bindegewebshülle außerhalb des Muskels befestigt sind; der eine geht dicht vor, der andere dicht hinter dem Dorsoventralmuskel abwärts.

Da das Pericardium nicht in die Segmente der Cauda eintritt, so gibt es auch keine den vorhergehenden entsprechende Muskeln in diesem Abschnitt des Körpers.

Bezüglich der Muskulatur der Käme siehe noch Gaubert S. 90, des Darmes Pawlowsky S. 106, 114 und des Genitaldeckels Narayan an S. 155.

4. Nervensystem

Das Nervensystem der Skorpione (Abb. 44a u. 44b) besteht aus einer vorderen umfangreichen Masse, die ungefähr in der Mitte des Cephalothorax gelegen ist, und einem langgestreckten Nervenstrang, der sich durch das ganze Prä- und Postabdomen hindurch erstreckt; die Zahl der freien Ganglien des Präabdomens beträgt drei, diejenige in der Cauda dagegen vier; stimmt also mit der Zahl der Caudalsegmente — sechs — nicht überein. Da der Körper

der Skorpione von allen Arachnoiden die reichste Gliederung aufweist, so enthält er auch die größte Zahl gesonderter Ganglien des Zentralnervensystems. Ein großes Terminalganglion wird von Dufour angegeben, während es von anderen Autoren nicht gefunden wurde.

Das Gehirn der Skorpione (Abb. 45—46) besteht aus dem paarigen Protocerebrum (Proencephalon Police), das zwei Paar Nerven zu den Medialaugen und ein Paar zu den Lateralen entsendet, und dem Deutocerebrum, das nach Gottlieb die Antennalglomeruli enthält, wodurch der Nachweis eines besonderen Segmentes, das infolge des Mangels von Extremitätenanhängen sonst nicht erkennbar ist, geführt wird. Das Protocerebrum bilden mit dem Deutocerebrum zusammen das Oberhirn. Das Unterhirn wird allein gebildet von dem darunter gelegenen, gleichfalls paarigen Tritocerebrum (Tritencephalon), auch als Cheliceralganglion bezeichnet und von Police als Deutencephalon betrachtet, von dem ein Paar von Nerven zu den Cheliceren und ein medianer Rostralnerv ausgehen. Die das Gehirn mit der thorakalen Ganglienmasse verbindenden Konnektive sind sehr kurz. Diese Masse selbst liegt direkt dem Sternum auf (Abb. 53).

Die große subösophageale Masse besteht aus fünf Ganglienpaaren, die die Nerven für die Pedipalpen und die vier Paare von Laufbeinen abgeben; jedes Beinpaar erhält nur ein Paar von Nerven. Ein

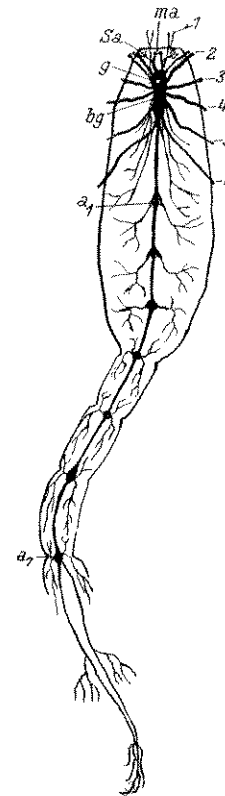


Abb. 44a. Nervensystem eines Skorpions (nach Newport). 1—6 Nerven der sechs Gliedmaßenpaare, a_1 — a_7 Ganglien des Abdomens, *g* Gehirn, *bg* Untere Schlundganglienmasse, *ma* Mittelaugen, *Sa* Seitenaugen.

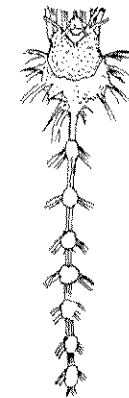


Abb. 44b. Zentralnervensystem eines neugeborenen Skorpions (nach Hilton).

dieser Masse dicht anliegendes und daher erst spät erkanntes und drei freie Ganglienpaare versorgen die vier vorderen Segmente des Präabdomens, und zwar durch ebenso viele doppelte Nervenpaare. Ein Vagus ist nicht vorhanden.

Die drei freien Ganglienpaare des Präabdomens geben jederseits zwei Nerven ab, einen vorderen, dorsalen (hämalen), äußeren und einen hinteren, ventralen (neuralen), inneren; der letztere versorgt Körperanhänge, Haut.