

Über den Thorax von *Gryllus domesticus*,
mit besonderer Berücksichtigung des Flügelgelenks und dessen
Bewegung.

(Ein Beitrag zur Vergleichung der Anatomie und des Mechanismus des
Insektenleibes, insbesondere des Flügels.)

Von

Friedrich Voß

aus Düsseldorf.

Erster Teil.

Das Skelett.

Mit Tafel XV, XVI und 8 Figuren im Text.

Vorbemerkungen.

Die Veranlassung zu vorliegender Arbeit war der Gedanke einen Beitrag zu der noch immer viel umstrittenen Frage einer morphologischen Deutung des Insektenflügels zu liefern und zwar durch Untersuchungen an Geradflüglern, einer Ordnung, welche bisher allgemein als eine am wenigsten abgeänderte, dem einfachsten Insekten-typus nahestehende Gruppe aufgefaßt wird: Es sollte die Entwicklung des Flügels, insbesondere die der Gelenke desselben untersucht und der Nachweis eines ursächlichen Zusammenhanges zwischen Skelett und Muskulatur überhaupt angestrebt werden. Von Arbeiten, welche auf dem Wege der Entwicklungsgeschichte der Frage näher zu kommen suchten, betrifft die bedeutende Mehrzahl nur höhere Insektenordnungen¹. Auf dem Gebiete vergleichender Anatomie ist bisher kein nennenswerter Beitrag zu dieser Frage zu verzeichnen.

¹ Das Studium bezüglich unsrer Frage betrifft hauptsächlich die nach-embryonale Entwicklungsgeschichte, da sich ja allgemein erst dort die ersten Flügelanlagen zeigen; so liefert die durch HEYMONS 1895 bekannt gewordene embryonale Entwicklungsgeschichte von *Gryllus domesticus* keinen unmittelbaren Beitrag zur Morphologie des Flügels.

Das zu der beabsichtigten entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung nötige Material suchte ich mir durch Züchtung von *Forficula auricularia* zu verschaffen. Die Zuchten schlugen fehl. Die Resultate aus dem dennoch gewonnenen Material möchte ich später bekannt machen.

Im Sommer 1901 entschloß ich mich daher zur Bearbeitung von *Gryllus domesticus*. Da die Entwicklungsgeschichte, insbesondere der Flügelgelenke und Muskulatur, eine genaue Kenntnis des fertigen Zustandes voraussetzt und eine eingehende Darstellung des gesamten Thorax der Orthopteren selbst in den allerdings mehr die Flügelmechanik betreffenden Arbeiten AMANS' nicht vorliegt, gelangte ich zu einer umfassenden Untersuchung des Thorax von *Gryllus* und zu obigem Thema.

Die Untersuchung eines großen, durch zweijährige Züchtung erhaltenen und zum Teil bereits in Präparaten vorliegenden Materials zu einer Entwicklungsgeschichte des Thorax von *Gryllus domesticus* behalte ich mir vor; ebenso die Bekanntgabe der vollständigen Metamorphose von *Gryllus domesticus* mit einigen biologischen Angaben. Es sei hier nur bemerkt, daß infolge der Leichtigkeit der Zucht die Hausgrille ein bequemes Untersuchungsmaterial bietet und, besser als die Ohrwürmer, bei wenig abgekürzter, langsamer Metamorphose und einer auffallend großen Zahl der Häutungsstadien bezüglich der Entwicklungsgeschichte sowohl, als auch, wie es sich zeigte, im vergleichend anatomischen Sinne dem als primär angenommenen Typus der Pterygoten näher kommt, als die bisher bekannten Orthopteren und übrigen Insekten.

Von meinem hochverehrten Lehrer Herrn Geheimrat Professor Dr. E. EHLERS, welcher mich zuerst vor allem auf den Wert der Entwicklungsgeschichte für meine Arbeiten hinwies, habe ich im Laufe der Arbeit die reichste Anregung und Unterstützung erfahren. Für seinen wertvollen Rat und die mir von ihm zuteil gewordene Förderung überhaupt, fühle ich mich ihm zu größtem Danke verpflichtet, welchen ich auch an dieser Stelle aussprechen möchte.

Göttingen, Februar 1904.

Einleitung.

a. Übersicht über das Thema.

Vorliegende Untersuchungen betreffen das Skelett und die Muskulatur des Thorax von *Gryllus domesticus*; hieraus ergibt sich ein Verständnis für den Mechanismus des Thorax, wobei ich jedoch nur den des Flügels eingehender berücksichtigt und in einem besonderen Abschnitte behandelt habe.

Die Darstellung soll in diesem Sinne eine einheitliche sein; sie versucht dem morphologisch-biologischen Zusammenhang der beiden Organsysteme und ihrer Bedeutung für die individuelle Einheit des Organismus nachzugehen. Gerade hierdurch dürfte manche morphologische Frage verständlich sein, ohne daß man zunächst einen Vergleich mit andern Insekten heranziehen muß. Im Zusammenhang mit der Untersuchung von *Gryllus* sollen in zweiter Linie die Geradflügler überhaupt in eingehenderen Vergleich gezogen werden.

Ich habe mich bemüht, die Wiedergabe bekannter Einzelheiten auf das Notwendigste zu beschränken und an den betreffenden Stellen auf die Vorarbeiten älterer Autoren hinzuweisen. Es sind nach Möglichkeit alle wichtigeren Arbeiten über die angeregten, morphologischen und mechanischen Fragen, sowie über die Geradflügler behufs ihrer Einordnung in unser Thema herangezogen worden.

1) In dem das Skelett betreffenden, ersten Abschnitte findet sich eine Beschreibung der wichtigsten Einzelheiten der chitinösen Körperdecke und eine Vergleichung mit den bisherigen diesbezüglichen Resultaten bei Geradflüglern.

2) Der zweite Abschnitt über die Muskulatur, für sich in gleicher Weise, wie der vorige, behandelt, ergab in Verbindung mit dem vorhergehenden eine morphologische Betrachtung des Thorax und eine Bezugnahme auf jene Literatur, welche von Skelett und Muskulatur zugleich handelt. Spezielleres Eingehen auf mechanische Gesichtspunkte fand nur so weit statt, als es sich im Zusammenhang mit der anatomischen Betrachtung nicht vermeiden ließ. Außer einigen Bemerkungen physiologischen, histologischen usw. Inhalts ergab sich die Gelegenheit der Stellungnahme gegenüber einigen, zur Zeit lebhafter diskutierten, morphologischen Fragen; es sind solche, welche an dieser Stelle unabhängig von der Mechanik, wie sie der folgende Abschnitt bringt, behandelt werden konnten und

meine Untersuchungen lieferten Beiträge zu folgenden Theorien und Fragen:

des Mikrothorax,
 der Vorsegmente und Stigmen,
 der vier Pleurite,
 des ersten Abdominalsegments,
 der sog. Prothorakalflügel.

Insbesondere ist ein vergleichend anatomischer Beitrag zur Morphologie der Flügel möglich geworden.

Bei dem großen Umfange der für alle diese Fragen in Betracht zu ziehenden Literatur konnte ich mich nicht mit allen diesen Fragen eingehend genug beschäftigen; doch habe ich von der wichtigsten Literatur genaue Kenntnis genommen.

3) Die Mechanik des Flügels im dritten Abschnitte ist ein Thema für sich. Wie überhaupt morphologische Fragen im Zusammenhange mit mechanisch-biologischer Beziehung an Interesse und Wert gewinnen, so bildet dieser Abschnitt eine notwendige Ergänzung der beiden vorigen. Es wurde die Mechanik des Flügels nur so weit in Betracht gezogen, als sie sich unmittelbar aus der anatomischen Anschauung in Verbindung mit wenigen Experimenten ergibt. Auch hier mußte zu einer umfangreichen Literatur Stellung genommen werden. Der Vergleich mit den übrigen Orthopteren wurde auch hier ausgeführt, und am Schluß ergibt sich eine Zusammenstellung der für den Orthopterenflügel bekannten Tatsachen unter dem, aus dem Inhalte dieses Abschnittes folgenden, morphologisch-mechanischen Gesichtspunkte.

Untersuchungen in eigentlich flugphysiologischem Sinne, wie sie von MAREY, PETTIGREW, v. LENDENFELD u. a. angestellt wurden, habe ich nicht angestellt; sie würden mich von meinem Thema zu weit abgeführt haben. Doch habe ich nach Kenntnisnahme der einschlägigen Arbeiten anzudeuten versucht, wie die Befunde bei der Hausgrille von allgemeiner Bedeutung sind für die speziellen Flugarten anderer Insekten, indem bei letzteren der eine oder der andre Faktor vorwiegend erhalten bleibt; es könnte hierdurch vielleicht zu einer spezielleren flugmechanischen Vergleichung der Insekten auf morphologischer Grundlage angeregt werden.

4) In letzterem Sinne wurden in dritter Linie erst die übrigen Insekten berücksichtigt. Wurde bereits im ersten und dritten Abschnitt zuweilen im Anschluß an interessante Einzelheiten auf die

höheren Insekten hingewiesen, so sucht dieser vierte Abschnitt die Ergebnisse der vergleichenden Anatomie und Mechanik der Flügel bei Orthopteren, sowie die veränderte Nomenklatur auf die übrigen Insekten anzuwenden. Da eine eingehende Darstellung dieser Vergleichung eine sehr ins einzelne gehende Kenntnisnahme der zahlreichen und zum Teil recht minutiösen, bisherigen Untersuchungen der Autoren erfordert und mir dieselbe in diesem Zusammenhange nicht möglich war, so habe ich wenigstens eine der Arbeiten über die jeweilige Ordnung in Vergleich gezogen, die übrigen Arbeiten dem Zusammenhange einzufügen versucht und auf die für einen Grundriß zu einer vergleichenden Anatomie und Mechanik des Insektenthorax noch bestehenden Lücken unsrer Kenntnisse aufmerksam machen wollen. Als Bestrebung in dem ersten Sinne sind die Arbeiten AMANS' an erster Stelle zu nennen. Eine Folge dieser Vergleichung ist die Aufstellung einer auf die Flügel begründeten Verwandtschaftstabelle der Insekten.

b. Geschichtliches¹.

Bezüglich der Stellung meines Themas zur Literatur über das von namhaften älteren Autoren bereits so oft bearbeitete Gebiet der allgemeinen Insektenanatomie möchte ich mir folgende, allgemeine Bemerkungen erlauben, indem ich bezüglich der Einzelheiten auf die betreffenden Abschnitte verweise.

Die Übersicht enthält nur die größeren und wichtigeren Arbeiten auf dem Gebiete der das Skelett, die Muskulatur und die Mechanik des Insektenthorax betreffenden Untersuchungen. Die älteren Arbeiten vor bald 100 Jahren haben schon bald zu einer topographischen Anatomie und zu einer Kenntnis der einzelnen Teile des Insektenkörpers geführt; seit SWAMMERDAM 1737 haben sich neben BURMEISTER 1832 besonders französische Forscher um die Kenntnis des Insektenthorax verdient gemacht: LATREILLE 1819—1831, CHABRIER 1820, 21, 22, AUDOUIN 1822—1824, fortgesetzt durch MAC LEAY 1832, CUVIER: le règne animal 1828, STRAUSS-DÜRKHEIM 1828, die zum Teil systematischen *Nouvelles suites à Buffon* 1834 (DUFOUR 1841 bringt kaum Nennenswertes über den Thorax), JURINE 1820, außerdem KIRBY u. SPENCE 1818, 26 u. 32, ESCHOLZ 1820.

Diese Arbeiten entbehren des Zusammenhanges untereinander

¹ Die Literaturangaben beziehen sich auf das am Ende des III., IV. Teiles vorliegender Arbeit befindliche, zeitlich geordnete Bücherverzeichnis, auf dessen fortlaufende Zahlen außerdem ein alphabetisches Autorenverzeichnis hinweist.

und die Ansätze zu einer vergleichenden Anatomie in modernem Sinne sind gering. Insbesondere auch CHABRIER bringt Untersuchungen über die Flugmechanik und -physiologie; die morphologischen Fragen betreffend den Flügel und die Zahl der Segmente gehören bereits dieser Zeit an.

Von ins einzelne gehenden, auf engere Themata beschränkten, wichtigeren Arbeiten der späteren Zeit mögen folgende genannt werden. SCHAUM 1863, REINHARD 1865, SAUSSURE 1868, BRUNNER 1876, LUBBOCK 1877 u. 1879/81, v. LENDENFELD 1881, BRAUER 1882.

Die zusammenfassenden, allgemeinen Arbeiten: BRAUERS über die Verwandlungen der Insekten 1869/70, MAYERS über Ontogenie und Phylogenie 1876, BRAUERS systematisch-zoologische Studien 1885, GRABERS 1877 über den Thorax, sowie bezüglich einzelner Organsysteme: PALMÉNS über das Tracheensystem 1877, POLETAJEWS 1879, 1880/81 und LUKS' 1883 über Muskulatur, sowie KLEUKERS über das Endoskelett 1883 haben sowohl die anatomischen Kenntnisse erheblich erweitert, wie auch die allgemeine morphologische Auffassung des Insektenthorax zu einer im Vergleiche mit den älteren Autoren bedeutenden Höhe gefördert. Hand in Hand hiermit wurde durch die Forschungen MAREYS 1869—72, PETTIGREWS 1871, v. LENDENFELDS 1881, GRABERS 1877 (und 1884), u. a. ein Einblick in die Mechanik und Physiologie des Insektenthorax möglich.

Eine **eingehendere** vergleichende Anatomie und Mechanik des Thorax jedoch bedurfte erneuter Forschungen:

Die bedeutendste Arbeit auf diesem Gebiete ist zweifellos die von AMANS 1883—85, welcher durch neue Untersuchungen und Vergleiche im einzelnen die Insektenordnungen einander näher bringt (vgl. gleichzeitig mit LUKS und KLEUKER, 1883). Seine umfassenden Untersuchungen, wenn auch vorwiegend auf die Flugbewegung bezogen, liefern dennoch eine allgemeine, durch die Berücksichtigung der älteren französischen Forschungen wertvolle, vergleichende Anatomie und Mechanik. Eine einheitliche Homologisierung der Skelett-, insbesondere auch der Flügelgelenkteile und der Muskulatur aller Ordnungen ist versucht worden, freilich nicht ohne Fehler bezüglich des Flügelgeäders.

Seitdem sind durch ADOLPHS 1880/83, REDTENBACHERS 1886, KOLBES 1901 und COMSTOKS (1898/99) u. a. Untersuchungen über die Flügeladern bedeutende Fortschritte in der vergleichenden Anatomie der Insekten zu verzeichnen und durch KOLBES 1893, VERHOEFFS 1902, 1903

und BÖRNER 1903 morphologische Theorien weitere Gesichtspunkte für die vergleichende Anatomie des Insektenthorax beigebracht worden. An neueren Einzeluntersuchungen dürften die¹ BREEDS 1903 über Coleopteren, und VERHOEFFS 1904 über Japyx genannt werden.

Im speziellen ist die **Anatomie der Geradflügler** im Gegensatz zu der der Käfer wenig berücksichtigt worden, obwohl erstere allgemein als primäre Typen gelten. Aus der großen Zahl zum Teil mehr systematischer Arbeiten über Orthopteren seien folgende genannt: Die systematischen Arbeiten: u. a. N. suites à Buffon, BRUNNER 1861, SAUSSURE 1858—64, 70, 71, 74, 76—78, 94, BRUNNER 1882, VERHOEFF 1902 (Dermaptera, Oothecaria), bringen nichts für unser Thema unmittelbar Wertvolles. Die Angaben älterer Autoren: CHABRIER 1822, AUDOUIN 1824, CUVIER 1828, BURMEISTER 1832, dann GRABER 1877, KOLBE 1893 sind zu allgemein gehalten. Im einzelnen sind noch folgende Arbeiten zu nennen: BRUNNER 1861, LANDOIS 1867, 72, GRABER 1872, PETRUNKEWITSCH 1901, REGEN 1903 über den Tonapparat; SAUSSURE 1868 über die Mechanik des Skeletts der Blattidenflügel; er macht keine Angaben über Muskulatur, so daß eine nur äußerliche Anschauung des Gelenkmechanismus möglich ist; BRUNNER 1876, VERHOEFF 1902, 03, BÖRNER 1903 über das Thorakalskelett; über die Anatomie des inneren Thorax KLEUKER 1883 (Endoskelett) und LUKS (Muskulatur) 1883; REDTENBACHER 1886 und COMSTOK über das Flügelgeäder, und MIALL und DENNY 1886 über Blattiden; MEINERT 1862, 63 Anatomie der Forficuliden. AMANS brachte 1884—85 eine eingehende Kenntnis über Locustiden und Acridier, namentlich der für den Flug in Betracht kommenden Faktoren, welche zusammen mit den Arbeiten SAUSSURES 1868, BRUNNERS 1876, KLEUKERS und LUKS' 1883, REDTENBACHERS 1886, ein für die vergleichende Anatomie wertvolles Bild vom Bau des Orthopteren-thorax gibt; jedoch bedürfen die Kenntnisse über die Muskulatur einer Erweiterung und die bearbeiteten Formen: Locustiden, Acridier, Blattiden, Forficuliden sind — zum Teil bereits erheblich — abgeleitete Orthopteren. Abgesehen von den sehr unvollständigen Untersuchungen über *Gryllotalpa* (BURMEISTER 1832, KLEUKER 1883) sowie obengenannten Arbeiten über Systematik und den Tonapparat und das Flügelgeäder ist über die Anatomie der Grylliden wenig bekannt.

Es ist deshalb vielleicht nicht überflüssig, durch eine erneute, detaillierte und einheitliche Untersuchung eines Geradflüglers, welcher

¹ COMSTOCK 1902 über den Kopf, die Kehlhaut und Sternite (Skelett).

einfache, »primäre« Verhältnisse erwarten läßt und unter zusammenfassender Berücksichtigung moderner und von AMANS nicht mehr in Betracht gezogener, meist deutscher Forschungen nicht nur eine Anatomie des Thorax für Geradflügler allgemein, sondern auch einen Beitrag für das Verständnis des Zusammenhanges der Insektenordnungen überhaupt zu liefern, welcher Gelegenheit gibt, nicht nur die modernen Bestrebungen nach einheitlicher Nomenklatur anzuwenden, sondern die Ergebnisse unter allgemeinen Gesichtspunkten auch durch den Zusammenhang mit den noch schwebenden morphologischen Fragen zu verwerten.

Wenn ich in diesem Sinne meine Untersuchung an der Hausgrille den bisherigen Arbeiten anzuschließen versuche, so möchte ich sie zunächst als einen Beitrag für Orthopteren-Anatomie in morphologischer und flugmechanischer Hinsicht der Arbeit AMANS' ergänzend zur Seite stellen.

Diesbezüglich sei einiges hervorgehoben:

1. *Gryllus domesticus* weicht, wenn auch nicht prinzipiell, so doch durch einige interessante Einzelheiten von dem bisher bekannten Schema ab.
2. Durch die Isolation der einzelnen Gelenkteile, durch deren genaue Beschreibung im einzelnen, sowie durch deren Vergleich mit den allgemeinen Situationsbildern suchte ich, wie es die älteren Anatomen liebten, eine mehr unmittelbarere Anschauung der komplizierten Gelenkbildung zu erreichen, mehr noch als es besonders für Geradflügler selbst aus den Beschreibungen AMANS' möglich ist (vgl. die Bemerkungen AMANS' S. 10 unterste Zeile ff.).
3. Der Abschnitt über Mechanik möchte durch eine scharfe Zerlegung der Flügelbewegung in einzelne Stufen die Darlegungen SAUSSURES 1868 und AMANS' 1884, 85 ergänzen und speziell die Mechanik des Singflügels zeigen.

Die Bearbeitung des Themas wurde nach einer allgemeinen Orientierung über das Gebiet (KOLBE 1893) ohne vorherige spezielle Kenntnisnahme der vorhandenen Literatur begonnen. Unbefangen und objektiv glaubte ich am besten an die gestellte Aufgabe herantreten zu können (vgl. AMANS, S. 9, Absatz 3 der Einleitung 1885). Leider zeigte sich später, daß meine Untersuchungen manches, bereits Bekannte, brachten. Es sei diesbezüglich ausdrücklich hervorgehoben, daß ich auf die für die Mechanik des Orthopterenflügels wichtige Arbeit SAUSSURES 1868 erst nach Abschluß meiner

Untersuchungen des Skeletts und auf die Bedeutung der Untersuchungen AMANS' (vgl. KOLBE 1893, S. 265!!) erst nach völligem Abschluß meiner Arbeit aufmerksam wurde. Das eingehende Studium der letzteren besonders zeigte, daß die Untersuchungen AMANS' dem Inhalte meiner Arbeit stellenweise recht nahe stehen, so daß ich vieles, wie ich hoffte Neues, nur noch für *Gryllus domesticus* bestätigen konnte.

Insbesondere sind die Gelenkhomologien für die Insektenordnungen von AMANS durchgeführt worden; sie gewinnen jedoch neuerdings durch REDTENBACHERS Untersuchung der Geäderhomologien an Interesse. Es ergibt sich für die Mechanik des Flügels eine ähnliche Anschauung, wie ich sie für *Gryllus* entwickelt hatte.

Trotzdem habe ich geglaubt, meinen Text nicht wesentlich umgestalten zu müssen: Ich habe den Vergleich mit AMANS auf die notwendigsten nachträglichen Zusätze beschränkt, und auch den vierten vergleichenden Teil beibehalten.

Von allerneuesten Arbeiten konnten nach Abschluß der Arbeit noch folgende durchgesehen werden¹: VERHOEFF 1903 über den Mikrothorax, 1904 über Japygiden, BREED 1903 über Käfermuskulatur, TOWER 1903 über die Flügelmorphologie. Auch diese Arbeiten brachten noch einiges, was sich bereits für *Gryllus* ergeben hatte. Bezüglich VERHOEFFS Arbeiten über den »Mikrothorax« habe ich mich hauptsächlich auf die Notiz im Zoologischen Anzeiger 1902, Bd. XXVI, bezogen. Näheres Eingehen auf Einzelheiten wurde mir leider in diesem Zusammenhang nicht möglich; auch eine eingehende Bezugnahme auf die für die Beurteilung des »Mikrothorax« bedeutende Arbeit über die Intercalarsegmente der Chilopoden war mir nicht mehr möglich, zumal sie meinem Thema doch ferner steht. Ich habe mich jedoch nach genauer Kenntnisnahme der Arbeit über den Mikrothorax 1903 (nova acta) um so lieber auf allgemeine Bemerkungen beschränkt, als die Resultate an *Gryllus* mir gestatten, einen festen Standpunkt in dieser Frage einzunehmen.

c. Nomenklatur.

Anknüpfend an die Bemerkungen AMANS' über diesen Gegenstand (Annales 1885, Bd. XIX., S. 13) möchte auf die in Deutschland bezüglich des Skeletts schon länger bestehenden Bestrebungen, z. B. auch KLEUKER, BRAUER usw. und auf die bezüglich der Muskulatur durch LUKS in Angriff genommenen Verbesserungen für eine morphologisch begründete, einheitliche Nomenklatur hingewiesen sein.

¹ COMSTOCK 1902 (vgl. Nachschrift).

Sind in Deutschland daher für das Skelett schon länger einheitliche Bezeichnungen angenommen, so hat LUKS eine topographische Nomenklatur nicht durchzuführen gewagt. Doch schien es mir, nachdem einmal das Prinzip allgemein anerkannt worden ist, statthaft, mit den Resten der alten Bezeichnungsart aufzuräumen.

AMANS ignoriert bezüglich der Muskulatur die lateinische und deutsche Nomenklatur und schaffte hier, wie auch durchweg für das Skelett, eine überall durchgeführte, einheitliche, französische, nach meist topographischen, wenigstens nicht auf die Mechanik bezüglichen Gesichtspunkten.

Die Benennungen der Skeletteile und Muskeln der älteren Anatomen sind ohne bestimmte Grundsätze durchgeführt.

Die modernen Leitsätze für die Nomenklatur sind:

- 1) Ausrottung der von den Wirbeltieren entlehnten Ausdrücke (vgl. AMANS 1885, S. 10 unten und S. 11).
- 2) Im übrigen jedoch Berücksichtigung der Priorität der Bezeichnungen.
- 3) Neuzeichnung in topographischem Sinne auf morphologischer Grundlage (im Sinne der deutschen und auch französischen Bestrebungen). Neuzeichnungen nach Form der Teile, wie sie noch AMANS führt, möchte ich ebenso, wie jede physiologische, ausschließen.

Es blieb mir somit die Aufgabe, nicht nur die nach topographischen Gesichtspunkten gebildete Nomenklatur durchzuführen, sondern auch die deutsche Nomenklatur mit der französischen, z. T. vermittelt durch die lateinische, zu vereinigen. Bezüglich der Gelenkteile wurden daher neue topographische, deutsche Bezeichnungen in Vorschlag gebracht, von einer Neubildung lateinischer Bezeichnungen, entgegen der bisherigen Gepflogenheit (v. LENDENFELD 1881) Abstand genommen.

VERHOEFFS neuerliche Neuzeichnungen in der Pleurenregion bleiben, zumal er die ältere, eingebürgerte Nomenklatur ohne Not beseitigt, unberücksichtigt, sofern er nicht wirklich neue Skeletteile beschreibt. Im übrigen verweise ich auf die einzelnen Abschnitte.

d. Material.

Die Untersuchungen beziehen sich auf erwachsene Exemplare von *Gryllus domesticus*. Eine Verschiedenheit beider Geschlechter bezüglich der thorakalen Skeletteile, einschließlich der Gelenke der

Flügel, ist mir nicht aufgefallen; ich habe daher auch für die Muskulatur keinen Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern gemacht. Das Material für die gröbere Anatomie wurde in Alkohol getötet und aufbewahrt; es wurden aber auch frisch getötete Tiere untersucht.

e. Technik.

Bezüglich der groben Anatomie, das heißt der zum Teil recht minutiösen makroskopischen Untersuchungen, verweise ich auf gleiche Erfahrungen, wie sie AMANS angibt. Die Benutzung der ZEISSschen stereoskopischen Lupe bringt jedoch wesentliche Erleichterungen gegenüber der einfachen Lupe. Die Präparation wurde unter Wasser, Alkohol und auch zuweilen unter Glycerin angestellt.

Zwecks Untersuchung der Skeletteile wurden die Weichteile zuweilen durch heiße Kalilauge entfernt; kochte man nicht zu lange aus, so blieben die hellbraunen, gelblichen Chitinteile gut sichtbar, zumal, wenn sie, in Glycerin aufbewahrt, wie es mir schien, nachdunkelten.

Eosinfärbung gab zur Verdeutlichung feinerer Chitinteile, welche sonst oft schwer zu sehen waren, gute Resultate; derartige, in Kanadabalsam eingeschlossene Präparate dienen zur Kontrolle der freihändigen Präparation.

Zur Nachprüfung der Muskulatur und zur Darstellung des Flügelgelenks wurde die Schnittmethode angewendet. Die Chitindecke von *Gryllus domesticus* ist im allgemeinen ja dünn und nachgiebig; doch gibt es äußerst kräftige Leisten und Gelenkstücke. Ich habe daher alle bekannten Methoden der Chitinerweichung (vgl. auch KRÜGER, 1898) versucht. Insbesondere schien mir langer Aufenthalt in heißem Paraffin nützlich. Am besten erwies sich jedoch Sublimat-Eisessig (100 Teile gesättigter, wässriger Lösung zu 10 Teilen) von 60° C. bei Einwirkung von 10 Minuten etwa, wobei das Innere des Tieres durch einen Schnitt durch das Abdomen dem Konservierungsmittel eröffnet wurde. Dieses Reagens, auf soeben gehäutete, noch weiche Imagines angewendet, ermöglichte fast vollständige Querschnittserien von bis zu $7\frac{1}{2} \mu$ und ermöglichte die Anfertigung von Zeichnungen der auch in ihren härtesten und verdicktesten Teilen glatt durchschnittenen Gelenke (sowie des Tentoriums). Weniger gut gelangen Frontalschnitte des Gelenkbezirks.

Die histologische Konservierung dieser Schnitte war gleichfalls gut und ergab bei richtig kombinierter Doppelfärbung mit DELA-FIELDS Hämatoxylin und Eosin ausgezeichnete Bilder. (Weiteres über die Technik siehe bei der Muskulatur.)

f. Zeichnungen.

Zur Darstellung des Skeletts wurden Totalbilder nach der durch die stereoskopische Lupe erhaltenen, direkten Anschauung freihändig angefertigt. Meist bei Benutzung des Obj. a_2 und Oc. 2 und 3 wurde dabei nach den im Laufe der Untersuchung frei werdenden Teilen gezeichnet, indem keine eigentlichen Präparate gemacht wurden. Nur die Tafelfiguren 11 und 12 sind nach sogenannten SEMPERschen Präparaten angefertigt worden.

Es wurde in den Tafelfiguren eine möglichst naturgetreue Wiedergabe angestrebt; doch ließ es sich hin und wieder nicht vermeiden unbestimmte Grenzen z. B. einzelner Chitinplatten etwas bestimmter anzugeben.

Die Textfiguren sind durchaus schematisch gehalten.

Zur Darstellung der Muskulatur habe ich keine allgemeinen Situationsbilder gegeben, da aus den zahlreichen, ähnlichen anatomischen Arbeiten (z. B. LUKS) ja eine allgemeine Anschauung möglich ist. Zum Teil sind die Muskelansätze ins Skelett eingetragen und zum Teil sind die Abbildungen neuer Muskeln schematisch gehalten worden (vgl. die Darstellungsweise neuerdings bei VERHOEFF). Im übrigen habe ich an einigen Situationsbildern auf Frontalschnitten nach mikroskopischer Anschauung die Muskulatur dargestellt, wie es mir für die Zwecke unserer vergleichenden Betrachtung nützlich schien.

Die Querschnittserie durch das Gelenk dürfte im Zusammenhang mit den Totalbildern vielleicht das unmittelbare Verständnis der komplizierten Gelenkmechanik erleichtern; nur für diese Querschnittserie wurde die Hilfe des HARTNAKSchen Prismenapparates Obj. 2, Oc. 4 in Anspruch genommen¹.

Einführung in das Thema.

Die Insekten zeigen bei ihrer Artenzahl und ihrem Formenreichtum vor allen übrigen Arthropoden und Articulaten einen einheitlichen Charakter: Einmal in der Differenzierung der ursprünglich homonomen Segmentbildung, als eine Weiterbildung durch die Inanspruchnahme derselben zu je bestimmten Aufgaben und einer damit

¹ Die bei den Figuren gemachten Angaben linearer Vergrößerung sind durch Messungen mittels feiner Zirkelspitzen festgestellt worden. Abgesehen von den diesem Verfahren etwa anhaftenden Mängeln sind die individuellen Größenverschiedenheiten der Hausgrille bei Beurteilung der genommenen Maße zu berücksichtigen.

gleichzeitigen, verschiedenartigen Rückbildung anderer derselben, bzw. Komplexbildung; dann aber die Verwertung einer, vermutlich für alle, gleichen, bestimmt gegebenen Segmentzahl zum Aufbau des Körpers, von der aus sich für die verschiedenen Ordnungen sehr ungleiche Endresultate ergeben. Es darf darauf hingewiesen werden, daß die Chilopoden und Chilognathen sowie die Onychophoren, als Tracheaten in ihrer Organisation den Insekten nahestehende Formen, eine nicht bestimmte Zahl der Segmente haben; eine Parallelerscheinung für die Verhältnisse bei Crustaceen einerseits und niederste Krebse *Entomostraca*, *Nebalia*, *Trilobiten* und Verwandte anderseits.

Höhere Crustaceen und Insekten, als Formen mit je für sie im erwachsenen Zustande gemeinsam charakteristisch bestimmter Segmentzahl zeigen hierbei ein ungleiches Verhalten:

Die Metamorphose der Crustaceen läßt die Segmente nachembryonal allmählich entstehen; eine Ausnahme machen die der Metamorphose entbehrenden höheren Decapoden (*Astacus*).

Die Metamorphose der Insekten vollzieht sich auf Grund einer embryonal gegebenen, der nachembryonalen Rückbildung anheimfallenden Segmentzahl: die Larven der hemimetabolen, wie der holometabolen Insekten sind bezüglich der Zahl der Segmente bereits fertige Tiere, wie ja auch die Holometabolie und die allmählich zu ihr überleitende Hemimetabolie verschiedenen Grades als sekundäre Anpassungserscheinung — phylogenetisch gesprochen — aufgefaßt wird. Es ist demnach die Frage nach der der Insektenorganisation allgemein zugrunde liegenden

Zahl der Segmente (vgl. II. Teil, Abschnitt G u. M).

und nach der Art ihrer Verwertung im Aufbau des Organismus eine berechnete.

Die Bestimmung der Segmentzahl unterliegt noch immer vielfachen Kontroversen: Elf abdominale Segmente sind bei Orthopteren und embryonal auch noch bei den anders organisierten Insektenordnungen leicht nachweisbar.

Zu diesem Resultat führen z. B. die embryologischen Untersuchungen an *Chalicodoma muraria* (CARRIÈRE und BÜRGER [1890], vgl. dort weitere Angaben z. B. KOWALEVSKY), sowie die Untersuchungen PAUL MAYERS (1876), der dem Protentomon — entgegen der wohl unrichtigen Ansicht PALMÈNS — elf Segmente des Abdomens zählt. Ein zwölftes Abdominalsegment wird von HEYMONS (1895) für Orthopteren angenommen.

Drei Thorakalsegmente sind gleichfalls leicht nachweisbar; seitdem jedoch VERHOEFF (1902, 03) den bereits von STRAUSS-DÜRKHEIM (1828) bei *Melolontha* beschriebenen und gedeuteten Halsabschnitt als Metacephalsegment oder Mikrothorax, als morphologisch vollwertiges Segment in Anspruch nehmend, eingeführt hat, ist auch mit der Möglichkeit einer Vierzahl der Thoraxsegmente zu rechnen; diese Ansicht hat bereits durch BÖRNER (1903) Widerspruch erfahren.

Die Zahl der Kopfsegmente ist schwierig nachzuweisen und die Zahl dieser, wie natürlich, sehr rückgebildeten Segmente nicht sichergestellt; es sind nach den bisher sichergestellten Tatsachen sechs Kopfsegmente anzunehmen:

- Primäres Kopfsegment, Protocephalon,
- Antennensegment (erste Antenne),
- Vorkiefersegment (zweite Antenne = Mandibel der Onychophoren),
- Mandibelsegment,
- Segment der ersten Maxille,
- Segment der zweiten Maxille (vgl. HEYMONS [1895]).

Die Gesamtzahl der Segmente beträgt demnach 20 oder bei Annahme von VERHOEFFS Metacephalsegment (»Mikrothorax«) 21; oder auch bei Annahme eines zwölften Abdominalsegments (HEYMONS) würde die Zahl 21 erreicht sein, eine Zahl, welche den malakostraken Crustaceen bei konstanter Segmentzahl als Höchstziffer zukommt. Mit dem Mikrothorax würden sogar 22 Segmente alsdann gerechnet werden müssen. In folgenden Betrachtungen scheidet die Angabe HEYMONS' aus, so daß — sehen wir vom hypothetischen Mikrothorax VERHOEFFS vorläufig ab — 20 sichergestellte Segmente annehmbar werden¹.

Segmentkomplexe.

Die Komplexbildung der sechs Kopfsegmente ist allgemein bei Insekten weit vorgeschritten.

Die Komplexbildung des Thorax zeigt im Laufe der larvalen Entwicklungsstadien einer Art, wie auch innerhalb der verschiedenen Ordnungen, ungleiche Grade der Ausbildung.

Ebenso die Umwandlungen der elf Hinterleibssegmente. Die Grenze der Einbeziehung der Endsegmente zu Anal- bzw. Genitalanhängen usw. reicht bis zum einschließlich achten Segmente, wie u. a. die Untersuchungen BRUNNERS v. WATTENWYL (1876) an Orthopteren darlegen. Die Möglichkeit der Einbeziehung vorderer

¹ Siehe Nachschrift am Ende des I. (bzw. II.) Teiles.

abdominaler Segmente in den Thorax reicht bis an das einschließlich dritte Hinterleibssegment. Dies gilt allgemein für Insekten. Die Untersuchung, wie und nach welchen biologischen Gesichtspunkten sich diese Umwandlung der Segmente in den verschiedenen Ordnungen gestaltet, ist eine interessante Aufgabe.

Gryllus domesticus zeigt die allen Orthopteren charakteristischen, einfachsten Verhältnisse.

Die Segmente sind mit Ausnahme der des Kopfes wenig verändert und zumeist ziemlich selbständig geblieben; gleichwohl sind Rückbildungen und Verschmelzungen, wie sie besonders unter dem Einfluß der Entwicklung der Flügel zu mehr oder minder vollkommenen Flugorganen am Thorax allgemein eintreten und aus dem Bedürfnisse der damit verbundenen Konzentration der Körpermasse, sowie Verlagerung des Schwerpunktes nach vorn (KOLBE 1893, CHABRIER 1820) folgen, in ihren Anfängen bereits vollzogen.

Der Kopf ist frei beweglich und drehbar mit dem Prothorax durch eine mit Chitinplatten besetzte Halshaut verbunden; es bleibt die Frage nach dem Mikrothorax (vgl. II. Teil, Abschn. G, g).

Der Prothorax trägt das mächtig entwickelte Halsschild, welches die Orthoptera genuina allgemein auszeichnet und welchem bekanntlich das noch mangelhafte Flugvermögen entspricht; es entsteht die Frage nach der morphologischen Deutung der Halsschildseitenlappen (vgl. II. Teil, Abschn. G, e).

Der Mesothorax und der Metathorax sind noch nicht zum »Flügel Leib« (GRABER) vereinigt, wengleich durch kräftige Muskulatur zu einer physiologischen Einheit verbunden. Die Frage nach der ontogenetischen und phylogenetischen Bedeutung von intersegmentaler und anderer Muskulatur im Sinne der Herbeiführung von chitinösen Verwachsungen und Komplexbildungen, sowie die Frage nach der Morphologie der Flügel (vgl. II. Teil, Abschn. G, d) tritt an dieser Stelle auf.

Die elf Hinterleibssegmente sind sämtlich erkennbar: Es sind scheinbar zehn; die Untersuchungen an *Blatta* haben jedoch gezeigt, daß das Aftersegment mit den Analanhängen morphologisch doppelwertig ist, indem letztere den Anteil des elften Segments darstellen. Über die Umwandlungen der Endsegmente sei auf die Untersuchung BRUNNERS (1876) verwiesen und wiederholt, daß das achte Hinterleibssegment ein größeres Stigma trägt, als die vorhergehenden: Das erste Abdominalsegment ist bereits in engeren Anschluß an den Metathorax getreten; seine Abgrenzung nach vorn und die Zugehörigkeit

des Stigmas am Metathorax sind jedoch verschieden beurteilt (vgl. PALMÉN 1877 usw.); BRUNNER hat seine Annahme, daß ein metathorakales Stigma fehlt, nicht näher begründet; es tritt daher hier die Frage nach dem Verbleib des metathorakalen Stigma (vgl. II. Teil, Abschn. G, i) auf und die Untersuchung wird zeigen, warum ich mich der Ansicht BRUNNERS im wesentlichen anschließe. Auch das zweite Hinterleibssegment ist nicht unverändert geblieben, während das dritte normal ist.

Vergleich mit den Coleopteren.

Die Coleopteren sind zwar von dieser einfachen Grundlage bereits mehr oder minder abweichende Formen; sie stehen aber in ihrer äußeren Erscheinung den Orthopteren näher als andre Insekten: Der Thorax ist zwar bereits ein einheitlicher zusammengeschlossener Bezirk, zeigt aber in der Ausbildung des immerhin beweglichen Prothorax, in der Ausbildung eines Deckflügels und der, nur zu einem zwar oft schnellen und auch ausdauernden, jedoch wenig gewandten und für dauerndes Luftleben meist nicht gerade gut angepaßten Fluge geeigneten, häutigen Hinterflügel bei plumpem Körperbau, großem Prothorax, gut unterschiedenen Thorakalsegmenten auch noch im einzelnen auffallende Analogien zu den Geradflüglern im engeren Sinne. In beiden Ordnungen ist die Rückbildung der Hinterflügel zur Flugunfähigkeit, die Ausbildung der Elytren zu speziellen Aufgaben eine häufige Erscheinung (Schutzdecken, »Drüsenorgane«, — Zirporgan). Ein Vergleich der Flügelgelenke beider Gruppen ist daher wertvoll und es wird sich zeigen, wie weit sich auch hier Analogien ausdehnen lassen. Abweichender verhält sich allerdings das Abdomen: Die Zahl der sichtbaren Hinterleibsringe ist acht infolge völliger Umbildung der Endsegmente zu Genitalfunktionen, wie auch MAYER (1876) dem Protocoleopteron acht Segmente im Abdomen zuschreibt; am vorderen Ende werden die drei ersten Segmente mehr oder minder zum Thorax bezogen und fallen der Rückbildung anheim.

Diese Analogien, sowie der Umstand, daß die Terminologie der einzelnen Segmentabschnitte zum Teil auf den bei Coleopteren gemachten ersten Untersuchungen beruht, werden noch öfters zu notwendigen Vergleichen der Orthopteren mit den Coleopteren veranlassen und berechtigen zur Voraussetzung obiger Betrachtung. Im übrigen sind die Vergleiche des Thorax und der Gelenkteile der Orthopteren mit Coleopteren von AMANS durchgeführt, so daß auf diese interessanten Darstellungen hier ausdrücklich verwiesen sei.

Die folgenden Untersuchungen, insbesondere auch der Versuch einer Deutung des »Mikrothorax«, regen an, auf eine weitere morphologische Frage

Die Vorsegmenttheorie (vgl. II. Teil, Abschn. G, h)

einzufragen: Es handelt sich um die Ansicht, die von KOLBE (1893) und VERHOEFF u. a. vertreten wird, daß das Segment des Insektenthorax und die ersten Abdominalsegmente sich aus zwei, ursprünglich bein- und stigmentragend gedachten, Ursegmenten zusammensetzen, welche paarweise zusammengehören und deren vorderes, als das Vorsegment, Komplementärsegment, bezeichnet ist, deren hinteres das Hauptsegment vorstellt. Die Chilognathen wie Chilopoden sollen derartige primäre Zustände vor Augen führen:

- sei es, daß beide Ursegmente je ein Stigmen- und Beinpaar tragen und paarweise verschmelzen (*Diplopoda*);
- sei es, daß beide Ursegmente beintragend sind, das stigmentragende Komplementärsegment jedoch nicht mit dem stigmenlosen Hauptsegment verschmilzt (*Scolopendra*);
- sei es, daß eine innige Verschmelzung des stigmentragenden, aber beinlosen Vorsegments mit dem beintragenden aber stigmenlosen Hauptsegment eintritt (*Geophilus*),
- oder endlich, daß das beinlose Komplementärsegment mit dem beintragenden Hauptsegmente — beidestigmenlos — sich vereinigt oder nicht (*Scolopendrella*).

Während nun ein Vergleich von *Scolopendra* aus über *Lithobius* zu *Scutigera* zeigt, wie das Vorsegment vorherrschend werden kann, vermittelt *Scolopendrella* den Übergang zu den Insekten, der sich dadurch charakterisiert, daß das Komplementärsegment ein Stigma trägt, aber beinlos wird und vom beintragenden, aber stigmenlosen Hauptsegment im Wachstum übertroffen wird und in den meisten Fällen unterdrückt wird, oder z. B. im Abdomen völlig in dasselbe aufgeht; ein Übergang, den am Thorax die Lampyriden-Larven, Raphidien und *Lycus* noch jetzt deutlich vorführen sollen.

Stigma und Vorsegment (vgl. II. Teil, Abschn. G, h, i).

Durch den Schwund der Vorsegmente kommen die Stigmen in eine intersegmentale Lage, das mesothorakale wird zum Prothorax einbezogen, das prothorakale kommt in Fortfall, das metathorakale wird zum Mesothorax einbezogen; so erhält die bereits von PALMÉN begründete Ansicht der Lage des Stigmas als ursprünglich am Vorderende des zugehörigen Segments durch die Vorsegmenttheorie eine neue, scheinbare Stütze (KOLBE 1893) und man kommt zur Annahme, daß der Prothorax im imaginalen Zustande stigmenlos sei. Die

Kopfsegmente jedoch, sowie die vom 9. inklusive ab (vgl. Diplopoden) gerechneten Segmente des Hinterleibs bestehen aus nicht paarweise zusammengesetzten, sondern einfachen Ursegmenten.

Reste der Komplementärsegmente haben sich im Thorax und den ersten Abdominalsegmenten der Insekten vielfach (vgl. bei KOLBE) erhalten.

Demgegenüber geben die Untersuchungen zumeist älterer Autoren keinen Grund, den Aufbau eines einzigen Segments auf einer morphologisch doppelwertigen Grundlage anzunehmen. Die zwischen den einzelnen Segmenten auftretenden, intersegmentalen, bzw. präsegmentalen Chitinteile veranlassen eben bei alleiniger Betrachtung der Insekten zu keiner andern Deutung, als der sekundärer Differenzierung aus mechanisch genügend erklärlicher Ursache; das Stigma liegt am Hinterrande des Segments und würde nach BRUNNER (1876) z. B. tatsächlich untergegangen sein. Es würden sich also die Zwischensegmentbildungen bei Coleopteren, Dipteren (BRAUER 1882) Geophiliden usw. mechanisch erklären lassen und selbst bei Lampridenlarven usw. vorerst einer phylogenetisch - morphologischen, spekulativen Deutung entbehren können.

Der letzteren, voraussetzungslosen Auffassung ist schon auf Grund allgemeiner Überlegungen der Vorzug zu geben; denn es läßt sich kaum ein triftiger Grund dafür anführen, warum die homonöme Anlage der Segmente allmählich zu einer Rückbildung alternierender Segmente innerhalb eines beschränkten Bezirks geführt werden sollte.

Die Schwächen der ersteren Auffassung beruhen, abgesehen von den mangelnden anatomischen Anhaltspunkten darauf, daß die Embryologie Spuren einer doppelten Segmentanlage nicht nachweist; der Einwand, es seien die Insekten embryonal cänogenetisch verändert und zeigten infolgedessen äußerlich diese doppelte, erst in späteren, feineren Differenzierungen hervortretende Zusammensetzung eines Segments nicht mehr, gehört ins Gebiet der Spekulation und kann viel richtiger durch einen physiologischen Erklärungsversuch ersetzt werden. Letzterer dürfte auch für die Myriopoden, insbesondere Chilopoden, ausreichen, welche phylogenetisch von einem durch unbeständige und zahlreiche Segmente charakterisierten Ausgangspunkte aus einen eignen Entwicklungsgang mögen eingeschlagen haben. Die so gänzlich abweichenden Chilognathen dürfen überhaupt nicht zur Beurteilung dieser Dinge bei Insekten herangezogen werden, da sie selbst den Chilopoden sehr fern stehen.

Ob die Frage nach dem metathorakalen Stigma und die Frage des

Mikrothorax einer solchen hypothetischen Annahme bedarf, wird sich herausstellen, wenn nach Kenntnis des Skeletts und der Muskulatur nochmals auf diese Frage eingegangen wird.

Behandlung des Stoffes.

In der nachfolgenden Beschreibung für *Gryllus domesticus* halte ich mich zunächst an die topographisch klarliegenden Dinge. Unter Bevorzugung rein mechanisch-funktioneller Begründung bleibt z. B. auch die auf Grund des Befundes bei Chilopoden durch phylogenetische Spekulation den Insekten aufgedrungene Anschauung von der morphologischen Bedeutung der vier Pleurite jederseits unberücksichtigt und die seit den älteren Anatomen herkömmliche einheitliche Einteilung in Segmentbezirke bestehen.

Die Übersicht über die in der Einleitung entwickelte Disposition ergibt folgende Behandlung des Stoffes:

I. Übersicht über die Skeletteile.

A. Beschreibung des Thorax und der an ihn angrenzenden Bezirke des Kopfes, des Hüftgliedes und des Hinterleibes bis einschließlich zum vierten Abdominalsegment in der detaillierten Weise, wie sie die nachfolgende Betrachtung der Muskulatur notwendig macht.

B. Die spezielle Kenntnis des Flügelskeletts und der Gelenke, derart, daß die mesothorakalen Teile auf die metathorakalen zurückgeführt werden.

II. Übersicht über die Muskulatur.

Nach zusammenfassenden Bemerkungen über Skelett und Muskulatur sollen oben entwickelte morphologische Fragen zur Besprechung gelangen und einige weitere Bemerkungen angeknüpft werden.

III. Die Mechanik des Flügels
an *Gryllus* dargestellt und auf die übrigen Orthopteren ausgedehnt.

IV. Allgemeiner Vergleich der Geradflügler mit den übrigen Insektenordnungen.

I. Teil.

Das Skelett.

Allgemeine Vorbemerkungen.

Der nachfolgenden Beschreibung zunächst für *Gryllus domesticus* mit vergleichender Hinzuziehung von *Gryllus campestris* liegen die von CUVIER (1828), BURMEISTER (1832), KOLBE (1893), BRUNNER (1876)

und KLEUKER (1883) gemachten, mehr allgemeinen Untersuchungen für Orthopteren mit Berücksichtigung der S. 272 genannten, älteren Autoren zugrunde.

Eine speziellere Anschauung erhält man für *Gryllotalpa* durch BURMEISTER, KLEUKER. Eine genauere Anatomie des Thorakalskeletts mit allgemeiner Gültigkeit für Locustiden und Acridier erhält man durch AMANS. Zu einer genauen Kenntnis des Thorakalskeletts der Forficuliden führen seit MEINERT (1862/63) die Arbeiten VERHOEFFS (1903). Durch letzteren sind besonders die Pleurenteile der Forficuliden, Blattiden und Apterogenea eingehend beschrieben worden.

Speziell für das Endoskelett, den Endothorax, ist die Abhandlung KLEUKERS (1883) durch Verarbeitung aller älteren Angaben maßgeblich geworden.

Gryllus speziell ist bisher noch nicht berücksichtigt worden. Die systematischen Arbeiten SAUSSURES, BRUNNERS usw. machen keine näheren Angaben. BRUNNER (1876) bespricht das Abdominalende von *Gryllus domesticus*.

Bezüglich der Nomenklatur sind wesentliche Änderungen nicht vorgenommen. Für das äußere Skelett ist in Deutschland seit langem eine einheitliche Bezeichnungsweise angenommen (vgl. KOLBE 1903), mit welcher sich die nicht erheblich abweichende, ausländische, insbesondere französische (vgl. AUDOUIN und AMANS) unter gegenseitiger Ergänzung leicht vereinigen läßt.

Für das Endoskelett ist die Bezeichnungsart KLEUKERS angenommen.

Für die zahlreichen Gelenkteile habe ich neue Bezeichnungen eingeführt, ohne Rücksicht auf die der Wirbeltieranatomie entlehnten älteren Bezeichnungen. Wir erhalten somit eine einfache, allgemeine, deutsche Nomenklatur der Gelenke, welche durch Vergleich mit der von AMANS durchgeführten französischen, allgemein für Insekten brauchbar sein dürfte.

Es wurde der Begriff des episternalen und epimeralen Bezirks strenger durchgeführt und auf den Flügel, die Gelenke und auch auf das Sternit bezogen. Die Synonymik der einzelnen Teile ist an Ort und Stelle berücksichtigt. Die Ansichten GRABERS 1877 über die Benennung von Skelettteilen (S. 87 unten) und über das Flügelgäuder (S. 196) sind an sich sehr berechtigt: Die einzelnen Teilstücke des Thorakalsegments sind tatsächlich nichts weiter als Leisten und Furchen bildende Faltensysteme in der ursprünglich ununterbrochenen Chitin-

decke, wovon *Gryllus domesticus* ein sehr deutliches Bild gibt. Im übrigen jedoch ist GRABER zu entgegnen, daß die Beziehungen allgemein verbreiteter funktioneller Eigenschaften zum Körperbau konstant genug sind, um allmählich zu bestimmten Eigentümlichkeiten von morphologischem Werte zu führen (vgl. die Flügelgelenkhomologien von *Gryllus*) und BRAUERS Kritik (1882, Abt. 1, S. 240) ist berechtigt. Wenn sich auch demnach Ausdrücke aus der Anatomie der Wirbeltiere gefahrlos auf die Insekten anwenden lassen und sich zum Teil eingebürgert haben, so ist es dennoch empfehlenswert, nach Möglichkeit andre Ausdrücke anzuwenden. So sei der Raum unterhalb der langen Insertionsstelle der Flügel, dessen episternaler Teil füglich noch als Achselhöhle (wegen der wichtigen Hebelarme = Costalfeldadern) bezeichnet werden könnte, als episternale bzw. epimerale-anale Flügelgelenkhöhle (creux de l'aisselle AMANS) bezeichnet. Für die beiden Enden der Pleuralleiste (-lamelle) darf der Ausdruck Hüftgelenkkopf, in die Hüftgelenkgrube (Gelenkpfanne GRABERS) eingelenkt, bzw. der Ausdruck Pleuralgelenkkopf oder einfach Pleuralgelenk beibehalten werden. Die Bezeichnung Tergum, Tergit und Notum wurde für den dorsalen Bezirk in allgemeiner Bedeutung beibehalten, wobei Tergit als morphologischer Ausdruck bevorzugt wurde, Notum besonders in der Verbindung Pronotum, Mesonotum, Metanotum, wie bisher gebräuchlich bleibt. Für die Teile des Tergits, Notums, wurde die Bezeichnung Scutum weitergeführt: Praescutum, Scutum, Postscutum. AMANS zieht die Bezeichnung Dorsum der Bezeichnung Notum vor. Die alteingebürgerte Bezeichnung Chitinsehne ist für die langen, innerhalb mancher, z. B. einiger dorsoventraler Muskeln befindlichen, eingestülpten integumentalen Zipfel berechtigt, gleichfalls für die kurzen, mützenförmigen Einsenkungen der Haut; im Unterschiede hierzu können die den Wirbeltieren analogen Umbildungen der Muskelenden, als wirkliche Sehnenbildungen, Muskelsehnen benannt werden.

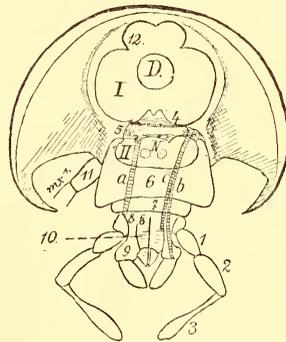
Der Ausdruck Ligament wurde angewendet, ohne damit eine Homologie mit Ligamenten der Wirbeltieranatomie ausdrücken zu wollen (vgl. Abschn. D). Er findet sich bereits bei AMANS, ohne jedoch eine genaue Definition erhalten zu haben.

Die Bezeichnung »distal« und »proximal« wurde ausschließlich auf die, durch die zur Medianachse senkrechte Querachse gegebene, Richtung beschränkt.

A. Der Stammteil des Thorax.

Das Hinterhaupt (Occiput) (Textfig. 1 u. 2)¹.

Der an den Prothorax grenzende Teil des Hinterhauptes ist eine stark chitinierte, abgeplattete, halbkreisförmig begrenzte Fläche², von deren oberem Bogenrande nach vorn die geräumige Kopfkapsel gewölbt ausgeht und an deren geradem Unterende die Mundteile ansetzen: median die breite, vierseitige, dem Kopfsegment zugehörige Kehlplatte, das Submentum, die Gula (6 Fig. 1), welche die zugehörigen Gliedmaßen des zweiten Maxillenpaares trägt, nämlich: an die Unterkehle schließt sich ein schmales Zwischenstück (7), das Unterkinn, Hypostom, Mentum an, darauf das Stück nicht völlig einheitlich verschmolzener erster Grundglieder, der Laden bzw. der Taster (8), daran die frei dreigliedrigen Taster (1—3) und je zwei freie Glieder der äußeren (9) und inneren (10) Lade. Die Anheftung des Submentum erfolgt mittels der beiden Hinterwinkel, welche infolge der konkaven Einbuchtung des Hinterrandes der Kehlplatte scharf nach hinten vortreten und beiderseits entfernt von der Medianlinie gegen die Fläche der Hinterhauptplatte einlenken; der Unterrand der letzteren ist im Bereiche der Kehlplatte in einem derselben entgegengesetzten Sinne eingebuchtet, so daß ein unteres Hinterhauptslloch (II) entsteht, welches das Nervensystem durchtreten läßt. Das darüber gelegene, kreisrunde, obere Hinterhauptslloch (I) nimmt einen großen Teil inmitten der Hinterhauptfläche ein. Es ist vom unteren Hinterhauptslloch durch einen äußerst kräftigen Querbalken des Tentoriums (4) getrennt, welches nach vorn eine paarig angelegte, plattenartige Erweiterung in das Innere des Kopfes horizontal entsendet, deren Oberfläche dem Ansatz eines Muskels dient. Die derart gebildete obere Hälfte des Hinterhauptloches dient dem Durchtritt



Textfig. 1.

Das Hinterhaupt, Occiput, von hinten gesehen. I, oberes Hinterhauptslloch mit Darmlumen D; II, unteres Hinterhauptslloch mit Nervenstämmen N; 1, 2, 3, dreigliedriger Taster der zweiten Maxille; 4, Tentorium mit vorderer Fortsatzplatte; 5, Kehlsporn; 6, Kehlplatte, Submentum, Gula; 7, Kinn, Mentum; 8, Tasterträger; 9, äußere Lade; 10, innere Lade; 11, Ansatz der ersten Maxille *mx*¹; 12, Nackensporn; a, b, c, der Maxillenmuskel *lm*⁴;

N, Querschnitt des Banchmarks.

Vergrößerung $8\frac{1}{2}$ fach.

¹ Vgl. COMSTOCK 1902 Fig. 25.

² Postgena COMSTOCK.

des Darmes. Seitlich der Kehlplatte setzen die übrigen Mundgliedmaßen an. Oberhalb der Anheftung der Kehlplatte, nahe dem Ursprung des Tentoriums, sendet die chitinverdickte Umrandung des Hinterhauptloches einen kräftigen, gebogenen, spitzen Kehlsporn (5) in den Bereich der zum Prothorax führenden Kehlhaut. Die leistenartig verstärkte Umrandung des oberen Hinterhauptloches trägt oben einen medianen¹ schwachen, seitlich davon einen paarigen, kräftigen und spitzen Vorsprung, den Nackensporn (12)²; außerdem wird jede Tentoriumhälfte wiederum halbiert durch den Ansatz eines Vorsprungs am Unterrande. Alle diese Vorsprünge dienen dem Ansatz von Muskulatur oder für Bewegungsvorgänge als Gelenke³.

Die Halshaut, der »Mikrothorax« (Textfig. 2)⁴.

Der Kopf ist in der Ruhelage in das Halsschild eingezogen und demselben dorsal völlig angepaßt; ventral hingegen wird ein Teil der den Kopf mit dem Prothorax verbindenden Intersegmentalhaut sichtbar. Diese Halshaut ist weichhäutig und reichgefaltet und gestattet daher dem Kopfe eine große Beweglichkeit; sie ist dorsal als Nackenhaut auf einen schmalen Streifen beschränkt und erlangt erst ventral als Kehlhaut eine größere Breite; sie ist auf dem Rücken der Falten mit zahlreichen, nach außen vorgewölbten Chitinplättchen und mit reichlicher Muskulatur versehen. Das wichtigste Chitinstück ist ein Plattenpaar *a*, welches zahlreichen Muskeln Ansatz bietet und sich bei seitlich ventraler Lage vom Hinterhaupt zum Prothorax erstreckt. Die Platte, sie sei erste, hintere Kehlplatte genannt, ist ein unregelmäßiges, hinten breites, nach vorn von der Mitte an jäh verschmälertes, nach außen gewölbtes Chitinstück mit ringsum eingebogenem Rande und ziemlich geradliniger oberer Begrenzung. Die breite, einen großen Teil des Kehlbezirks einnehmende, etwa trapezoide, hintere Hälfte der Platte ist mit stumpfer, ventralseitiger Ecke gegen die Medianlinie gerichtet; die Hinterecke ist einwärts umgebogen und lehnt sich in der Nähe der Vorderbeinwurzel an den Seitenteil des Prosternums, gegen dessen leistenartigen Vorderrand (7) an. Mit der schmalen Vorderhälfte lenkt die Kehlplatte gegen den Hinterhauptsring, der hier den bekannten spitzen Kehlsporn entgeschickt; die Verbindung zwischen beiden Teilen vermittelt ein kleines,

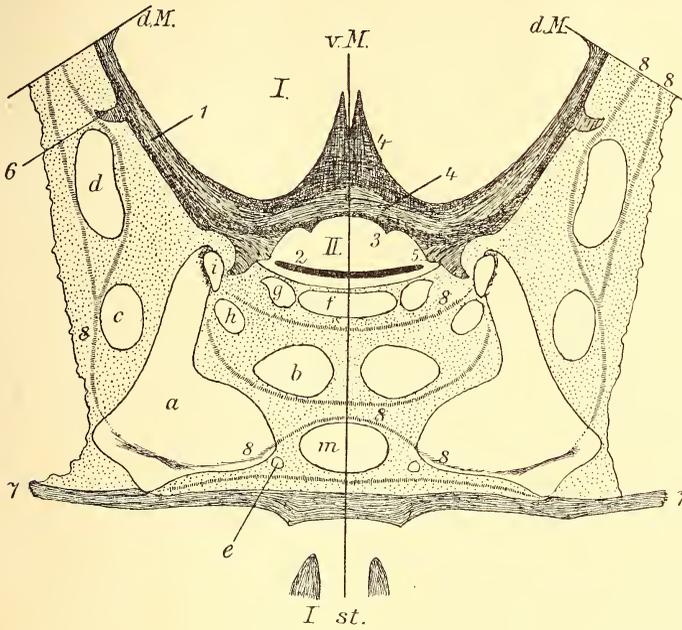
¹ Dorsal apodeme COMSTOCK.

² Extensors of the head COMSTOCK.

³ COMSTOCK 1902 zeigt (vgl. dort Fig. 25) gleiche Verhältnisse für das Hinterhaupt einer Grille.

⁴ Vgl. COMSTOCK 1902 Fig. 23.

kräftiges Chitinplättchen *z*, welches tief in die Halshaut eingesenkt ist, an einer Stelle, die außen durch eine tiefe Grube ¹ kenntlich ist; es sei als vordere Kehlplatte bezeichnet. Die beiden genannten Stücke sind kräftige Chitinplatten und dienen beide dem Ansatz von Muskulatur; sie sind unter sich und mit dem Kehlsporn durch kräftige und dicke Ligamente (siehe später) verbunden. An der Medialecke



Textfig. 2.

Die Halshaut, der »Mikrothorax«, von innen gesehen; hier ausgebreitet, in Wahrheit stark gefaltet. 1, Hinterhauptsring; 2, Ansatz des Submentum; 3, unterer Sporn des Tentorium; 4, Tentorium 5, Kehlsporn; 6, Nackensporn; 7, Vorderrand des Prosternum; 8, Kehlfalten und Nackenfalten sind gestrichelte Bänder; d, c, Nackenplättchen; b, e, f, g, h, m, Kehlplatten; a, erste Kehlplatte, hintere; z, zweite Kehlplatte, vordere; d.M., dorsale Medianlinie; v.M., ventrale Medianlinie. I, oberes, II, unteres Hinterhauptslöch; I st., prothorakales Sternit. Vergr. 20fach.

der großen Kehlplatte befindet sich noch ein sehr kleines Chitinstück *e*. Durch diese Kehlplatten wird die Halshaut in eine untere Kehlhaut und eine obere Nackenhaut geschieden. Die hierin weiter erkennbaren Chitinplättchen unterscheiden sich von den eben genannten durch ihre zarte Beschaffenheit und die fehlende Muskulatur; es sind die folgenden: In der Kehlhaut, welche das Prosternum mit dem Hinterrande der Kehlplatte, Kinnplatte (Mentum, Hypostom) verbindet: Nahe dem Vorderrande ein unpaares, rechteckig-querbreites

¹ Vgl. COMSTOCK 1902 Fig. 23.

Plättchen *f*, zu dessen Seiten ein kleines, ovales Plattenpaar *g*¹; dahinter folgt die erste quere Kehlfalte; hinter dieser ein medianes, annähernd ovales Plattenpaar *b*¹, weiter seitlich nach vorn ein kleineres, ovales Plattenpaar *h*, dicht hinter dem vorderen Kehlstück *i* gelegen. Dahinter folgt die zweite quere Kehlfalte, welche wie die erste gegen *i* ausläuft. Es folgt eine dritte quere Kehlfalte, welche über die ventralseitige Ecke der Platte *a* und über den hinteren Flächenteil dieser Platte hinüber verläuft und sich mit der vierten Kehlfalte vereinigt; diese verläuft dicht vor dem Prosternum und hinter dem Plattenpaare *a* her; zwischen letzterem und der 3. und 4. Falte liegt eine besonders bei *Gryllus campestris* gut erkennbare Platte *m* von besonders zarter Beschaffenheit. In der schmalen Nackenhaut befinden sich zwei Plattenpaare, ein unteres *c* dicht über der ersten Kehlplatte und ein oberes, der dorsalen Medianlinie genähertes *d*. Da alle letztgenannten Plättchen weder Muskeln den Ansatz bieten, noch besonders fest sind, so hat nur die erste und zweite Kehlplatte *a* und *i* mechanische Bedeutung; die vordere Spitze von *a* ist der Unterstützungspunkt, um welchen die mannigfaltigen Kopfbewegungen vermittels der reichen Halsmuskulatur ausgeführt werden.

Die Deutung dieses Bezirks ist zur Zeit Gegenstand der Kontroverse. VERHOEFF hat diesen Halsplattenbezirk als ein unterdrücktes Hauptsegment aufgefaßt und als Nackensegment, Metacephalsegment, Mikrothorax bezeichnet; er konnte, von diesem, bei Geradflüglern so reich entwickelten Restplatten ausgehend, bei allen übrigen Insektenordnungen eine Abnahme der Plattenreste nachweisen, entsprechend dem Maße, in welchem sich das Insekt von dem phylogenetisch den älteren Zustand darstellenden Orthopteren entfernte. BÖRNER hingegen faßt den Segmentbezirk als stigmenloses, prothorakales Vorsegment, Intersegment, Zwischensegment auf, nachdem er eine Anzahl der Platten als dem Hauptsegmente zugehörige Abspaltungen angenommen hat; es entstehen also drei Fragen:

Ist der »Mikrothorax«:

- 1) ein echtes Hauptsegment;
- 2) oder ein Vorsegment des Prothorax;
- 3) oder einfach eine physiologisch erklärbare Plattenbildung in der Intersegmentalhaut?

Der Vergleich der Befunde am Chitinskelett und der Muskulatur

¹ Der Bereich dieser Platten wird von COMSTOCK 1902 als sternum des »labial (= 2. Maxille) segment«, der des Plattenpaares *b* als dessen sternellum (vgl. Fig. 23 *S* bzw. *S*₂) bezeichnet.

mit den Angaben COMSTOCKS, VERHOEFFS und BÖRNER'S wird am Schlusse des II. Teiles versucht werden und alsdann ein Urteil über den »Mikrothorax« erlaubt sein.

Die nachfolgenden thorakalen und abdominalen Segmente bauen sich bekanntlich auf einer gemeinsamen Grundlage auf; man unterscheidet ein Tergit, ein im Thorax zweiteiliges Pleurenpaar, ein Sternit. Anders als im Abdomen haben diese Chitinbezirke in den drei Thorakalsegmenten eine gemeinsame charakteristische Ausbildung erfahren, beeinflußt durch die Anheftung der Beine und einer reichen Muskulatur. Das Sternit trägt paarige Apophysen (Entosternum bei AMANS), den Pleuren gehören die Pleuralleisten mit den Apodemen (Entopleuron bei AMANS) — auch hier soll (vgl. KLEUKER) die von BRUNNER noch beibehaltene Bezeichnung »Schlüsselbein« vermieden werden — an; die Pleuralleisten, in den Seitenrand der Hüfte eingelenkt, bilden das Hüftgelenk derselben. Diese Ausbildung des Coxalbezirks ist allen dreien Segmenten gemeinsam charakteristisch. Dieses Segment wiederum zerfällt in weitere Abschnitte gemäß der mit der spezialisierten Muskulatur verknüpften neuen Aufgaben, wie sie z. B. durch die Entwicklung der Flügel gegeben sind. In dieser Hinsicht schlägt der flügellose Prothorax im Gegensatz zum Meso- und Metathorax schon frühzeitig eine eigne Entwicklung ein, welche darin besteht, daß bei einheitlichem Tergit die dorsale Präsegmentallamellenbildung unterbleibt, die Pleuren nur wenig entwickelt werden, das Endoskelett eine eigenartige Ausbildung erlangt und — folgt man einer großen Zahl von Autoren, z. B. PALMÉN u. a. (vgl. II. Teil G, i) — das Stigma fortfällt.

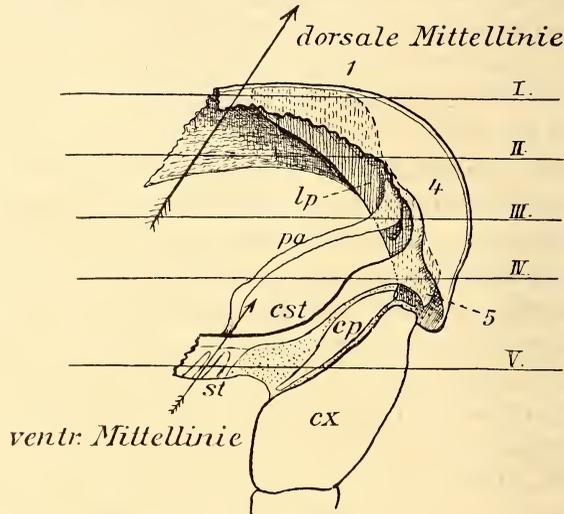
Der Prothorax (Textfig. 3, 4 und II. Teil Textfig. 5)

ist ringsum frei begrenzt. Sein Chitingerüst ist infolge der festen Verbindung des Sternits mit dem Tergit im Gegensatz zu den folgenden und dem vorhergehenden thorakalen Bezirk durch das Endoskelett einheitlich, in sich unbeweglich.

Das Tergit, das Halsschild (*T*), ist eine gewölbte, an den Seiten herabgebogene und die Beinwurzel überdeckende Chitinplatte mit parallelem Vorder- und Hinterrande; die vordere Öffnung wird dem engeren Lumen der hier ansetzenden Halshaut durch eine ringsum rechtwinklig einspringende kräftige Lamelle (*A*) angepaßt.

Das Sternit *st* ist eine unpaare, in der Längslinie schmale, vierseitige Chitinplatte der im übrigen weichhäutigen Ventralseite; es umgreift vorn mit langen, schmalen Seitenfortsätzen *est*, dem Coxosternum

BÖRNER'S, *Antesternum AMANS*, die Gelenkhöhlen *cx* der Beine und bildet als kräftige Chitinleiste den ventralen Vorderrand des Segments überhaupt, der sich unmittelbar in den einspringenden Chitinrahmen des Tergits fortsetzt. Zwei, den größten Teil der Sternalplatte einnehmende, median einander genäherte Längsverdickungen, die an ihrem schmaleren, vorderen Ende vor Erreichen des sternalen Vorderandes absetzen, entsenden von ihrem verbreiterten Hinterende aus die schlanken Proapophysen *pa*, *Entosternum AMANS*'; dieselben biegen



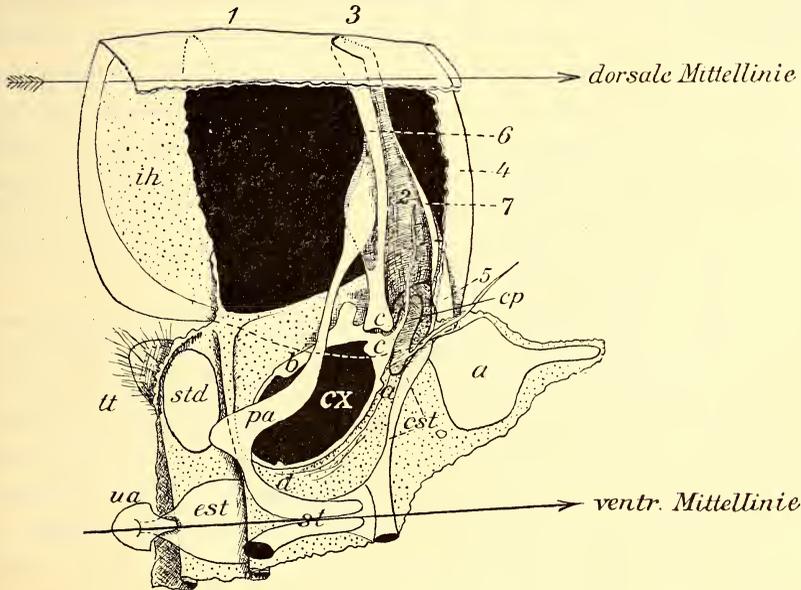
Textfig. 3.

Der Prothorax. Vorderansicht der linken Hälfte. dorsale Medianlinie; ventrale Medianlinie; 1, Halsschild, *t*; 2, Pleurallamelle, *lp*; 3, deren oberer halbmondförmiger Ansatz; 4, Vorderrandslamelle desselben; 5, Chitinlappen; *c*, Innenkante von 2; 7, Seitenkante von 2; *c*, Hüftgelenk; *cx*, Hüfte, Coxa; Hüftrand mit den Ecken bei *c*, *b*, *d*, *a*; *pa*, Proapophysengabel; *st*, Prosternum; *cst*, dessen als Coxosternum unterschiedener Seitenteil; *cp*, Präcoxalplatte, Trochantin, mit Chitinsehnen; *cst*, epimerales Sternit mit *ua* unpaarer Apophyse; *tt*, Stigmentasche; *std*, Stigmendeckel; *a*, erste Kehlplatte des »Mikrothorax«; *ih*, hintere Intersegmentalhaut; die weichhäutigen Chitinbezirke sind durch Punktierung kenntlich. I, II, III, IV, V bezeichnet die Schnitthöhe der Frontalschnitte I–V, Textfig. 9–13. II. Teil. Vergrößerung 15 $\frac{1}{2}$ fach.

nach kurzem, seitlich rückwärtigen Verlauf in scharfer Biegung nach vorn um, divergieren alsdann, sich verschmälernd, in seitlicher Richtung nach oben, treten dabei über die Hüfthöhlen und lehnen sich mit verbreiteter Endlamelle an eine andre endoskeletale Bildung an.

Letztere, die Pleurallamelle *lp* (*Entopleuron AMANS*), ist ein unregelmäßig lamellöser, sehr kräftiger Chitinpfeiler, welcher jederseits der Medianlinie in der Mitte einer Halsschildhälfte in einer äußerlich durch die dorsale, halbmondförmige Fleckenzeichnung (*3*) kenntlichen Linie sich anheftet; er verläuft frei nach unten an die Außen- und Vorderseite

der Beinwurzel. Mittels einer hierbei vollzogenen Drehung wird die ursprünglich konkav nach vorn weisende Vorderfläche der Lamelle (vgl. II. Teil Frontalschn. I, Textfig. 9) zunächst medianwärts (vgl. Frontalschnitt II, III usw., Textfig. 10, 11), ganz unten sogar ein wenig im vorderen Teile nach hinten gewendet. Die oben medianwärts weisende Kante, die Innenkante (6), ist unten zur Hinterkante geworden und endet erheblich verdickt in einem gegen den Außenrand der Hüfte eingelenkten, gerundeten Vorsprung des Hüftgelenks. Die oben nach



Textfig. 4.

Der Prothorax. Innere Seitenansicht der linken Körperhälfte. Figurenerklärung vgl. Textfig. 3. Vergrößerung $20\frac{1}{2}$ fach; die Platte *a* ist nur 16fach vergrößert.

außen weisende Kante der Lamelle, sie sei als Seitenkante (7) bezeichnet, ist am unteren Ende zur Vorderkante geworden; sie vereinigt sich hier mit dem das Halschildlumen verengenden Chitinrahmen an einer Stelle, in welcher sie zugleich mit dem lateralen Ende des Prosternums zusammentrifft, eine Stelle, welche äußerlich durch einen breiten, spitz endenden, dem Coxalgelenk vorgelagerten Chitinlappen (5) kenntlich ist; derselbe bedeutet das seitliche Ende der sternalen Vorderrandsleiste. Die Unterkante dieser Pleurallamelle ist einem dem Ansatz des vierten Pleuralmuskels *Ipm*₄ dienenden coxalen Vorsprung entsprechend eingebuchtet; etwas oberhalb setzt die weiche, untere Duplikatur des über die Beinwurzel vortretenden (vgl. II. Teil, Frontalschn. IV, Textfig. 12) Halschildseitenlappens

an. Vom mittleren Drittel der Hinterfläche der Pleurallamelle geht eine Lamelle aus, derart, daß ihre Kante, die Hinterkante, unten an der Innenkante der Pleurallamelle entspringend, alsbald an die seitliche Wölbung des Halsschildes herantritt und sodann in die Seitenkante (7) der Pleurallamelle übergeht; der durch die Hinter- und Seitenkante in der oberen Hälfte der Lamelle vermittelte Anschluß an das Halsschild geschieht wiederum in einer breit-lamellösen, queren Erweiterung des schmalen Randes. Die durch den Hinterrand bestimmte Hinterfläche der Pleurallamelle ist dem sich hier anlehnenden Ende der Proapophysengabel *pa* angepaßt. Die Einrichtung verleiht also dem Thorax eine große Festigkeit entsprechend einer mächtig entwickelten Muskulatur, der sie in ihren Biegungen angepaßt ist (vgl. II. Teil, Textfig. 6 und Frontalschnitte I—V). Die Muskeln, sowie die Beteiligung an der Bildung des Hüftgelenks, geben, wie gezeigt werden wird, ein Recht zur Bezeichnung des Stückes als Pleurallamelle.

In der die Coxa mit dem Tergit verbindenden weichen Haut sucht man vergebens nach Pleurenstücken.

Infolge der mehr nach vorn ausgreifenden Beinbewegung setzt die im Vergleich mit den beiden folgenden Beinpaaren große Hüfte am vorderen Teil des Segments und schräg mit nach vorn weisendem Hüftgelenk an. Vom Sternit ist die Coxa durch eine breite, weiche Gelenkhaut getrennt. Zwischen Coxa einerseits und dem Unterrande der Pleurallamelle, sowie dem seitlichen, sternalen Ausläufer andererseits ist eine kleine, vorn gerundete, in tiefer Falte einziehbare Platte, die Präcoxalplatte *cp*¹, der Trochantin (AUDOIN, VERHOEFF usw.), eingeschoben; sie trägt beiderseits zwei lange, dem Ansätze von Muskeln dienende Chitinsehnen. An der Hüfte unterscheidet man vom Vorderwinkel *a* bis zum Hinterwinkel *b* den sehr kräftigen, leistenartigen Seitenrand gegenüber dem Innenrand; ersterer nimmt in seiner Mitte den Gelenkkopf der Pleurallamelle auf und bildet das Hüftgelenk *c* (Fig. 4); die von hier nach vorn durch den Ansatz der Präcoxalplatte, Trochantin, kenntliche Strecke werde als Vorderrand, vorderer Seitenrand *ac*, vom Seitenrande *cb* unterschieden, welch' letzterer gleichfalls eine kurze, breite Sehne trägt. In der Mitte des Innenrandes bezeichne der Punkt *d* den Innenwinkel und die hintere Hälfte des Innenrandes *db* werde als Hinterrand besonders bezeichnet.

Einen ventralen, hinter dem Prothorax sich anschließenden, faltig

¹ Vgl. Nachschrift.

abgesetzten Segmentbezirk (vgl. poststernale Region AMANS) beziehe man vorläufig schon zum Prothorax: Eine unpaare, regelmäßig vierseitige Sternalplatte *est*¹ ist hinten allmählich in einen dünnen, kurzen Stiel zusammengezogen, welchem eine unregelmäßig vierkantige Platte mit spitzem Vorderwinkel und breiter, etwas gerundeter Hinterecke aufsitzt; dieser endoskeletale »Knochen« werde unpaare Proapophyse *ua* genannt, sogenanntes unpaares Zwischenstück, Zwischenapophyse. Apodem, Pleurallamelle, Apophysen sind hier wie in den folgenden Segmenten als ektodermale Einstülpungen hohl (vgl. Frontalschnitt IV). Zum Bezirke dieser epimeralen Sternalplatte *est* gehört hinter der Coxa eine pleurale Platte *std*, welche als Stigmen-»Deckel« die äußere Bedeckung der großen, lippenartig vorragenden Stigmentasche *tt* abgibt. Hinter dem Ansätze der sehr weiten, hinteren Intersegmentalhaut tritt der Halsschild erheblich weit frei nach hinten vor, so daß er den Mesothorax und die Flügelwurzel überdecken kann. Auf die etwaige Deutung des epimeralen Sternits samt unpaarer Apophyse und Stigmendeckel als Vorsegment des Mesothorax und auf die morphologischen Deutungen verschiedener Bezirke wird nach Kenntnis der Muskulatur eingegangen werden (vgl. II. Teil, Abschn. G, h).

Die Ausbildung des Prothorax wird bei den Geradflüglern nur noch von *Gryllotalpa* [vgl. BURMEISTER (1832) und KLEUKER (1883)] betroffen. Inwiefern dort die Mittelleiste und ihre sternale Verbindung etwa auf die Pleurallamelle und Apophysen zurückzuführen sind und was die Seitenfortsätze des Pronotum bedeuten, ist aus BURMEISTERS Angaben nicht mit Sicherheit zu erkennen; diese abweichenden Dinge müßten von neuem untersucht werden. Bei *Acridiern* tritt eine Verwachsung von Apodem (Pleurallamelle) und Apophysengabel ein (BRUNNER), bei *Moristus* nur eine Einfügung. *Locusta viridissima* (KLEUKER) steht hinter *Gryllus* erheblich zurück; die Apophysen sind frei und die Pleurallamelle durchsetzt den Thorax nicht. Bei *Blattiden* erinnern die Apodeme an *Gryllus*, Apophysen fehlen. Bei *Forficuliden* sind die Apodeme gering, die unpaare gar nicht, die paarige gut entwickelt. Es ist also bei den z. T. Röhren bauenden Grillen infolge erhöhter Aufgaben der Vorderbeine ein hoher Grad der Ausbildung des gesamten Thorax gegeben, der bei *Gryllotalpa* zu ganz aberranten Verhältnissen führt (*Mantis* vgl. KLEUKER).

Die beiden nachfolgenden Segmente, der Meso- und Metathorax, sind unter dem Einfluß der zwischen Tergit und Pleuren angehefteten

¹ Von COMSTOCK 1902 passend sternellum genannt (vgl. S₂ Fig. 12 u. 13).

Flügel entwickelt, während im Prothorax hauptsächlich die Beine gestaltend einwirkten. Beide weisen eine Reihe gemeinsamer Züge auf: die Ausbildung homologer Abschnitte im Tergit, der Phragmen, eines paarig dorsalen, präsegmentalen Chitinstückes; die Entwicklung großer, zweiteiliger Pleurenstücke, die Beziehungen dieser, sowie des Tergits zum Flügelgelenk, eine gleichartige Ausbildung des Endoskeletts, die mehr am Hinterrande des Segments ansetzenden Beine. Ohne daher das Flügelgelenk eingehender zu berücksichtigen, mögen wir diese Dinge zunächst am Mesothorax kennen lernen und im Metathorax auf ihn zurück beziehen.

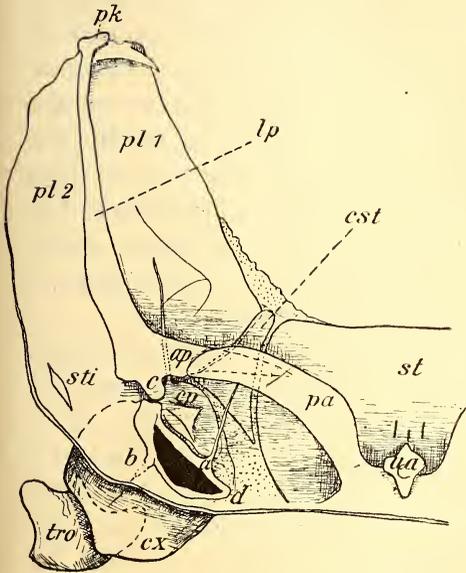
Der Mesothorax (Fig. 11, 12, 13, 17 und Textfig. 5 und 6)

erscheint im Gegensatz zum Metathorax infolge der mit Übernahme der musikalischen Tätigkeit verbundenen Rückbildung des Anal-fächers des Elytron als ein dorsal rückgebildeter, und hier besonders schmaler, gegen den Prothorax und Metathorax an Größe zurücktretender Körperring (vgl. KOLBE 1893, S. 235 ff.) von ringsum freier Begrenzung. Die Verbindung mit dem in der Ruhelage unmittelbar aufgelagerten prothorakalen Hinterrand vermittelt oben genannte, sehr tief gefaltete Intersegmentalhaut (vgl. gleichfalls bei Coleopteren).

Das Sternit, Mesosternum, ist eine unpaare, große, trapezförmig gerundete Platte *st*, deren Seitenränder vorn an die Pleura stoßen, hinten an der Begrenzung der Gelenkhöhle teilnehmen; der vorn vor der Hüfte an die Pleura angrenzende, parasternale Seitenabschnitt des Sternits ist als etwa dreieckige, vorn spitze, selbständige Chitinplatte *est* abgegliedert, für welche BÖRNER'S Bezeichnung Coxosternum (Antésternum AMANS, ein Name, der dem Wunsche VERHOEFF'S u. a. nach Vorplatten entgegenkommt) beibehalten werde. An seinem hinteren, faltig abgesetzten, d. h. aufgebogenen, kräftig chitinierten Rande entsendet es die gegabelte Apophyse *pa* (Entosternum AMANS), deren beide Äste getrennt aufsitzen und zwischen sich die kleine unpaare Mesapophyse *ua* als einen vieleckigen, dem des Prothorax gleichenden Fortsatz zeigen. Die hohlen Apophysen sind am freien Ende alsbald mit lamellös verbreiteter, zur Aufnahme des apodemalen Zinkens *ap* oben tief eingefalteter Fläche gegen die Pleuren umgebogen; der breitere und längere hintere Lamellenteil verdeckt das Apodem und erstreckt sich über die Wurzel desselben hinaus, die vordere Lamelle umgreift das Apodem nur in seinem unteren Teile. Dem Ansatz von Muskeln dienen auf der Sternalplatte *st* zwei unpaare, kurze Längsleistchen, eine an der Basis der unpaaren

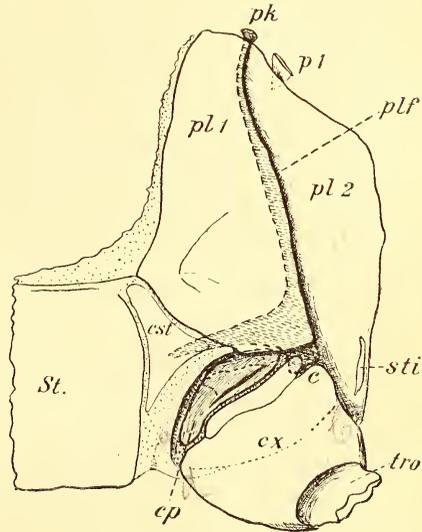
Mesapophyse, die andre vor derselben auf der Fläche des Sternits; unmittelbar seitlich vor letzterer sind weitere, kurze, paarige Leisten.

Die Mesopleuren pl_1 und pl_2 , BURMEISTERS Schulterstücke, Scapulae, STRAUSS-DÜRKHEIMS Ilea bei Coleopteren (Mesopleuron AMANS) bilden entsprechend dem schmalen Mesonotum einen oben schmalen, nach unten ziemlich verbreiterten Bezirk der seitlichen Körperdecke; sie sind von weicher Beschaffenheit und zeigen nur in ihrer Mitte eine erhebliche chitinöse Verstärkung beiderseits einer



Textfig. 5.

Fig. 5. Innere Ansicht der linksseitigen Hälfte des Mesothorax von hinten gesehen (links). pl_1 , Episternum mit Lamelle *m* vgl. Tafelfig. 13; lp , Pleuralleiste mit Pleuralgelenkkopf pk und Coxalgelenkkopf c ; pl_2 , Epimeron; sti , Stigma; ap , Apodemzinken; st , Mesosternum; pa , Mesapophysengabel; ua , unpaare Mesapophyse; cx , Coxosternum; cp , Präcoxalplatte, Trochantin; bei cx Hüfttrand mit Chitinsehnen; Ecken des Hüfttrandes: a , Vorderecke, b , Hinterecke, c , Seitenwinkel, mit c am unteren Ende von lp als Hüftgelenk, d , Innenwinkel; tro , Trochanter; pl_1 , vordere Epimeralgelenkplatte. Vergr. $19\frac{1}{2}$ fach. Die Verbindung $pa-ap$ ist hier bereits gelockert.



Textfig. 6.

Fig. 6. Äußere Ansicht der linksseitigen Pleuren und Hüfte des Sternums und des Mesothorax (von seitlich-vorn und etwas von unten gesehen). Figurenerklärung wie in Fig. 5. Vergr. 17fach. (Vgl. COMSTOCK 1902 Fig. 14.)

die Pleura in eine vordere und hintere Hälfte zerlegenden Furche plf (Fig. 2, 12, 13 und 14). Dieser Furche entspricht innen eine starke vorspringende Leiste, die Pleuralleiste lp (Entopleuron AMANS), eine Falte, deren unteres Ende in Form eines kräftigen Vorsprunges c gegen einen Chitinbezirk des seitlichen Hüfttrandes eingelenkt ist. Unmittelbar darüber springt die Leiste erheblich verbreitert in spitzem, langem und kräftigem Zinken (Apodeme ap) gegen die Apophysengabel

pa (Apophyse pédiopleural! AMANS) vor und verbindet sich, ohne daß eine Verschmelzung eintritt, mit dem lamellösen Ende derselben. Durch diese Einrichtung findet die mächtig entwickelte Beinmuskulatur eine feste Basis. Indem sich unmittelbar unter dem Flügelgelenk die pleurale Furche verflacht, tritt die alsdann weniger einspringende Pleuralleiste zugleich mit den oberen Pleuralrändern zum Flügelgelenk in Beziehung (Fig. 12, 13, 14).

Das vordere Stück der Mesopleura pl_1 , BURMEISTERS vorderer, unterer Flügel des Schulterstückes (Ala scapulae anterior), DÜRKHEIMS vorderes Ileum bei Coleopteren, das Episternum (KOLBE) (Antépleuron = Antémésopleuron AMANS), grenzt mit seinem sehr verbreiterten unteren Rande unmittelbar an das Mesosternum und den Vorderrand der Hüfte. Der kurze, chitinöse Oberrand besitzt eine nach innen vorspringende lamellöse Leiste (Fig. 13 *m*, Textfig. 5). Eine schwache, inmitten der Innenseite von oben hinten nach unten vorn herablaufende, alsdann einmal rechtwinklig und in einem andern Aste spitzwinklig nach hinten umgebogene Leiste, nebst wenigen andern unbedeutenden, dient dem Ansatz von Muskulatur.

Das hintere Stück der Mesopleura (pl_2), BURMEISTERS hinterer und oberer Flügel des Schulterstückes (Ala scapulae posterior), STRAUSS-DÜRKHEIMS hinteres Ileum der Coleopteren, das Epimeron (KOLBE) (Postpleuron AMANS) ist schmäler als das vordere, begrenzt am unteren Rande die Hüfte, trägt über dieser in der weichhäutigen, hinteren Begrenzung das Stigma *sti* und geht oben allmählich in den das Flügelgelenk tragenden weichhäutigen Bezirk über, welcher unmittelbar hinter dem Vorderwinkel ein kleines Haarpolster trägt (Fig. 13).

Die Beine sind der hinteren Segmenthälfte mittels der Hüfte dem zwischen Pleuren und Mesosternum befindlichen Raume eingelenkt, so daß Pleuren und Sternum die Coxa hinten in nur schmaler Falte umgreifen, vorn aber in langer Linie zusammentreffen. Wie am Prothorax ist zwischen Coxa einerseits und dem Episternum und dem seitlichen sternalen Schnürstück *est* anderseits ein in einer tiefen Falte einziehbares, vorn gerundetes Chitinplättchen, die Präcoxalplatte, das Trochantin *cp* eingeschoben. Sie ermöglicht die freie Beweglichkeit des Beines und verdankt ohne Zweifel ihre Entstehung dem verschiedenartigen Ansatz der Muskeln; zwei lange, von den beiden Ecken der Coxalplatte ausgehende Chitinsehnen dienen dem Ansatz einiger derselben, ebenso ein nahe der Basis der Platte eingestülpter, dreieckig-breiter, chitiniger Zipfel (vgl. Fig. 5 *cp*). Wie am Prothorax sind im

Verlaufe des chitinös verdickten, oberen Hüftendes folgende Strecken zu unterscheiden: Der durch den Ansatz der Präcoxalplatte vom Hüftgelenk *c* bis zum Vorderwinkel *a* bezeichnete Vorderrand; der hintere Seitenrand vom Hüftgelenk *c* bis an den Hinterwinkel grenzt an das Epimeron; eine vom Hinterwinkel *b* senkrecht zum Hüftende ausgehende Längsleiste dient dem Ansatz eines Muskels (*bm₇*); der kräftige Seitenrand im Gegensatz zum weniger chitinierten Innenrande, welcher hinter dem Innenwinkel bei *d* als Hinterrand unterschieden ist. Aus diesen Angaben, kombiniert mit der nachher zu betrachtenden Muskulatur, wird sich ohne weiteres die nicht näher untersuchte Mechanik des Beines ergeben. Es ist augenscheinlich, wie die in einer Richtung bestimmte Bewegungsmöglichkeit der Hüfte durch die Präcoxalplatte gegeben ist und hier der für die Bewegung nötige Spielraum hergestellt wird, während das Zusammentreffen der Hüfte mit den übrigen Bezirken zwar beweglich, aber doch weniger frei ist.

Das Tergit, Mesonotum (Meso-dorsum, notum AMANS) ist eine sehr widerstandskräftige Chitinspange (Fig. 11 und 17). Es ist keineswegs mehr eine einheitliche Masse; es zerfällt in einen Hauptteil und einen freien, intersegmentalen, präsegmentalen Teil *tv*.

Letzterer, die Präsegmentallamelle, ist eine mehrfach gebogene, dicke Lamelle, die einer Hautfalte entspricht und mit schmalem Ansatz weit ins Körperinnere vorragt; sie dient dem Ansatz von Muskeln. Indem die Faltungsränder in der Ansatzlinie frei werden, gehen sie hinten in die schmale, zum Tergit führende Verbindungshaut, vorn in die weite, zum Prothorax führende Hautfalte über; indem pleuralwärts die Faltung flacher und die Faltungsränder freier und breiter werden, wird die Faltung der Intersegmentalhaut derart beeinflusst, daß der vordere Flügel der Lamelle regional bereits dem Prothorax zugerechnet werden kann, der hintere Flügelteil an das Gelenk der Elytren bei *a*¹ herantritt, zwischen beiden Lamellenflügeln die Intersegmentallinie verläuft; ein winziges, dem hinteren Lamellenteil seitlich-hinten angeschlossenes Chitinstück *ch₁* dient dem Ansatz eines Flügelmuskels. Außerdem tritt die Präsegmentallamelle noch in zwei medianwärts gelegenen Punkten nahe an das Tergit heran.

Der Hauptteil, das eigentliche Tergit (Dorsum AMANS), zeigt eine flache, schmale Vorderrandsparte *t₂* (Dépression antédorsale AMANS) wohl gleichbedeutend dem präscutalen Teile anderer Insekten (vgl. Coleopteren, KOLBE) und das hochgewölbte Mesoscutum

$t + t_1$; letzteres ist durch starke, nach innen vorspringende Chitinleisten ringsum begrenzt. Von etwa dem ersten Drittel des Vorderrandes schräg zu den Hinterecken verlaufende, sich dort von ihrer Mitte an mit dem verdickten Hinterrande vereinigende, breite, starke Schrägleisten, endotergale Leisten *ed* (Entodorsum AMANS) scheidet ein medianes, unpaares Feld t von dem paarigen, vorderen Seitenfelde t_1 , welches etwas weniger chitinisiert ist. Die durch Faltung angelegten und durch zahlreiche Querbrücken verstärkten Schrägleisten erscheinen als Widerlager für das Gelenk von mechanischer Bedeutung; sie vermitteln auch zugleich die Beziehung zum Metathorax, indem sich an ihr seitliches Ende der präsegmentale Teil desselben eng anschließt *III tv*. In dem Seitenfelde ist wiederum zu unterscheiden zwischen einem vorderen gewölbten, dem Ansatz eines Muskels (*dvm₅*) dienenden und einem hinteren und seitlichen, flachen Bezirk dt_1 (Dépression postdorsale AMANS). Die vordere besonders stark vorspringende Vorderrandsleiste des unpaaren Mittelfeldes ist beiderseits der Medianlinie als niedriges Proterophragma *pph* (Anté-dorsum AMANS) zu deuten (vgl. Metathorax). Bevor der Hinterrand des Tergits faltig vorgezogen und mit der Schrägleiste vereinigt, schließlich in die dünne Intersegmentalhaut, BRUNNERS Dorsalhaut »Postscutum« (Postdorsum AMANS) übergeht, bedeutet eine weiche, in dem medianen Hinterwinkel des Tergits auslaufende Duplikatur den Hinterrand des Flügels, der sich hinter dem Gelenk alsbald als freier, faltiger Lappen darstellt.

Gryllus domesticus wird in der Ausbildung des Mesothorax wiederum nur von *Gryllotalpa* übertroffen durch stärkere Entwicklung der unpaaren Mesapophyse; letztere fehlt bei Forficuliden. Bei den übrigen Orthopteren (Blattiden und Forficuliden, KLEUKER), scheinen die Mesapophysen die Mesapodeme nicht zu erreichen, mit Ausnahme von *Mantis* (KLEUKER) und *Aceridium tartaricum* (BRUNNER). Der Apophysenstamm ist unpaar bei *Locusta*. Die Proterophragmen gleichen denen der übrigen Gruppen, sofern sie dort überhaupt ausgebildet sind. Nach Kenntnis des Metathorax wird auf das Endoskelett noch einmal vergleichend zurückgekommen werden. Die von BURMEISTER am Tergit der Coleopteren gemachte Unterscheidung eines vom Halsschild verdeckten Dorsulum von einem frei vorragenden Scutellum ist zwar angedeutet durch den medianen Hinterwinkel des Tergit, jedoch hier in dieser Schärfe nicht durchführbar; denn bei *Gryllus* sind weder Halsschild noch Deckflügel dem Mesonotum eng angepaßt; letztere liegen lose übereinander und zeigen bei

Aeridiern eine Anpassung an das darunter gelegene Gelenk der Unterflügel in Gestalt eines Höckers.

Gryllus domesticus nimmt also in der Ausbildung des endoskeletalen Mesothorax eine hohe Stufe unter den Orthopteren ein, welche eine Folge der Beanspruchung der Vorderbeine ist und überhaupt dem Bedürfnis einer intersegmentalen Verfestigung dient.

Der Metathorax (Fig. 1, 2, 3 und 9, Textfig. 7).

Da der Aufbau des Metathorax auf den gleichen, im Mesothorax unterschiedenen Elementen beruht, so sind die Angaben über letzteren voranzusetzen.

Der Metathorax ist infolge der Verwachsung mit dem ersten Hinterleibsring nicht mehr ringsum frei begrenzt, und wir werden vor die noch nicht mit Sicherheit gelöste Frage seiner Abgrenzung gegen das Abdomen gestellt. Leicht ist auf der Ventralseite die Grenze am Hinterrande des Metasternums vor die darauffolgende erste abdominale Ventralplatte zu legen, schwieriger und kontrovers ist die Begrenzung in der pleuralen Region, d. h. die Frage, ob das dritte, das metathorakale Stigma wirklich ein metathorakales sei. Der hinter der Hüfte verlaufende Falte aufwärts folgend rechnen wir die an die Coxa angrenzende weiche Pleuralhaut dem Metathorax zu (Fig. 2); die nicht sehr tiefe, aber unter allen Umständen deutliche Falte endet oben am Hinterwinkel *hw* des tergalen Bezirks. Die hinter dieser Falte folgende weiche Flankenhaut trägt ein großes, schräges, längliches Stigma *Isti*. Es folgt eine vertiefte Falte, welche oben zwar gleichfalls gegen den Hinterrand des Metatergums verläuft, unten jedoch am Hinterrande des ersten abdominalen Sternits ausläuft; die Verbindung des letzteren mit der stigmentragenden Pleuralhaut ist eine sehr schmale vortretende Falte (vgl. Fig. 1 und 2). Dieselbe spricht ebensowenig eine Trennung des pleuralen vom tergalen Bezirk aus, als jene Falten, welche die abdominalen Tergitspangen vom weichen Flankenbezirk sondern, ebensowenig wie z. B. eine vom Hinterrande des zweiten abdominalen Sternits zum Vorderrande des zweiten abdominalen Tergits verlaufende Falte gegen die Zugehörigkeit beider Teile sprechen kann. Im übrigen schließt sich die Stigmenhaut genau an das Tergit des ersten Hinterleibsringes an: Die Ursachen der Faltenbildungen sind zumeist mechanischer Natur (vgl. den zweiten Abdominalring) und man darf daher in Beurteilung dieser Frage nicht allzugroßen Wert auf sie legen. Dagegen dürfte die vor dem Stigma verlaufende, schwache Falte, mechanisch

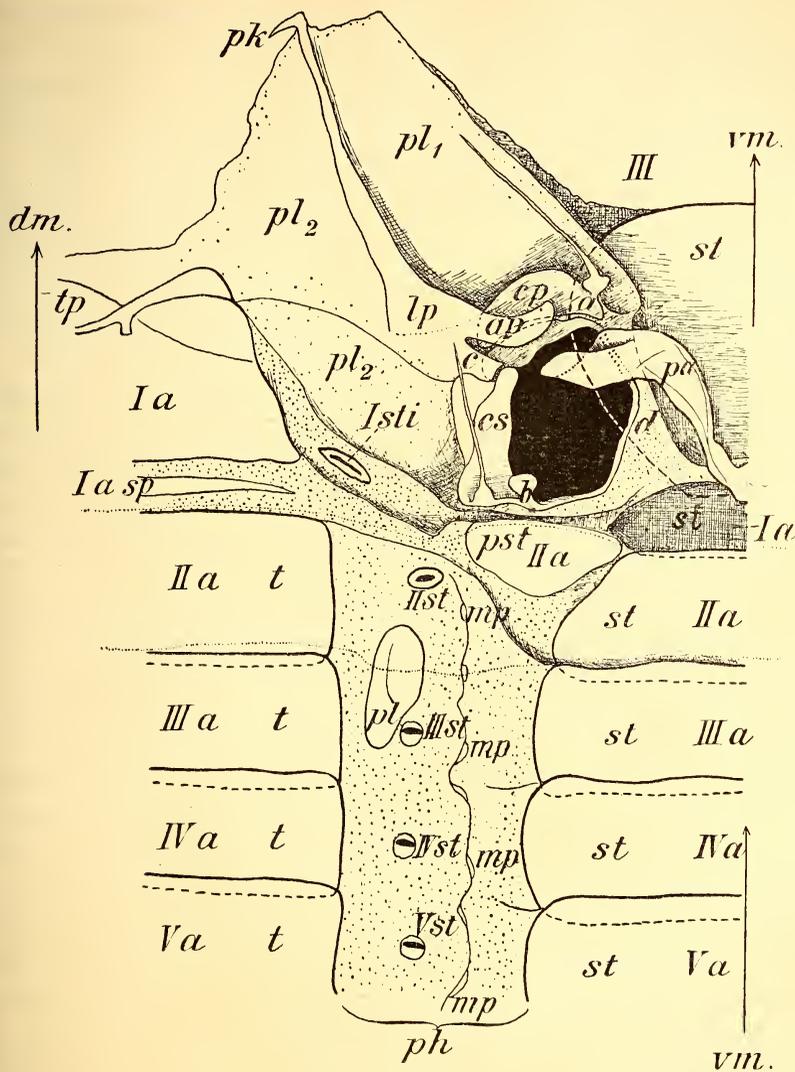
wenig erklärlich, die Andeutung einer intersegmentalen Grenze enthalten; schon hierin liegt ein Hinweis auf die Auffassung BRUNNERS und der meisten andern Autoren, welche, allerdings nicht gestützt auf ausreichende anatomische Details, das Stigma als ein abdominales auffassen, wobei unentschieden bleibt, ob ein metathorakales Stigma überhaupt vorhanden war, oder, wie eine Reihe von Autoren annimmt, es zum Hinterrande des Mesothorax bezogen ist. Es wird gezeigt werden, wie außer durch den Bau des Stigmenrandes und abgesehen auch von der in Fortsetzung der abdominalen Stigmenreihe hohen Lage des Stigmas — im Gegensatz zum mesothorakalen und prothorakalen — das Stigma durch die Muskulatur als abdominales sich ausweist. Die gleiche Beurteilung erfuhr das Stigma durch KOLBE und STRAUSS DÜRKHEIM. Es ist zu untersuchen, ob die Metamorphose von *Gryllus* die Ansicht bestätigt. Die dorsale Abgrenzung des Metathorax wird bestimmt durch das Tritophragma ph_3 und den Ansatz der intersegmentalen Muskulatur:

Der Hinterrand des Metathorax befindet sich also in jener bogigen Chitinleiste, welche in dem hinter dem flügeltragenden Abschnitt befindlichen Chitinbezirk eine vordere, etwas aufgewölbte Fläche, den postscutalen Teil des Metathorax tp , von einem hinteren, platten, den Abdominaltergiten gleichenden Abschnitt, das erste Abdominaltergit Ia , sondert.

Der Metathorax, das größte Körpersegment, ist ein breiter, und bei langer Anheftungslinie des häutigen Flügels verlängerter Körperring. Die Verbindung mit dem Mesothorax ist bei schmaler Intersegmentalhaut und kräftiger Muskulatur eine festere als die zwischen den übrigen Segmenten.

Das Sternit (Fig. 2, Textfig. 7), Metasternum st ist eine annähernd vierseitige, gerundete Platte mit langem und vorgewölbtem Vorderrand und kurzem, schwach ausgerandetem Hinterrande; ringsum tief faltig abgesetzt schützt es die weichen Gelenkhäute der Hüfte und der abdominalen Verbindung, die schmale Sternalhaut (BRUNNERS) (Poststernum AMANS); ein seitliches Schnürstück fehlt; im Gegensatz zum breiten Zusammentreffen mit dem Episternum ist der Übergang zum Epimeron durch eine schmale Falte hergestellt. Die beiden Äste der schlanken Metapophyse pa (Entosternum AMANS) sitzen, da die im Mesothorax angetroffene Zwischenapophyse fehlt, einem kurzen gemeinsam Basalstück auf; der erst nach vorn, sodann schnell seitlich umgebogene Gabelast verbreitert sich distalwärts; im

letzten Drittel veranlaßt eine tiefe Falte die Bildung zweier nach oben freier Lamellen; es ist zu unterscheiden eine Vorder-(Ober-) und



Textfig. 7.

Der Metathorax und das Abdomen, flächenhaft ausgebreitet. Ansicht von innen, die linke Körperhälfte. *dm* u. *vm*, dorsale und ventrale Medianlinie; *ph*, Episternum; *lp*, Pleuralleiste; *ap*, Apodemzinken; *c*, Hüftgelenk; *pl*, Epimeron; *IIIst*, Metasternum; *pa*, Metapophysengabel; *cp*, Präcoxalplatte mit Sehne; *a*, Vorderwinkel, *b*, Hinterwinkel mit Sehnenplättchen, *c*, Hüftgelenk, Seitenwinkel, *d*, Innenwinkel; *cs* Seitenrandleiste der Coxa; *tp*, Postscutum; *Iat*, *IIat*, erstes Abdominaltergit, zweites usw.; *Iasp*, posttergale Spange des ersten Tergits; *Isti*, *IIsti* od. *Iasti*, *IIasti*, erstes Abdominalstigma, zweites usw.; *ph*, Flankenhaut; *Iast*, *IIast*, erstes Abdominalsternit, zweites usw.; *pst*, Parasternum; *pl*, Intersegmentale Pleuralplatte; *mp*, Muskelplättchen der Flankenhaut. Vergr. 16 $\frac{1}{2}$ fach. (Die in der Flankenhaut *ph* befindlichen Bezeichnungen *IIst*—*Vst* müssen *IIsti*—*Vsti* heißen.)

(Vgl. COMSTOCK 1902 Fig. 14.)

Hinter- (Unter-) Kante, Ober- und Unterfläche der Metapophysengabel.

Die Metapleuren, BURMEISTERS Pleura und Parapleura, STRAUSS-DÜRKHEIMS Ischia der Coleopteren (Metapleuron AMANS), nehmen entsprechend dem großen Tergit einen großen, vierseitigen Raum der Körperdecke in Anspruch: Oben durch eine Falte begrenzt, jenseits welcher die weiche, zum Tergit führende Haut das Flügelgelenk trägt, bilden sie die untere Begrenzung der Flügelgelenkhöhle. Die über dem Hüftgelenk entspringenden Apodemzinken *ap* erreichen die Metapophyse nicht, sind aber mit deren Ästen durch einen kräftigen Muskel verbunden. Am oberen Ende ist die Pleuralleiste unter Verflachung der Pleuralfurche als Apophyse *alifère* AMANS, Pleuralgelenkkopf *pk* gleichfalls an der Bildung des Flügelgelenks beteiligt.

Das vordere Stück der Metapleura (*pl*₁), BURMEISTERS Parapleura, STRAUSS-DÜRKHEIMS unteres, zweites Ischium, das Episternum des Metathorax (KOLBE) (Antemetapleuron AMANS) führt über einen gut begrenzten, in der oberen Hälfte borstenbesetzten, Vorderrand in die mesothorakale Intersegmentalhaut über; der obere Rand ist gleichfalls kurz.

Das hintere Stück der Metapleura (*pl*₂), BURMEISTERS Pleura, STRAUSS-DÜRKHEIMS oberes, erstes Ischium, das Epimeron des Metathorax (KOLBE) (Post-[Meta-]pleuron AMANS) ist ein ziemlich regelmäßig vierseitiger Bezirk und viel breiter als das Episternum: Ein gut begrenzter, an die Pleuralfurche angeschlossener, dreieckiger, mit scharfer Spitze nach unten gerichteter, chitineriger, dunkelgefärbter Bezirk ist von einem gleichfalls dreieckigen, mit der oberen Spitze das Tergit erreichenden, mit der Basis an die Hüfte grenzenden, weichhäutigen zu sondern. Das Epimeron wird in seinem oberen, farblosen Teile weichhäutig. Der chitinisierte Vorderabschnitt dient oben, an die Pleuralleiste angeschlossen, als Stütze des Flügelgelenks; der Hinterabschnitt kann als die zum Abdomen führende hintere Pleuralhaut und Intersegmentalhaut — vgl. mit dem Mesothorax — gedeutet werden.

Die Anheftung der Hinterbeine gleicht der der Mittelbeine; desgleichen die Unterscheidung der Bezirke des oberen Hüftandes. Die Sehnen — pleural und am Vorderwinkel der Präcoxalplatte *cp* — sind an der Basis blattartig breit; zwei solcher Sehnenblättchen, deren laterale einen langen Sehnenfaden trägt, befinden sich am Hinterwinkel der Coxa; der am Grunde der mesothorakalen Präcoxalplatte befindliche Chitinzipfel fehlt hier. Der Seitenrand der Hüfte ist

auffallend fest chitinisiert, nicht allein in der äußeren Hautbekleidung und der Umgebung des Hüftgelenks, sondern auch durch eine weit ins Innere vorspringende Lamelle *cs*; demgegenüber ist der an eine weiche Ventralhaut angrenzende Innenrand viel weniger solid. Es ist augenscheinlich, wie diese abweichenden Verhältnisse der besonderen Mechanik der Sprungbeine entsprechen.

Das Tergit des Metathorax, das Metanotum (Fig. 9 u. 2) ist eine große, regelmäßig vierseitige, hochgewölbte, nach hinten allmählich abflachende Platte mit abgerundeten vorderen Ecken und gerundetem Hinterrand. Die vom Mesotergit abweichenden Verhältnisse sind durch den häutigen Flügel und zumal in den gewölbten Teilen durch eine kräftigere Muskulatur bedingt.

Die kleine präsegmentale Platte *tv* ist flacher, als die des Mesothorax; erst am verbreiterten pleuralen Ende, wo sie sich an den mesotergalen Hinterwinkel anschließt, springt sie infolge einer tiefen, in die intersegmentale Einschnürung fortgesetzten Furche ins Innere vor; sie ist mit ihrer schmalen Basis einer flachen Bucht des tergalen Vorderrandes dort eingelenkt, wo das Deutophragma *ph₂* beginnt. Gegenüber dem Mesothorax anscheinend durch die mächtige Entwicklung des Tergits seitwärts verdrängt, umschließt sie mit dem Präscutum eine weichhäutige Bucht, Golfe antérieure AMANS = vorderes episternales Gelenkfeld, in welcher am Grunde eines kugeligen Hautpolsters ein winziges Chitinstück *ch₁* als nach unten breiter, eingestülpter Zipfel des Integuments dem Ansätze des elften Pleuralmuskels dient; dieses oben spitz ansetzende, mützenförmige Chitinstück hängt mit dem Präscutum durch ein dickes, starkes Ligament zusammen (vgl. III. Teil Textfig. 10, Querschnitt 9 und Fig. 5).

Der flache, präscutale Teil *t₂* (Dépression antédorsale AMANS) schließt sich dem schräg seitlichen Vorderende des Tergits jenseits einer tief gefalteten Leiste an und ist seitlich in einen breiten Vorsprung verlängert.

Der Hauptteil des Tergits, das Metascutum *t + t₂* (Dorsum AMANS), von etwa quadratischem Umriß ist an seinem steil abfallenden Vorderrande und vorderen Seitenrande durch tiefe Falten, denen kräftig chitinisierte Innenleisten entsprechen, begrenzt. Vorn senken sich die langen und spitzen Deutophragmen (*ph₂*) (Antédorsum AMANS) in das Innere; an deren breiter, gemeinsamer Basis setzt die dorsale Intersegmentalhaut an; lateralwärts tritt die Innenleiste zum Flügelgelenk in Beziehung. Die vorn und seitlich aufgewölbten, im Gegensatz zum Mesothorax in der Medianlinie zusammentreffenden

Seitenbuckel sind zu unterscheiden von der dahinter gelegenen, das Mittelfeld seitlich fortsetzenden Seitenpartie dt_1 desselben (Dépression postdorsale AMANS). Letztere ist flach mit ziemlich geradem, chitinösem Seitenrande, begrenzt ein von AMANS als Golfe postérieure bezeichnetes hinteres, epimerales Gelenkfeld und springt vorn hinter dem hohen Seitenbuckel in rechtem Winkel vor; dieser Vorsprung umschließt mit dem Präscutum die mittlere, tergale Gelenkbucht tb ; außerdem tritt der mittlere Seitenrand in Form eines kurzen, plötzlich vorgezogenen Fortsatzes vor. AMANS (1885) S. 62 unten: vgl. die hier prinzipiell übereinstimmenden Verhältnisse bei den übrigen Orthopteren bezüglich der tergalen Seitenrandlinie: Prinzip des zweimal gebrochenen Seitenrandes! Die das flachere, gerundet-dreieckig-ovale Mittelfeld mit Ausnahme einer vorderen, medianen Strecke begrenzende Leiste ist nicht zur Bildung eines seitlichen Hinterwinkels ausgezogen, jedoch als feste, chitinöse Falte, die man nach Kochen in Kalilauge leicht ausbreiten kann, nachdem man die den Hinterrand, besonders nahe der Flügelwurzel verstärkenden, zahlreichen Querbrücken durchtrennt hat; der Hinterrand des Metascutum ed , eine innere Leiste (Entodorsum AMANS), bedeutet also gleichfalls die hintere Grenze der Flügelduplikatur. Das dahinter folgende Postscutum tp des Metathorax (Postdorsum AMANS) ist im Gegensatz zum Mesothorax gut ausgebildet und groß. Der gerundete chitinöse Hinterrand verbindet sich, wie gesagt, mit dem oberen Hinterwinkel des Epimerons; er trägt die dem fest angeschlossenen, ersten Abdominaltergit angeordneten, lamellosen, gerundeten, breitbasigen und paarigen Tritophragmen (ph_3) (Subpostdorsum AMANS), welche einen medianen Raum frei lassen und zu deren Seiten unmittelbar ein kurzer, hinterer Chitinfortsatz der Hinterrandsleiste auf der Fläche des ersten Abdominaltergits den Ansatz eines intersegmentalen Dorsoventralmuskels bezeichnet; ein dem gegenüber nach vorn gerichteter, rundlicher Vorsprung nach innen dient der Einlenkung des plattigen, gerundet nach hinten vorspringenden Hinterwinkels hw des scutalen Tergits, der als postscutaler — weil hinter dem Ansatz des Flügels gelegen — (tergaler) Hinterwinkel bezeichnet werde; das also seitlich beschränkte, etwas gewölbte Postscutum wird vorn zarthäutig und bildet, also gelenkig abgesetzt, mit dem ersten Abdominaltergit eine funktionelle Einheit (wie bei Orthopteren allgemein; vgl. AMANS, Abschnitt: Metanotum). Das Postscutum ist demnach keine Vorspanne des ersten Abdominaltergits.

Gryllus campestris zeigt gleichen Bau des Metathorax mit

Ausnahme der Rückbildung des Tritophragma und des Deuterothorax, des letzteren zu einem kleinen Vorsprung; woraus im Zusammenhang mit den meist verkürzten Flügeln allgemein die Abhängigkeit der Phragmen von der Flügelbildung, speziell von der indirekten Flugmuskulatur zu ersehen ist.

Die morphologische Stellung des Metathorax von *Gryllus* bezüglich der übrigen Geradflügler ist folgende: Die Forficuliden sind in jeder Beziehung auf einer tiefen Stufe des Endoskeletts stehen geblieben. Noch paarig sitzen die Apophysen getrennt dem Sternit bei *Blatta* und Acridiern (BRUNNER) auf, mit unpaarem Stamm bei *Mantis*, den Locustiden und Grillen; sie verschmelzen nicht mit den Apodemen bei *Locusta viridissima*, *Blatta* und *Gryllus*, während eine feste Verbindung bei *Mantis* (KLEUKER), bei Acridiern (BRUNNER) und vielleicht einigen Locustiden eintritt. Eine unpaare Mesapophyse gibt, entgegen den allgemeinen Angaben KLEUKERS über Locustiden, BRUNNER nur für *Moristus* an. Die Phragmen sind wenig entwickelt bei Forficuliden, Blattiden und *Mantis*. Bei *Locusta* jedoch bestehen mit Ausnahme des gerade einwärts ragenden Tritophragmas den Grillen gleichende Verhältnisse. Die kräftigeren Arten der Blattiden erreichen eine den Locustiden ähnliche Ausbildung des Endoskeletts (BRUNNER), *Gryllotalpa* scheint den Zustand von *Gryllus* mindestens zu erreichen. Nach AMANS ergibt sich eine ziemlich gute Übereinstimmung der Grillen mit den übrigen Geradflüglern; jedoch scheint die Bildung präsegmentaler Chitinteile unterblieben zu sein. *Gryllus* wird in der Ausbildung des Metathorax von den Acridiern und zum Teil auch wohl den Locustiden übertroffen, insofern als die gesteigerte lokomotorische Aufgabe der Hinterbeine zu einer Verwachsung von Apodem und Apophyse führt und die Verbindung der Thorakalsegmente eine innigere ist, indem die bei *Gryllus* weichen Intersegmentalfalten nach Art der Pleuralleisten feste, innen einspringende Falten (adhérence AMANS) bilden, die, besonders stark am hinteren Rande des Epimerons einspringend, den Metathorax vom ersten Abdominalsegment der *Locusta* scharf sondern. Im biologischen Zusammenhang bemerkt man, daß die Acridier freiwilligeren und häufigeren Gebrauch von ihrem Sprungvermögen, manche Arten ohne Beihilfe der Flügel machen, daß die Locustiden und Grylliden sich vorwiegend laufend bzw. schreitend fortbewegen und nur im Notfalle von ihrem bei den Locustiden mit Unterstützung der Flügel immerhin noch beträchtlichen, bei den Grylliden eingeschränkten Sprungvermögen Gebrauch machen; *Gryllus domesticus* springt weniger häufig und gern

als *Gryllus sylvestris* (*Nemobius*) und *Gryllus campestris* und nahe-stehende Formen sehr kurz und schlecht. *Gryllus domesticus* steht durch wohlausgebildete Flügel hierbei den Locustiden nahe und der Fluginstinkt ist noch nicht verloren (vgl. III. Teil, Mechanik); während anderseits die bezüglich der Flügel rückgebildeten Arten der Locustiden sich ein gutes Sprungvermögen bewahren. Den Aufgaben der pro- und mesothorakalen Beine entspricht die dort geförderte endoskeletale Entwicklung. Welcher Umstand zu dem anscheinend sekundären Zustand des unpaaren Gabelapophysenstammes führte, ist nicht zu entscheiden. Mit dem unpaaren Gabelapophysenstamm gleichzeitig ist nur im Mesothorax der *Locusta viridissima* eine unpaare Apophyse entwickelt. Letztere erweist sich als eine häufig und bei einfacherer Organisation fehlende, also als sekundär entwickelt aufzufassende Bildung, die später zu betrachtenden mechanischen Aufgaben dient (II. Teil) und hier auch mit dem Umstand zusammentrifft, daß das erste Abdominalsegment einfach gebildet und extremitätenlos ist. Ob die hierzu für Blattiden gemachten Angaben (KLEUKER, BRUNNER) auch für die flugbaren Arten gültig sind, ist zweifelhaft.

Die Coleopteren schließen sich im Prinzip der Orthopterenorganisation auffallend an und gestatten gleiche Schlüsse: Phragmen, Apodeme, Apophysen bieten Analoges; es kommt hinzu eine festere Verbindung der einzelnen thorakalen Teile, die Ausbildung einer Chitinkapsel gegenüber den weichhäutigen Grillen; Angaben über unpaare Apophysen scheinen zu fehlen, was in Anbetracht der Verwachsungsvorgänge der Auffassung entgegenkommt, dieselben dienen der intersegmentalen, etwa bei der Häutung gleichfalls wichtigen Verbindung. Im Tergit ist eine Sonderung in Präscutum, Scutum und Postscutum (Metaphragma KOLBE) vollzogen.

Die Übersicht über das Skelett der drei Thorakalsegmente zeigt also eine gemeinsame Grundlage, die sich im Prothorax nur noch im sternalen Bezirk, den Apophysen und der Pleurallamelle äußert, während dessen Flügellosigkeit und vielleicht auch die lockere, vordere Intersegmentalverbindung zur Ausbildung der Pleuren, bzw. zum Zerfall der einheitlichen Dorsalplatte keine Veranlassung gab. Die gemeinsamen Grundzüge der Gestaltung im Mesothorax und Metathorax sind in ersterem durch die Ausbildung der Elytren, Verkürzung in der Längsrichtung und Fortfall des breiten Analfächers der Flügel, im Metathorax durch den Anschluß an das Abdomen verändert worden. Der Umstand, daß das Metatergum in drei Abschnitte zerlegt werden

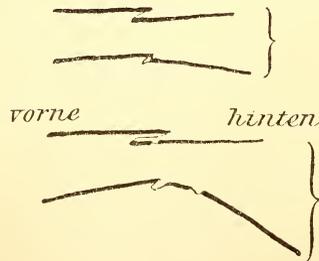
darf, deren mittlerer, das Scutum, allein dem Flügelansatz dient, während das Präscutum nur geringe, das Postscutum gar keine direkten Beziehungen zum Flügel eingeht, ist für die nachfolgende Betrachtung des Flügelgelenks beachtenswert. Das Metascutum zeigt eine auf den Flügel bezügliche Zweiteilung, welcher, wie zu sehen sein wird, nicht genau, die Zweiteilung der Pleuren entspricht. Nach Betrachtung der Muskulatur wird die Bedeutung der Präsegmental- lamelle für die intersegmentale Verbindung und etwa den Flügel, sowie die morphologische Beziehung des Halsschildes zum Flügel zu ersehen sein.

Das Abdomen (Fig. 1 u. 2 und Textfig. 7).

Im Abdominalsegmente sind gleichfalls Tergit, Sternit und — weichhäutige — Pleuren zu unterscheiden. Das erste Hinterleibs- segment *Ia*, Segmentum medianum, tritt allgemein bei Insekten in mehr oder weniger enge Verbindung mit dem Metathorax. Bei *Gryllus domesticus* ist das vom abdominalen Typus wenig veränderte Tergit *t* an seinem konvexen Vorderrande mit dem Postscutum eng verbunden; die dem Epimeron des Metathorax eng angeschlossene, weiche, ge- streckte Pleurenhaut *plh* trägt ein längliches Stigma *Ia sti*, dessen vorderer und hinterer Rand je durch eine feste, kleine Chitinplatte gestützt ist, ein Charakter, der den abdominalen Stigmen überhaupt zukommt. Als schmale, vorgewölbte Hautfalte führt sie über in die frei begrenzte, trapezförmige Sternalplatte *st*, deren kürzerer Vorder- rand bei *Gryllus campestris* nur halb so lang ist, als der Hinterrand. In der zum zweiten Abdominaltergit überführenden weiten Inter- segmentalhaut befindet sich eine sehr schmale Chitinspange *Ia, tp*. Es

liegt kein Grund vor, in ihr ein unter- gegangenes Segment zu suchen; auch verbietet die ungehindert über sie weg- setzende dorsale Längsmuskulatur vom ersten zum zweiten Abdominaltergit aus Analogie zum Thorax sie als eine prä- segmentale Vorspange, d. h. ein Vorseg- ment des zweiten Segments anzusehen; sie ist eine Neubildung der Intersegmen- talhaut und physiologisch verständlich

dadurch, daß das Abdomen erst hier beweglich wird, und die er- weiterte Intersegmentalhaut eines Schutzes bedarf. Schon hier sei, zusammen mit der Selbständigkeit des metathorakalen Postscutums,



darauf hingewiesen, in welcher Weise es bei erhöhter intersegmentaler Beweglichkeit zu Bildungen von »Vor«-Spangen kommen kann.

Frei begrenzt ist das erste Abdominalsegment der Blattodeen, verbunden mit ventraler Reduktion; vgl. hiermit die Coleopteren. Die Mantodeen zeigen bei ziemlich freiem Tergit den Übergang zu den übrigen Orthopteren an, bei denen das Tergit mehr oder weniger verschmilzt, Phasmodeen. Die Verwachsung des Sternits, bei Grylliden und Locustodeen nicht vollzogen, ist bei Acridiern und Phasmodeen eine sehr enge.

Bei Coleopteren erhält sich, wie bei *Gryllus* das Tergit, jedoch geht das Sternit (*Melolontha*) ein oder bildet wie bei Acridiern das dem Metasternum eingekeilte Stück, KOLBES Intercoxalfortsatz; bei den Coleopteren hat somit die durch die Ausbildung der Hinterflügel eingeleitete ventrale Reduktion den höchsten Grad erreicht in Übereinstimmung mit den allgemeinen Kennzeichen der höheren Organisation.

Die nun folgenden freien Abdominalsegmente gliedern sich in eine regelmäßige, vierseitige tergale (*t*) und in eine ebensolche, querbreite ventrale Platte (*st*). Die Stigmen (*sti*) liegen inmitten der Flankenhaut (*ph*) des Segments, etwas dorsal; ihre Ränder sind vorn von einer schmalen, hinten von einer breiteren Chitinplatte gestützt. Die wulstförmig vortretende Flankenhaut (*ph*), die Pleuren, sind unterhalb der Stigmen durch eine Längsfurche geteilt. In dieser befindliche, außen durch Einsenkungen kenntliche, winzige Chitinplättchen *mp* dienen dem Ansatz von Muskulatur.

Das zweite Abdominalsternit *Iia st* hat jederseits nach vorn ein Schnürstück (*pst*) abgegeben, welches eine vermittelnde Stellung (vgl. Muskulatur) zum Dorsalbezirk hin einnimmt und morphologisch dem zweiten Abdominalsegment angehört, dessen, dem ersten Sternit daher ähnliches, Sternit eine entsprechende Abschrägung und Rundung des Seitenrandes nach vorn zeigt. Da es, wie gleichfalls die Muskulatur zeigt, nicht als Pleurenbildung aufgefaßt werden kann, sei es Parasternum genannt.

Bei Coleopteren hat die Einbeziehung zum Metathorax eine fast völlige Rückbildung des zweiten Abdominalsternits herbeigeführt (KOLBE, STRAUSS-DÜRKHEIM).

Das dritte Hinterleibssegment hat eine besondere, noch ins zweite Segment hinüberreichende intersegmentale »pleurale« Chitinplatte *pl*, in deren unterer, hinterer Bucht sich das dritte Stigma

befindet. Von dem von LANDOIS 1872 (TÜMPEL 1901) für Grillen angegebenen »Organe« noch »unbekannter Bedeutung« konnte außer dieser Platte nichts entdeckt werden. Da an die Pleuralplatte hier ein — allerdings normaler — Muskel ansetzt, ist es nicht unwahrscheinlich, daß sie gemeint sei. Sie befindet sich bei *Gryllus* an einer Stelle, vor welcher der Querschnitt des bauchig seitlich vortretenden Hinterleibs gegen den Thorax hin abnimmt, eine Stelle, welche vorn seitlich vortretend der Reibung an den Hinterschenkeln ausgesetzt ist, und welcher innen der Beginn der großen Keimdrüsen entspricht; die Platte ist demnach eine einfache, physiologisch erklärliche Reaktionserscheinung, eine Verstärkung der weichen Haut.

Das vierte Abdominalsegment ist völlig normal.

Hiermit sei die Übersicht über das Chitinskelett von *Gryllus* nebst seiner mechanischen Bedeutung, wie sie zur Kenntnis der Muskulatur vorausgesetzt werden muß und zur Beurteilung der oben angedeuteten, morphologischen Fragen später nötig ist, abgeschlossen.

B. Der Flügel und seine Gelenke.

Im **Metathorax** (Fig. 3, 4, 9 usw., vgl. mit Fig. 1, 2).

Dem zwischen Tergit und den Pleuren befindlichen, weichhäutigen Bezirke sind die Flügel eingelenkt, einer Stelle, in welcher die tergale und pleurale Chitindecke in ihrem Zusammentreffen zahlreiche Gelenkstücke bilden; zu diesen treten die Ränder des Tergits und der Pleuren in bestimmte Beziehung. Der metathorakale Flügel bilde den Ausgangspunkt der Untersuchung.

Bereits die Betrachtung des Segments ergab eine Reduktion des Mesothorax gegenüber dem Metathorax. Die Homologie des Flügelgäders auf Grund der Forschung REDTENBACHERS (1886) hatte zur Auffassung geführt, daß in den Elytren der Orthopteren der Anal-fächer nicht zur Ausbildung gelangt ist; die Untersuchungen KOLBES (1901) an den Elytren der Coleopteren bezweckten die Skulpturverhältnisse derselben auf ein ursprüngliches Geäder zurückzuführen; die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen KRÜGERS (1898) an Coleopteren haben erwiesen, daß die Elytren sich tatsächlich nach Art der häutigen Flügel entwickeln, dann aber eine sekundäre Rückbildung erfahren; eigne Untersuchungen an Schnittserien durch verschiedene Stadien der *Forficula auricularia* haben gleiches für die Ohrwürmer nachgewiesen. Es ist daher im metathorakalen Flügelgelenk ein primäres Verhalten zu erwarten; die auf einen größeren Raum verteilten

Gelenkstücke geben eine bessere Übersicht; primäre Verhältnisse mögen sich jedoch im Mesothorax insofern erhalten haben, als z. B. die Abgliederung der hinteren Tergalgelenkplatte (a_3 , Fig. 11) vom Tergit auf einer gewissen, die Zugehörigkeit beider Teile deutlich vor Augen führenden Stufe stehen blieb.

a. Allgemeine Übersicht.

Die Übersicht über die metathorakalen Gelenkteile bei ausbreitetem Flügel zeigt, von oben und unten gesehen, folgendes:

Der als Duplikatur auftretende Flügel geht unter Auseinanderweichen der beiden Lamellen in die einfache pleurale, bzw. tergale Körperdecke über; die Gelenkbildungen, welche ihn mit dem Tergit verbinden, und zwar mit dem Scutum desselben, sind auf einen (oben) polsterartig gewölbten Bezirk verteilt, die Gelenke, welche ihn mit den zweiteiligen Pleuren verbinden, sind auf der Unterseite in der Flügelgelenkhöhle (= creux de l'aisselle AMANS) = der gesamte unter dem Flügelansatz befindliche Raum des oberen Pleurenrandes, zu suchen (vgl. Fig. 3 bzw. 4); außerdem geht die Flügelbasis selbst in Gelenkbildungen über. Alle diese Gelenkstücke sind demnach einzuteilen in solche, welche als Duplikaturen auftreten und als eigentliche Flügelgelenkstücke von beiden Seiten, ober- wie unterseits sichtbar sind — und solche, welche als Thorakalgelenkstücke als einfache Platten erscheinen und als Tergalgelenkplatten (a_{1-3}) den Übergang zum Tergit, als Pleuralgelenkplatten (ep und p_{1-2}) den Übergang zu den Pleuren vermitteln; zwischen beiden letzteren also verläuft die Ansatzlinie des Flügels.

Der Flügel zerfällt in drei Regionen:

1) Den schmalen, mit kräftigen z. T. verästelten Adern versehenen, vorderen Teil, das Costalfeld (fl_1) (versant antérieur AMANS), welches unvermittelt am Thorax im golfe antérieur, vorderes Gelenkfeld(-bucht), AMANS, ansetzt und mit den beiden vordersten Konvexadern I und III das Costalgelenk (eg) bildet, und welches durch indirekt wirkende Muskulatur bewegt wird;

2) jenseits einer tiefen konkaven Falte (dépression submédiane AMANS) folgt der durch die regelmäßig strahlige Anordnung der (Falten) Adern und durch die fächerartige Faltbarkeit gekennzeichnete, bei mäßiger Spannung bausehig nach oben vortretende Analfläche (fl_2) (Versant postérieur AMANS), welchem die Analgelenkstücke im golfe postérieur, hinteres Gelenkfeld(-bucht) (AMANS) angehören; letztere erweisen sich als konstante, chitinine Faltenbezirke, in welchen die Aderung des Flügels erlischt; insbesondere der tief in die weiche

Haut eingesenkte Hinterwinkel der hinteren Analgelenkplatte (a_2) ist als Analgelenkkopf ak besonders zu beachten. Das ganze Analgelenk wird durch mehr oder weniger direkt wirkende Muskulatur bewegt. In der Anheftung der beiden Flügelabschnitte zeigt sich also derselbe prinzipielle Unterschied, auf welchen SAUSSURE (1868) bei den Blattiden bereits hingewiesen hat, und auf welchen bei der Betrachtung der Flügelmechanik zurückzukommen sein wird.

3) Wiederum anders verhält sich die dritte Region, der Analappen, welcher gelenklos am Thorax ansetzt, rein passiv bewegt wird, und von dem daher mechanisch abzusehen ist.

An der Übergangsstelle des Vorderrandes des Flügels in das Tergit und die Intersegmentalhaut befinden sich zwei weiche, hoch aufgewölbte Hautpolster. Die Bezugnahme der Flügelteile auf die zweiteilige Pleura ergibt, daß die vordere Region, das Costalfeld, dem Episternum, der Analfächer dem Epimeron angehört, daß die Pleuralfurche und -Leiste (entopleuron AMANS) also mit der Längsfalte des Flügels zusammentrifft; es sind daher episternale Gelenkstücke der Pleura (ep) von den epimeralen Gelenkstücken der Pleuren (p) — bei letzteren ein vorderes und ein hinteres — zu unterscheiden. Eine solche Sonderung kommt im Tergit nicht sofort zum topographisch deutlichen Ausdruck. Von den hier sichtbaren vier Gelenkstücken bezieht sich die vordere Tergalplatte (a_1) (vgl. episternal) auf das Costalgelenk, die hintere Tergalplatte (a_3) (vgl. epimeral bezogen) auf das Analgelenk. Eine größere, die mittlere Tergalplatte (a_2) ist das wichtigste dieser Stücke; sie schließt sich flügelwärts an ein viertes Stück an, welches sich durch seine zentrale Stellung inmitten aller genannten Gelenkbildungen auszeichnet und die Verbindung derselben in jeder Beziehung zueinander vermittelt. Dieses Mittelgelenkstück b_1 , das Hauptgelenk des Flügels, nimmt auch durch seinen Bau eine besondere Stellung ein: Es ist keine einfache Platte, sondern ein kompliziertes, aus dem Zusammenschluß pleuraler und tergaler Körperwand entstandenes, sehr festes Chitinstück, welches nicht nur tergal, sondern auch pleural sichtbar wird und zwar dort, wo die verflachte Pleuralfurche sowohl auf das Costalgelenk (cg), wie auf das Analgelenk (d_2) Bezug nimmt und sich als Pleuralgelenkkopf (pk) mit ihm gelenkig verbindet; dies geschieht innerhalb einer besonders tiefen Einsenkung der Achselhöhle, welche wegen ihrer Stellung zu den übrigen Teilen des Gelenks, wegen ihrer mechanischen Bedeutung und wegen ihrer Begrenzung durch das Mittelgelenkstück als Mittelgelenkhöhle (mh) bezeichnet

sei. Es ist also durch dieses Gelenkstück gelenkig verbunden: Der tergale Bezirk mit dem zweiteilig pleuralen; der letztere wiederum einerseits mit dem Costalgelenk, anderseits mit dem Analfächer und dem Analgelenk. Mittlere Tergalplatte, Mittelgelenk, Pleuralgelenkkopf, Pleuralleiste trennen als mittlere Bezirke demnach einen vorderen, episternal bezogenen (den golfe antérieur AMANS), von einem hinteren, epimeral bezogenen (golfe postérieur AMANS) und nehmen auf beide zugleich Bezug (vgl. Mechanik).

b. Einzelheiten.

Bei der Betrachtung der einzelnen Gelenkteile soll nun so vorgegangen werden, daß, nach Erkenntnis der Beziehungen des pleuralen Oberrandes zum Gelenke, vom freien Flügel aus begonnen, der Gelenkbezirk und die Beziehungen des Tergits zu demselben in obiger Anordnung besprochen wird, worauf durch die Beschreibung des Mittelgelenkstückes der allgemeine Zusammenhang erklärlich wird.

1. Pleuralgelenkplatten.

Episternalgelenkplatte. Das Episternum (pl_1). Der oberste Abschnitt desselben verliert seine Einheitlichkeit dadurch, daß eine von oben und vorn schräg nach unten und hinten verlaufende Linie eine feste Episternalgelenkplatte (osselet oder appareil de pronation = osselet subantérieur AMANS, wohl hypopteron AUDOUINS) von dem nachgiebigeren oberen Teile des Episternums abtrennt (Fig. 5, Taf. XV *ep*). Infolgedessen ist der eingebuchtete, kräftig chitinöse oberste Teil des episternalen Vorderrandes als lange Vorderecke spitz ausgezogen und das also bestimmte Oberende des Episternums in der Richtung auf das Tergit und die vordere Tergalgelenkplatte einwärts umgebogen; das Hinterende des episternalen Oberrandes ist gleichfalls chitinös verstärkt.

Die unregelmäßig trapezförmige Episternalgelenkplatte (*ep*) ist in einer von der oberen Vorderecke zur unteren Hinterecke verlaufenden Wölbungslinie so umgebogen, daß der vordere, dem Vorderwinkel des Episternums angeschlossene Teil gleichfalls nach einwärts gebogen erscheint. Eine dem Wölbungsscheitel entgegengesetzt verlaufende, geknickte Chitinleiste zerlegt die Gelenkplatte in eine untere und eine obere Hälfte: Der Hinterrand der dreieckigen, unteren Hälfte grenzt an eine chitinöse Fläche an, welche die Pleuralleiste in den Bereich des Episternum vorschiebt; der dazwischen befindliche, die Artikulationsfreiheit ermöglichende Raum kann als fente

antépleurale — vgl. nach AMANS bei Dipteren und Hemipteren — gedeutet werden. Die obere dreieckige Hälfte ist am eingebuchteten Vorderrande und im spitz ausgezogenen oberen Vorderwinkel, pivot mobile antérieur AMANS, welcher gegen das Costalgelenk artikuliert, chitinös verstärkt, der Hinterwinkel lenkt gleichfalls gegen das Pleuralgelenk ein.

Die Beweglichkeit der Episternalgelenkplatte ist keine erhebliche; sie erfordert eine größere Muskelkraft als sonstige Gelenkteile.

Das Pleuralgelenk: Der Vorderwinkel des oben völlig weichhäutigen Epimeron tritt im Zusammenhang mit der Pleuralleiste lp zum Mittelgelenkstück (b_1) in Beziehung. Die Pleuralleiste (Entopleuron AMANS) ist im Hintergrunde der zur Mittelgelenkhöhle (mh) Cavité articulaire AMANS hin verbreiterten Pleuralfureche zu einem kräftigen Chitinstück umgebildet, dem Pleuralgelenkkopf (pk) (apophyse alifère oder auch pivot fixe oder médian AMANS). Derselbe verlängert sich sehr spitz nach hinten, wobei sich die gerade, seicht ausgehöhlte Oberkante eng an das Mittelgelenkstück anschließt; er wird dabei von einer vorgelagerten Hautfalte zum Teil nach außen verdeckt, welche das Epimeron mit dem hinteren Teil des Mittelgelenkstückes verbindet (vgl. Fig. 4 und 5, Taf. XV).

Epimeralgelenkplatten (vgl. bes. Fig. 4). Das Epimeron (pl_2). Die den faltig abgesetzten Oberrand des Epimeron begleitenden Epimeralgelenkstücke (p_1 und p_2) liegen völlig frei in der weichen Gelenkhaut der Achselhöhle. Die dem Ansatz des sechsten Pleuralmuskels pm_6 dienende vordere Epimeralgelenkplatte (p_1) ist ein langes, schmales, in der vertieften Pleuralhaut eingesenktes Chitinstück; sie springt nach innen weit vor in beiderseits über die äußerlich sichtbare Grenze verlängerter Endstrecke. Am vorderen Oberrande tritt sie an das Mittelgelenkstück heran, mit dem sie durch ein kräftiges Ligament verbunden ist (vgl. Querschnitt 6, Textfig. 7, III. Teil); ihr Hinterende befindet sich in der Nachbarschaft des Analgelenks (vgl. Taf. XV, Fig. 4, 10b, p_1). Mechanisch ist die durch ihren Muskel herabziehbare Platte von Bedeutung für das Mittelgelenkstück.

Das hintere Epimeralgelenkstück befindet sich am Grunde des Analgelenks; es ist ein kleines, tief eingesenktes, ovales Plättchen und dient dem Ansatz des siebenten Pleuralmuskels, durch welchen herabgezogen, es für die Beweglichkeit des Analgelenks von Bedeutung wird (Fig. 4 auf Taf. XV und Fig. 8 p_2). Die morphologische Auffassung der beiden Gelenkstücke vgl. Abschn. G, d im II. Teil.

Im Gegensatz zum episternalen Bezirk ist dieser epimerale Gelenkbezirk, der auf den Analfächer des Flügels bezogene Teil der Achselhöhle, ein sehr beweglicher und faltenreicher. Die Falte, in welcher sich der Flügel auf- und abwärts bewegt, verläuft in, bzw. unter den Epimeralgelenkstücken, alsdann am Unterrande des Mittelgelenkstückes durch die Mittelgelenkhöhle oberhalb des Pleuralgelenkkopfes und oberhalb der Episternalgelenkplatte unter dem Costalgelenk; letzteres vermag in der Ruhelage des gefalteten Flügels in den weichhäutigen Bezirk einzutreten, welcher sich zwischen Episternalgelenkplatte und dem Pleuralgelenkkopf befindet (vgl. hierzu Fig. 4). Weiteres wird die Mechanik des Flügels zeigen.

Hinter diesen Gelenken setzt der Anallappen an.

2. Der Flügel (Fig. 3 und 6).

Der Hinterflügel von *Gryllus domesticus* gleicht dem von *Gryllus campestris*; für letztere, sowie für *Oecanthus* ist er durch REDTENBACHER (1886) bekannt geworden; außerdem geben SAUSSURE (1876/78) und COMSTOCK (1898/99) zahlreiche Abbildungen. Es sei hier die seit REDTENBACHER üblich gewordene Aderbenennung angewandt.

Man hat bisher den Flügel in fünf Hauptfelder eingeteilt und nach den Adern ein Costalfeld (Präcostalfeld), ein Radialfeld, ein Medialfeld, ein Cubitalfeld und ein variables Analfeld unterschieden. Da es von morphologischer und mechanischer Bedeutung nicht nur für Orthopteren, sondern ganz allgemein für sämtliche »abgeleiteten« Insektentypen ist, die vier ersten Felder als eine Einheit dem Analfeld, Analfächer, gegenüberzustellen — wie es bisher in vorliegenden Ausführungen bereits angenommen ist — und da die Costalader von großer mechanischer Bedeutung für den ersten Flügelabschnitt und auch hauptsächlich an der Bildung des Gelenks beteiligt ist, so seien die genannten vier ersten Felder als Costalfeld, Vorderfeld, Schulterfeld, im weiteren Sinne zusammengefaßt; diese Auffassung findet sich auch bei SAUSSURE (1868). Es sei demnach von einem — nicht immer vorhandenen — Präcostalfelde, dem Costalfelde im weiteren Sinne, dem Analfelde, bei *Gryllus* als Analfächer besser bezeichnet, und dem Anallappen die Rede.

Costalfeld.

Das Costalfeld in weiterem Sinne ($/l_1$), SAUSSURES humeraler Abschnitt des Blattidenflügels (versant antérieur AMANS), entspricht dem Gebiete der Adern I (Radius) bis VIII, der sog. ersten konkaven

Analader (ihrer Lage nach), (vgl. die Adern *II*, *IV*, *VI* — subcubital); es wird hinten durch eine mechanisch bedeutsame und morphologisch gleichfalls charakteristische, tiefe, konkave Falte begrenzt, hinter welcher die erste Konkxader des Analfeldes folgt (hierzu vgl. Fig. 3 und 6). Die Beschreibung REDTENBACHERS (S. 177) gilt auch für *Gryllus domesticus*: Die Costalader *I* bildet als erste Konkxader eine kräftige Vorderrandsrippe, den Vorderrand des Flügels überhaupt; sie wird distalwärts sehr dünn. Die sehr dünne Subcosta *II* ist basal ausgelöscht. Die sehr kräftige Radialader *III* (alias Brachialader) ist an ihrem unteren Ende mit der Costalader zum Costalgelenkstück verschmolzen; mit letzterer, sowie mit der folgenden Medianader *V* (vielleicht gleich der alopleuralen nervure subantérieure AMANS), ist sie distalwärts hornig verbunden; es ist der unter dem Deckflügel außen vortretende, daher schutzbedürftige Teil. SAUSSURE nennt dies Gebiet den vorderen Teil des Humeralfeldes; letzteres mit einem, bei Blattiden nach vorn Zweigadern abgebenden, Hauptnerven. Das Gebiet der dünnen, aber kräftigen, dreiästigen Medianader *V* (konvex) stützt bei reichlicher Queraderung die Flügelspitze; es umfaßt die aire vitrée SAUSSURES als Glasfeldader. Die unmittelbar folgende, tiefe konkave Falte entspricht der einfachen, zarten, basalwärts ausgelöschten Submediana *VI*. Diese Ader, sowie besonders die folgende *VII*, die nach hinten Äste abgebende Discoidalader der Blattiden, entsprechen SAUSSURES hinterem Humeralfeld. Die beiden Äste der konvexen Cubitalader *VII* (wohl alodorsale = konvexe? die nervure médiane bei AMANS) sind auch hier — vgl. SAUSSURES bande anale — distalwärts zu einem hornigen, reichlich quergeaderten Chitinstreifen verbunden. Die nun folgende konkave Subcubitalis *VIII*, nervure submédiane AMANS', als alopleural, wohl gleich konkav bedeutend, erste konkave Analader REDTENBACHERS, sog. Teilader, nervure divisante SAUSSURES, ist basalwärts ausgelöscht, bildet aber die erwähnte, wichtige, bei ausgebreitetem Flügel sehr tief konkave bis ins Gelenk hinein zu verfolgende Gelenkfalte der beiden Flügelfelder, die dépression submédiane (AMANS), auf welche das mechanisch so bedeutsame dièdre basilaire (AMANS) Bezug nimmt. Die *V*. und *VII*. Ader sind an ihrem basalen Ende ausgelöscht: Die wurzelwärts bogig gegen die Radialader vortretende und mit dem Vorderast der Cubitalader *VII* verbundene Medianader umschließt mit dem hinteren Ast derselben ein verhorntes, gewölbtes Feld, welches den Raum zwischen Radialis und dem Analfächer ausfüllt, und gegen welches die konkave Falte der *VI*. Ader gelenkig ausläuft; zwischen diesem kubitalen

Hornfelde und dem Gelenkbezirke anderseits bleibt also die Basis des Costalfeldes ein mehr oder weniger chitinisiertes, häutiges, freies Feld, Costalwurzelfeld (*ew*), in welchem die zwischen dem kubitale Hornfelde und dem verdickten Basalende der *I.* konvexen Analader enge Flügelfalte an den Hinterrand des Costalgelenks verläuft. Hieraus wird ersichtlich, warum die *VIII.* Ader-Konkavfalte nicht, wie aus REDTENBACHERS Abbildungen (Fig. 22, Taf. XI) annehmbar sein könnte, in der *VI.* konkaven Aderfalte verläuft, sondern dem von SAUSSURE und auch von REDTENBACHER für die Blattiden angegebenen Verhalten entspricht (vgl. bes. die Elytren). Von einer deutlichen Verbindungsader zwischen der ersten konvexen Analader und der Cubitalader (REDTENBACHER, Fig. 22) ist bei *Gryllus domesticus* nichts zu sehen. Die Aderhomologien mit den Angaben AMANS sind in Anbetracht der beiden voneinander abweichenden Abbildungen (1884, Fig. 2 und 1885, Taf. III, Fig. 1) sowie der Unvollständigkeit der Figur 1 bezüglich der Flügelfläche mit einiger Sicherheit nur auf die *VII.* und *VIII.* Ader zutreffend. Die Identifizierung der nervure antérieure, pro- und subantérieure habe ich daher unterlassen. Das Feld von der nervure proantérieure bis einschl. der nervure subantérieure mag dem Gebiete *I* bis *III* entsprechen; die *V.* und *VII.* Adern mögen auch bei den übrigen Orthopteren basal ausgelöscht sein. .

Costalgelenk.

Das Costalgelenk (*eg*) (vgl. Fig. 3, 7, 4) entsteht durch Verschmelzung und starke Verhornung der basalen Radialader und besonders der Costalader; auf der Oberseite weichen die beiden Adern basalwärts auseinander: Die Costalader *I* endet, an Stärke schnell abnehmend und dabei immer weniger oben vortretend, in nach hinten umgebogenem Bogen; von ihr durch eine weite Einsenkung getrennt, endet dahinter die vorn steil abfallende Radialader *III* in erhaben gerundetem Vorsprung. Dieser Oberseite des Costalgelenks entspricht eine unregelmäßig gerundete, zum größten Teil der Costalader angehörige Unterkante, welche unterseits stark vorspringt (vgl. Fig. 4). An der flachen Vorderseite setzt sich die Duplikatur als weiche Hautfalte in die Hautpolster vor dem Gelenke fort. Unter Auseinanderweichen der beiden Lamellen des Flügels gehen die beiden Adern, bisher noch als geschlossene Rohre voneinander getrennt, durch Fortfall der trennenden Scheidewand in einen gemeinsamen Raum über; an der Basis sind jedoch die beiden Lamellen durch eine sehr feste Chitinbrücke *br* zueinander verfestigt, welcher unterseits ein besonderer

Vorsprung am Costalgelenk entspricht. Das Costalgelenk ist hinten an das Mittelgelenkstück angeschlossen: unterseits durch eine weiche, geräumige Hautfalte, welche in die Mittelgelenkhöhle überleitet; oberseits geht das Costalgelenk unvermittelt in das Mittelgelenkstück über, — eine feste elastisch-chitinöse Ansatzlinie, in welcher die Spannungsverhältnisse der Ausbreitung des Flügels entgegenwirken und die Ruhelage, d. h. den Eintritt des Costalgelenks in die Mittelgelenkhöhle, herbeizuführen bestrebt sind. In diese bald konvexe, bald konkave Gelenklinie läuft sowohl die konkave Flügelfalte der VIII. Ader, als auch die konvexe Vorderrandsfalte des Analfeldes ein.

Analfächer.

Der zweite Abschnitt des Flügels, der Analfächer (f_2), das Analfeld, oder das Axillarfeld SAUSSURES, ist mit dem thorakalen Gelenkbezirk durch die als Duplikaturen kenntlichen Flügelnplatten verbunden. Er erstreckt sich von der ersten konvexen Analader, IX. (Axillaris), welche in einer hohen konvexen Falte den Beginn des Analfächers ausdrückt, an, über den Raum von weiteren zehn konvexen, regelmäßig mit dünnen konkaven Adern abwechselnden und mit diesen durch weitläufige, dünne Queraderung verbundenen Fächerstrahlen. Die IX. Ader, die erste konvexe Analader, alodorsale nervure postérieure (AMANS), ist eine kräftige, an ihrer Basis verbreiterte und dann nach hinten umgebogene Ader; mit ihren beiden folgenden konvexen Nebenästen IX_1 , IX_2 , nimmt sie ein wenig faltbares Feld ein, hinter welchem eine tiefe, gegen die Basis der ersten Analis auslaufende, konkave Falte (X. Ader) folgt. Die zweiten bis fünften konvexen Strahlen des Analfächers erscheinen deutlich als Äste der ersten XI. Ader (XI_1), deren Basalende parallel der ersten Analis (IX) nach hinten umbiegt. Die hintere Begrenzung des Analfächers liegt in einer — wie die Betrachtung des Flügelsaumes zeigt — ihrer Natur nach konvexen, jedoch eine tiefe Konkavfalte bedingenden Ader XIII (vgl. REDTENBACHER); dieselbe bildet zudem den Hinterrand der Analgelenkplatte d_2 und den eingesenkten Analgelenkkopf ak selbst. Als zunächst kräftige, ziemlich breite Ader verbindet sie sich distal mittels verbreiterten Chitinbezirks mit dem zehnten Aste der XI. Ader und der ersten Ader des Anallappens (vgl. Fig. 6) und erscheint darüber hinaus in ihrer distalen Hälfte als dünner, konvexer Strahl, hinter welchem die konkave Falte als hintere Grenze des Analfächers verläuft. Von der Basis dieser Analgelenksader XIII aus wird die Grenze des Analfächers bestimmt: Gelenkwärts durch

eine breite, kräftige, hornige Querverbindung (*v*), »Verbindungssteg« gleichbedeutend mit der arcade postérieure oder terminale (AMANS) der übrigen Orthopteren, der arcade axillaire bei Blattiden (SAUSSURE), welche die Fächerstrahlen *XI* 6–9 entsendet und nach vorn, zwar schmaler, mit dem verbreiterten Basalende der *IX.* und *XI.* Ader — hier wiederum selbst verbreitert — in einer konvexen Scharnier-Gelenklinie zusammentrifft (vgl. bes. Fig. 6). Diese letztere ist ein Teil der vom zehnten Strahl der elften Analader (*XI*₁₀) bedingten, vor der *XIII.* Ader verlaufenden, konvexen Hinterrandsfalte des Analfeldes, welche an dem mittleren Erweiterungsbezirke der *XIII.* Ader nach vorn ausbiegend mit dem Verbindungssteg und der proximalen Hälfte der Analgelenksader *XIII* ein hinteres zarthäutiges »Hautfeld« *sp* umschließt; sie vereinigt sich mit der uns als konvexe Vorder-randsfalte *IX* des Analfächers bekannten, in das Costalgelenk einlaufenden Falte an der Stelle ihres Zusammentreffens mit der *IX.* Ader. Die im »Hautfeld« ausgelöschten 7. bis 9. *XI* Fächerstrahlen gehen an ihrer Basis nach vorn gerichtete Querverbindungen untereinander bzw. mit dem sechsten *XI.* Strahl ein. Es ist somit der Analfächer in einen, mittels eines Scharniergelenks — in angegebener Konvexlinie — zusammenschlagbaren, festen Chitinbügel gespannt, und die Dreiteilung des Analfächers durch die konkave *X.* Falte und die konvexe Hinterrandsfalte in zwei umgefaltet nach unten umschlagbare Bezirke — Gebiet der *IX.* Ader und Raum des »Hautfeldes« — und einen diesen angepaßt faltbaren Fächerteil erscheint mechanisch begründet.

Im gelenklosen Anallappen ist die Aderung basalwärts ausgelöscht; von der ersten konvexen, noch kräftigen *XV.* Ader ab nimmt die Regelmäßigkeit und Schärfe der nunmehr unregelmäßig netzigen Aderung ab.

Das Analgelenk (vgl. Fig. 3, 4, 6 Lagebilder;
im einzelnen Fig. 8).

Die aus mehrfachen Chitinplatten zusammengesetzte faltige Wurzel des Analfächers (*aw*) grenzt in der durch die vereinigte *IX.* und *XIII.* konvexe Falte gebildeten, unpaaren basalen Konvexfalte an die häutige Basis des Costalfeldes, das Costalwurzelfeld (*cw*); hier schließt sich die eine Seite eines fast dreieitigen Plättchens an, welches (*c*₁) »Vermittlungsplatte« genannt sei, da es im mittelbaren Anschluß an das Mittelgelenkstück (*b*₁) zwischen Costalfeldwurzel und Analfächerwurzel vermittelt: mediallyseitig grenzt es an die vordere

Analgelenkplatte d_1 ; hinten schließt sich eine zweite, etwa dreieckige Platte (e_2), osselet terminal AMANS, an, welche einen vorderen Bezirk der im übrigen — abgesehen vom Analgelenkstück d_2 — glashäutigen Analfächerwurzel (aw) einnimmt; sie sei als Analwurzelplatte (e_2) bezeichnet.

Die eigentliche Analgelenkplatte endlich vollzieht die Verbindung der Analfächerwurzel mit dem Thorax und erstreckt sich als unregelmäßige, zweiteilige Platte von der »konvexen Flügelfalte« an bis zur XIII. Ader. Dieser Analgelenkplatte ist insofern eine besondere Stellung deskriptiv einzuräumen, als sie sich dem Thorax fest anschließt, und der an ihrem annähernd geradlinigen Seitenrande ansetzende Flügel nach Bruch der Costalader und Radialader am Costalgelenk leicht abzutrennen ist. Von den beiden Teilen ist die einfache, vordere Analgelenkplatte (d_1), deren obere Lamelle chitinisiert ist, deren untere Lamelle feinhäutig bleibt, ein längliches, gerundet unregelmäßig-dreieckiges Stück, eine oben konkav vertiefte, unten daher (Fig. 4 d_1) gewölbt vortretende Platte, annähernd ein sphärisches Dreieck, mit kurzem, zur konvexen Flügelfalte aufgebogenen Vorderrande und spitzem Hinterwinkel; sie grenzt mit der vorderen Strecke ihres Innenrandes in festem, aber nicht unbeweglichem Anschluß an das Mittelgelenkstück, pleuralseitig an die Vermittlungsplatte (e_1) der Analfächerwurzel. Am Hinterwinkel und der hinteren Strecke des Innenrandes, in welchem die Duplikatur der Platte durch Auseinandertreten der Lamellen zur tergalen bzw. zur zarten, pleuralen Haut aufhört, verbindet sie sich gelenkhäutig mit der hinteren Analgelenkplatte (d_2).

Letztere ist äußerst frei beweglich in die weiche Faltenhaut des Thorax eingesenkt und tritt, abgesehen vom Vorderende, nur noch hinten zum Tergit in Beziehung; sie ist kräftig chitinisiert, vielfach unregelmäßig verbogen, quergewölbt und von etwa trapezischer Gestalt. Der tief herabgebogene, hintere Innenwinkel, das Analgelenk, ist in die Gelenkhaut eingesenkt und ragt ins Körperinnere hinein (vgl. Querschnitt 1, Textfig. 2, III. Teil) und tritt in Beziehung zur hinteren Epimeralplatte (p_2) und deren Muskel ($IIIpm_7$). Eine von ihm ausgehende, gegen den vorderen Seitenrand verlaufende Furchung bezeichnet das Aufhören der Flügelduplikatur, indem hier unterseits die Pleuralhaut frei wird, und zudem also ein vorderer, medialwärtiger Abschnitt von einem hinteren, dreieckigen Stücke zur Absonderung gelangt. Ersterer ist demnach eine einfache, rein tergale, daher von der Unterseite unsichtbare Fortsetzung der Analgelenkplatte; er darf

daher Tergalfortsatz (*ta*) der letzteren (d_2) genannt werden, welcher an der Vorderecke mit dem Mittelgelenkstück (b_1) und der mittleren Tergalgelenkplatte (d_2) beweglich zusammentrifft und deren stark herabgebogener Innenrand vor der Mitte, vor einem scharfen Ausschnitt, einen langen, dem Ansatz des zwölften Pleuralmuskels (pm_{12}) dienenden Sporn (*s*) trägt. Die vordere Spitze des dreieckigen, stark gewölbten, hinteren Abschnittes der Analgelenkplatte (d_2) trifft mit dem Hinterwinkel der vorderen Analgelenkplatte (d_1) zusammen; den Hinterrand endlich bildet die *XIII.* Ader, zwecks deren Bildung die beiden hier gleichmäßig kräftig chitinisierten, im ganzen Bezirk durch zahlreiche Querbrücken verbundenen Lamellen der Chitinplatte, jenseits einer sehr festen Verschmelzungslinie, oberseits gewölbt ausinandertreten.

Gelenkfalten.

In einer dem geraden Seitenrand ziemlich parallelen, konkaven Linie ist ein seitlicher Streifen der Platte $d_1 + d_2$ aufgebogen, und hier setzt der Flügel an. Es zeigt sich nun, daß die die hintere Grenze des Analfächers bedeutende konkave Falte sich in der morphologisch konvexen *XIII.* Ader (REDTENBACHER) fortsetzt und sich weiterhin in der konkaven Seitenrandlinie der hinteren Analgelenkplatte d_2 und in der ganzen konkaven vorderen Analgelenkplatte d_1 fortführen läßt, so daß sie gleichfalls am Zusammentreffen des Costalgelenks mit dem Mittelgelenkstück endet. Außerdem ist mit dem Freiwerden der Pleuralhaut am Analgelenkstück die Ansatzlinie des Flügels gegeben. Die Beweglichkeit der Flügelplatten und des Analgelenks untereinander ist keine erhebliche, jedoch bei der großen Beweglichkeit des Analgelenks im Thorax, sowie durch die eben beschriebene, ziemlich starre konkave Umbiegungsregion genügend um den gefalteten Flügel danach noch über den Rücken umzuschlagen, was durch den Muskel (pm_{12}) bewirkt wird. Die Betrachtung des Analfächergelenks geschah nach den in der Faltung zum Ausdruck kommenden mechanischen Gesichtspunkten. Der Nachweis, inwiefern die Vermittlungsplatte und die medialseitig angeschlossene vordere Analgelenkplatte etwa morphologisch dem Costalfelde im weiteren Sinne angehören, muß — legt man überhaupt Wert darauf — entwicklungsgeschichtlich erbracht werden; man darf jedoch vielleicht in dem hinter der Vermittlungsplatte befindlichen Streifen die ausgelöschte Basis der *IX.* Ader vermuten.

Der Vergleich der ganzen, soeben beschriebenen Analgelenkteile

mit dem von AMANS beschriebenen Verhalten des Hinterflügels der Locustiden zeigt zwar keine prinzipiellen, so doch anatomisch auffallende Unterschiede, welche in einer Konzentration der Analfächerwurzel auf einen engeren Bezirk und basalen Verfestigung der Analfächerstrahlen bei *Locusta* beruhen; es wird am Schluß, nach Besprechung des Elytron, nochmals hierauf eingegangen werden: Die Homologie des Verbindungssteges mit der Arcade terminale und der Platte (e_2), der Analwurzelplatte, mit dem Terminal konnten sicher festgestellt werden; es ist somit wahrscheinlich, daß der Hinterrand des Terminal und des Proterminal der hinteren Analgelenkplatte nebst Wurzel der XIII. Ader, sowie dem Tergalfortsatz *ta* entspricht.

Der Analgelenkbezirk entspricht bei Blattiden (vgl. SAUSSURE) dem carrée axillaire; AMANS homologisiert es (S. 53 unten) mit der von ihm beschriebenen lame carrée = pièce quadrilatère der Orthopteren, was nach Kenntnis der Figur bei SAUSSURE und nach dem beschreibenden Text gemäß dem mechanischen Verhalten des Gelenkstücks (SAUSSURE) (Annales S. 165) nicht zugänglich sein dürfte (indem ich u. a. die fossetée laterale des Metathorax SAUSSURE der dépression postdorsale bei AMANS gleichsetze); vgl. Mittelgelenkstück bei *Gryllus*.

3. Tergalgelenkplatten (Fig. 9).

Die drei dem Tergit angeschlossenen und dessen Verbindung mit dem Flügelgelenk herstellenden Tergalplatten sind ringsum frei beweglich, sei es durch dünne weiche, oder durch starke, bewegliche, ligamentöse Häute miteinander und mit den angrenzenden Bezirken verbunden. Die eng aneinander angeschlossene vordere und mittlere Tergalplatte können trotz ihrer gelenkigen Trennung als ursprünglich einheitlich aufgefaßt werden.

Die vordere Tergalplatte (a_1) ist eine quergewölbte, hinten verbreiterte, längliche Platte; sie tritt, vorn jenseits einer Schrägfurche stärker chitinisiert und verschmälert, sowie seitlich in der Richtung auf die Episternalgelenkplattenspitze herabgebogen, als Stütze des Costalgelenks unter dasselbe (vgl. Querschnitt 9, III.-Teil) und bildet die steil abfallende vordere Grenze des Gelenkbezirks überhaupt; ihr Hinterrand ist dem Vorderrand der mittleren Tergalplatte angepaßt. Die Verbindung des Seitenrandes mit dem Mittelgelenkstück ist eine breite, weiche Haut.

Die vordere Tergalplatte ist für Orthopteren bisher noch nicht beschrieben; sie entspricht aber wahrscheinlich dem Antésigmoïde anderer Insekten (AMANS).

Die wichtige mittlere Tergalplatte (a_2) ist ein großes, festes, unregelmäßiges, gewölbtes und trapezoides Chitinstück, deren steil herabgebogener, zweimal bogig geschwungener Innenrand doppelt so groß ist, als der annähernd parallele, geradlinige Seitenrand; die leistenartige Verstärkung der beiden Ränder bildet am besonders kräftigen Innenrande etwa in der Mitte einen breiten, stumpfen Gelenkvorsprung. Infolge der Einbuchtung des langen und sehr schrägen Hinterrandes ist der innere Hinterwinkel in einen langen, kräftigen Sporn ausgezogen, an dessen Grunde die Wölbung der Platte durch eine dem Seitenfortsatz entsprechende Einsenkung unterbrochen ist. Der spitze äußere Hinterwinkel trifft mit der Analgelenkplatte zusammen. Das plötzlich aufgebogene Vorderende ist an dem an die vordere Tergalplatte angeschlossenen Rande eingebuchtet. Der Seitenrand grenzt mit schmaler, ligamentöser Gelenkhaut (vgl. III. Teil, Textfig. 3 bis 8, Querschnittserie) an das Mittelgelenkstück. Die zwischen dem Hinterrand und der Analgelenkplatte a_2 befindliche Faltenhaut vermag in der Ruhelage das Analgelenk ta aufzunehmen (vgl. hierzu Fig. 1 mit 2 im III. Teil, Tafel XXIV).

Die mittlere Tergalplatte entspricht dem an den Thorax angeschlossenen Teil des dorsalen Bezirks der lame carrée = pièce quadrilatère (AMANS), welches letztere im übrigen dem Mittelgelenkstück von *Gryllus* gleichzusetzen ist. Die hierauf bezüglichen, nicht ganz klaren Abbildungen und Beschreibungen AMANS' von Orthopteren lassen vermuten, daß bei den übrigen Orthopteren die mittlere Tergalplatte mit dem Mittelgelenkstück fest verwachsen ist. Bei den übrigen Insekten erst wird sie selbständig frei und wird überall als sigmoide wiedergefunden.

Die hintere Tergalplatte (a_3) ist ein dreieckiges Chitinstück, dessen Basis sich auf den dem tergalen Seitenrande entspringenden Chitinvorsprung stützt, und dessen scharfe, verschmälerte Spitze über die Gelenkhaut zum vertieften Analgelenkkopf d_2 , ak herabgebogen ist (hierzu sehr deutlich Querschnitt 1, Textfig. 2 im III. Teil).

Die hintere Tergalplatte ist dem dorsoterminal AMANS zu vergleichen; sie tritt demnach, der dépression postdorsale, d. h. dem flachen, hinteren Bezirk dt_1 des Scutum angeschlossenen, bei Insekten höherer Organisation auf; jedoch scheint sie, wenn auch nicht ausdrücklich beschrieben, so doch in Tafel III, Fig. 1 (AMANS, Annalen) für Locustiden angedeutet.

Die vordere und mittlere Tergalplatte stützen sich auf das

Präscutum, letztere außerdem auf den vorderen Vorsprung des verflachten paarigen Seitenfeldes des Tergits (dt_1).

4. Gelenkbildungen des Tergits.

Die Beziehungen des Tergits zur mittleren Tergalplatte sind folgende: Die den präscutalen Teil vom Scutum trennende Innenleiste tritt unter Abtrennung eines langen, schmalen Teils des gewölbten Vorder- und Seitenrandes infolge eines schmalen Spaltes ts (fente dorsale AMANS) über die tergale Gelenkbucht frei vor. Dieser kräftige, bogige Tergalhebel (th , Fig. 9) [ähnlich dem angle au dièdre, coude dorsal (tergal) AMANS] tritt über den in die Gelenkbucht (tb) eingreifenden Gelenkvorsprung der mittleren Tergalplatte (a_2), welche von unten, wie beschrieben, gestützt ist; er ist selbst wiederum unter den tergalen Seitenbuckel ange drückt. Der Druck dieses Hebels richtet die Tergalplatte außen-seitlich auf; die Mechanik wird zeigen, wie sich der hiermit gegebene Einfluß auf das Mittelgelenkstück gestaltet.

Die drei tergalen Gelenkplatten kann man ohne weiteres als abgegliederte Stücke des Tergits auffassen, was für die hintere Tergalplatte der Vergleich mit dem Mesothorax zeigt. Die mittlere Tergalplatte scheint aus dem Seitenrande des Tergits geradezu herausgeschnitten zu sein; die vordere Tergalplatte wäre etwa dem Präscutum anzuschließen.

5. Mittelgelenkstück (Fig. 10, vgl. mit Fig. 3 u. 2).

Das bereits oben charakterisierte Mittelgelenkstück (b_1) erscheint in dorsaler Ansicht als länglich vierseitiger, derart gewölbter Chitinbezirk, daß die beiden vorderen Ecken in gleicher Höhe liegen, die äußere Hinterecke aber infolge des zum medialen windschief verlaufenden lateralen Seitenrandes viel tiefer liegt als die innere. Es bezeichnet das Auseinanderweichen der Flügel duplikatur zum pleuralen bzw. zum tergalen Bezirk. Die Abtrennung der vorderen Analgelenkplatte zeigt (Fig. 10 b), daß der Seitenrand des Stückes eine, allerdings nicht mehr eng aneinander gelagerte Duplikatur ist; am Vorderrand sind die beiden Lamellen entsprechend dem Übergang in das Costalgelenk bereits voneinander entfernt, ein Übergang, dessen dorsale elastische Kontinuität bereits beschrieben wurde (S. 321). Der Hinterrand des Stückes ist sehr kurz; an der tief herabgebogenen äußeren Hinterecke sind beide Lamellen vereinigt, an einer Stelle $b_2 + a_2, br$, an welcher die, die vordere mit

der hinteren Analgelenkplatte verbindende Gelenkhaut herantritt. Die innere Hinterecke und der an die mittlere Tergalplatte a_2 angeschlossene, leistenartig verstärkte innere Seitenrand der oberen Lamelle gehört allein dem tergalen Bezirk an; der »mediale« entsprechende »Innen«-Rand der unteren Lamelle grenzt an die Pleuralhaut, so daß also beide Lamellen medialwärts weit voneinander entfernt sind. Die derart befreite Pleuralhaut des Stückes geht in die Bildung der Chitinbezirke der Mittelgelenkhöhle mh (cavité articulaire AMANS) ein. Bevor beide Lamellen endgültig auseinanderweichen, treten sie durch kräftig chitinöse Brücken in Verbindung.

Der Zweck dieser Einrichtung ist der, die Chitinteile der Mittelgelenkhöhle in einer zur dorsalen Fläche unverschiebbaren und gesicherten Lagerung zu erhalten. Es handelt sich besonders um die Sicherung eines doppelten, kräftigen, balkenartigen Chitinstreifens $c-a_2$, der sich in, bzw. hinter, bzw. außen vor der Mittelgelenkhöhle befindet. Die vordere Strecke $c-a$ dieses Balkens verläuft hinten tief im Hintergrund der Zentralköhle und endet hier in einer außen verborgenen Ecke; sie artikuliert als Rollgelenk (ligne de bascule AMANS) in Condylarthrose (AMANS), wie bereits angegeben ist, mit dem verlängerten Pleuralgelenkkopf, mit dem er mittels schmaler Haut eng verbunden ist. Die ununterbrochen angeschlossene hintere Strecke des Pleuralbalkens $a_1, a-a_2$ tritt nach vorn ausbiegend vor das Hinterende der vorderen vor; sie geht in die zum Epimeron führende Haut über, welche, wie bekannt ist, den verborgenen Teil der Mittelgelenkhöhle als Außenwand begrenzt. Der hintere auf das Analgelenk bezügliche Teil des Pleuralbalkens springt daher außen vor und kann, im Gegensatz zum vorigen, dem epimeralen Bezirk zugerechnet werden, wie denn ja auch sein gerundetes Hinterende mit der vorderen Epimeralplatte (p_1) in ligamentöse Verbindung tritt (vgl. III. Teil, Textfig. 8, Querschn. 7: plb_1 mit p_1).

Innerer Bau desselben.

Der innere Bau des Mittelgelenkstückes zeigt folgendes: Die Verfestigung des Pleuralbalkens erfolgt einmal dadurch, daß sich die im oberen Rande der Mittelgelenkhöhle nähernden Lamellen enger verbinden, einmal im Costalgelenk (g), dann in der Mitte des Seitenrandes (d) durch eine schwächere, endlich im herabgezogenen, äußeren Hinterwinkel $b_2 + a_2$ durch eine kräftige Querbrücke; dann aber dadurch, daß die pleuralen Balken von der tergalen Lamelle aus mittels zweier frei durch das Innere des Gelenkstückes verlaufender,

sehr kräftiger Chitinpfiler gestützt werden: Der eine setzt oben am Vorderrande schmal-breit mit erweiterten Ecken *g*, *h* an, bezeichnet hier die vordere Grenze des Mittelgelenkstücks, verläuft gegen das Vorderende des vorderen Balkens *c*; der andre geht von etwa hinter der Mitte der tergalen Decke *f* + *b* aus und ist unten verbreitert am Zusammentreffen der beiden Balken, welche er zugleich stützt. Der pleurale, wie auch tergale Anteil des seitlichen Randes, in welchem also der Flügel frei wird, laufen demnach auch in dem am Analbezirk angrenzenden Teil parallel, was im Gegensatz zum Deckflügel hervorzuheben ist.

Es erweist sich also dieses Mittelgelenkstück infolge seiner Verbindung mit dem Tergit und zugleich infolge engen Anschlusses an das Pleuralgelenk, welches ein starkes Widerlager für dasselbe bedeutet, als ein bedeutungsvolles, in sich unverschiebbares Verbindungsstück des Tergits mit der Flankenhaut, welches nur um die mit dem Zusammentreffen mit dem Pleuralgelenk gegebene Richtung als Längsachse gedreht werden kann und hierin eine von anderen unabhängige Bewegungsmöglichkeit für sich besitzt. Es trennt zwei verschiedenartig bewegte Flügelabschnitte, deren vorderer vor der Mittelgelenkhöhle, deren hinterer hinter derselben eingelenkt ist. Da das Mittelgelenkstück keinerlei Muskulatur Ansatz bietet, ist es ein passiver Teil inmitten bewegter Komplexe, eine Art Sperrvorrichtung. Im übrigen sei auf die unter drei verschiedenen Gesichtswinkeln aufgenommenen Fig. 10 *b* bis *d* und auf das der vorliegenden Betrachtung zugrunde liegende, sich aus der mechanischen Bedeutung erklärende Schema (Fig. 10 *a*) verwiesen. Ein solches Mittelgelenkstück ist für Blattiden (SAUSSURE) nicht beschrieben; es ist jedenfalls in einer Region zu suchen, für welche SAUSSURE (Tafel 11, Fig. 3 Annales, Tom. 10) vier Gelenkstücke *c*, *c'*, *c''*, *c'''*, angibt; neue Untersuchungen hierüber sind erwünscht.

Im übrigen entspricht bei Orthopteren das Mittelgelenkstück dem von AMANS anschaulich beschriebenen pièce quadrilatère oder lame carrée (vgl. auch die übrigen Insekten und der tuberosité postérieure, Libellen z. B.). Nach AMANS ist eine sigmoide (= mittlere Tergalplatte *Gryllus*) bei Orthopteren nicht zur Abtrennung gelangt; dies tritt bei Neuropteren ein, wo sich der ganze dorsale Anteil als sigmoide vom pleuralen Anteil submédian trennt! Bei den übrigen Insekten bleibt, wie bei *Gryllus*, nach Abtrennung des sigmoide wenigstens noch ein an die Flügelbasis grenzender, dorsaler Anteil der

lame carrée, der bei AMANS anscheinend unbenannt geblieben ist, mit dem Pleuralbalken = submédián in Verbindung.

Das Prinzip dieses Gelenkteils findet sich überall wieder.

Im Mesothorax.

a. Allgemeine Übersicht.

Für die Übersicht des mesothorakalen Flügels, des Elytron und seines Gelenks ergeben sich Gesichtspunkte, wie sie gleicherweise für den Metathorax aufgestellt wurden.

Die Duplikatur des dreiteiligen Flügels tritt an der Stelle des Ansatzes am Thorax auseinander. Die Gelenke der Flügelwurzel sind in dem auf das Episternum bezüglichen Costalfelde das Costalgelenk, in dem auf das Epimeron bezüglichen Analfächer ein solides Chitinstück: die als von oben wie von unten sichtbare Duplikaturen bekannten Analwurzelplatten und insbesondere das Analgelenkstück; der kleine Anallappen setzt gelenklos an.

Die einfachen thorakalen Gelenkplatten sind die drei tergalen Platten, die vordere, mittlere und hintere und die pleuralen. Von letzteren weicht die episternale Gelenkverbindung von der metathorakalen erheblich ab, die epimeralen Gelenkstücke sind ein vorderes und noch ein kleines hinteres Gelenkstück. Die Pleuralleiste bildet den gegen das eigentümlich gebaute, nur wenig aus der Mittelgelenkhöhle (cavité articulaire) vortretende Mittelgelenkstück eingelenkten Pleuralgelenkkopf, das Pleuralgelenk, im Grunde einer hier tiefen und anders als im Metathorax gestalteten Mittelgelenkhöhle, welche hinten durch eine besonders unten stark vortretende Kante begrenzt ist (vgl. bes. Fig. 12).

Im übrigen sei auf die allgemeine Darstellung im Metathorax verwiesen; es sollen die einzelnen Gelenkteile in gleicher Reihenfolge in ihrem von denen des Metathorax abweichenden Verhalten beschrieben und sogleich mit jenen verglichen werden, worauf sich allgemeine Vergleichsresultate der beiden Gelenkbezirke aufstellen lassen; die Unterschiede stehen, wie schon jetzt hervorgehoben sei, in engem Zusammenhang damit, daß, — mag auch der Hinterflügel in gewisser Weise bereits eine besondere Entwicklungsrichtung eingeschlagen haben — unter Zugrundelegung gleicher Verhältnisse eine besonders im Analfächer deutliche Reduktion des Deckflügels stattfand, und die Mechanik eine vereinfachte wurde.

b. Einzelheiten.

1. Pleuralgelenkplatten.

Das Episternum (pl_1 , Fig. 13) tritt jenseits des chitinös verstärkten, hinten gerundet vortretenden oberen Randes zum Costalgelenk in Beziehung, einmal durch eine Chitinleiste (l in Fig. 12 u. 13), welche einen kontinuierlichen Übergang des Pleurenrandes in den Vorderrand des Deckflügels bedeutet, während die davor gelegene, im Vergleich mit dem Metathorax breitere Region einen häutig-faltigen Übergang in den Vorderrandslappen des Deckflügels vermittelt; der nach oben gestreckte Hinterwinkel bildet einen in der verflachten Seitenfurche vor, nicht in der Mittelgelenkhöhle (mh) gelegenen Gelenkkopf (ek), auf welchen ein Teil des Costalgelenkkopfes (ck) gestützt scheint. Auch hier also findet nur mit dem Costalgelenk (cg) eine, diesen Teil der Flügelgelenkhöhle — im Gegensatz zum epimeralen — wenig komplizierende Verbindung statt; den chitinösen Oberrand begleitet eine nach innen weit einspringende, dem Ansatz von Muskeln dienende, lamellöse Leiste m (vgl. Fig. 13).

Die ganze Einrichtung entspricht dem appareil de pronation AMANS, und wohl dem hypopteron AUDOUINS.

Das Pleuralgelenk: Der kräftige Vorderwinkel des Epimeron beteiligt sich, wie im Metathorax, im Zusammenhang mit der Pleuralleiste an der Bildung des Pleuralgelenkkopfes. Derselbe ist ein kräftiger, gerundet weit nach vorn hin ins Innere gerichteter Vorsprung (pk) (vgl. bes. Fig. 15a u. 14); dadurch erhält die aus der verflachten Pleurfurche (plf) entwickelte Mittelgelenkhöhle (mh) eine größere Tiefe und entgegengesetzt zum Metathorax eine äußerlich nicht mehr sichtbare Ausdehnung nach vorn (pk , Fig. 14): Der Pleuralgelenkkopf, pivot fixe oder médian AMANS', mit dem Mittelgelenkstück vorn am Unterrande desselben.

Epimeralgelenkplatten. Der Oberrand des auf den Analflügel bezüglichen Epimeron (Fig. 12 u. 13) ist infolge der Reduktion des ersteren sehr kurz und durch eine von der vorspringenden Hinterkante der Mittelgelenkhöhle (mh) ausgehende große Falte begrenzt, jenseits welcher, zum Teil schon der intersegmentalen Dorsalhaut regional angehörig, das kräftige Analgelenk ak in die weitfaltige Haut der Flügelgelenkhöhle sehr beweglich eingelenkt ist. In der Gestaltung der kurzen, und — was wichtiger ist — nicht mehr dem pleuralen Seitenrande parallelen, sondern nach innen und rückwärts weisend gedrehten Achselhöhle ergibt sich ein wichtiger Unterschied

vom Metathorax, welcher durch die veränderte Mechanik des Analfeldes begründet ist und auf welchen bei Betrachtung des Mittelgelenkstückes zurückzukommen ist. Von den Gelenkstücken begleitet das vordere, im Gegensatz zum Metathorax kurze, epimerale Gelenkstück p_1 , breit und vertieft ansetzend, innen spitz vorragend, den Oberrand des Epimeron diesseits der großen Falte (vgl. p_1 Fig. 12, 13 18 b u. c); es bietet gleichfalls dem kräftigen pm_6 Ansatz.

Das hintere epimerale Gelenkstück (p_2) ist ein kleines, jenseits der großen Falte am Grunde des Analgelenks (d_2, ak) tief verborgenes, auf den pm_7 Muskel bezügliches Plättchen (vgl. Fig. 16).

Flügelansatzfalte.

Die Falte, in welcher sich der Flügel bewegt, verläuft vom Analgelenkkopf oberhalb der vorderen Epimeralgelenkplatte mitten über das Mittelgelenkstück oberhalb der vorspringenden Hinterkante a der Mittelgelenkhöhle gegen den Oberrand des Episternums. Hinter dem Analgelenk geht der gelenklose Anallappen in den Hinterrand des Scutums über (Fig. 12).

2. Der Deckflügel (hierzu vgl. Fig. 11, 12 u. Textfig. 8).

Der Deckflügel der Grylliden ist bereits für *Oecanthus* und *Gryllus campestris* auf Grund der neuen Nomenklatur durch REDTENBACHER (1886) und COMSTOCK (1898/99), sowie durch SAUSSURE in einer älteren systematischen Bearbeitung der Grylliden für eine Reihe von Arten bekannt geworden. *Gryllus domesticus* zeigt nur unwesentliche Abweichungen im Aderverlauf. Da aber obengenannte Autoren die Ergebnisse der ADOLPHSchen Untersuchungen nur für den Deckflügel von *Oecanthus* bekannt gemacht haben, so sei eine Darstellung der neuen Nomenklatur auch für das Elytron von *Gryllus domesticus* gegeben, zumal die Abbildungen TÜMPELS (1901) durch Vermeidung der modernen Bezeichnungsart hier nicht in Betracht kommen können.

Infolge der Rückbildung des Anallappens zerfällt der Deckflügel äußerlich in zwei Hauptabschnitte, — es sei zunächst der Deckflügel des ♂ betrachtet — welche durch eine tiefe Längsfurche beweglich voneinander abgesetzt sind und an der Basis tief getrennt auseinanderweichen.

Costalfeld.

Das in der Ruhelage herabgeschlagene Costalfeld (f_1) (partie antérieure oder humérale SAUSSURE) (versant antérieure AMANS)

entspricht scheinbar nur dem Gebiete der Adern I—V, die nahe beieinander in der Nähe der Längsfurche verlaufen, so daß im Gegensatz zum Metathorax noch ein aus den Nebenästen der Costa gebildetes Vorderrandsfeld, das Präcostalfeld, zu unterscheiden ist. An Stelle der konkaven VI. Ader verläuft die Furche so, daß die Cubitalader VII gleichsam als Ersatz für die rückwärts biegende IX. Schrillader am Vorderrande des Analfeldes verläuft; da sie jedoch an der Basis, schräg über die verbreiterte Längsfurche querend, auf das Costalfeld übertritt, so gehört sie morphologisch diesem Bezirk an, und die Übereinstimmung mit dem Hinterflügel ist vorhanden: Die Längsfalte und die basale Trennungskluft entspricht in Wahrheit der konkaven VIII. Ader; weiter distal sind durch geschwungene Querverbindungsstege der rückwärts biegenden Schrillader mit der Cubitalader sekundäre Verhältnisse eingetreten.

Analfeld.

Der dorsal über dem Thorax gelagerte (in der Ruhelage) zweite Abschnitt des Flügels (f_2) (partie postérieure oder axillaire SAUSSURE) (versant postérieur AMANS) entspricht genau dem Analfächer der Hinterflügel, wie schon eine oberflächliche Anschauung der bei Dorsalansicht vortretenden Konturen erraten läßt (vgl. Fig. 3 mit 11).

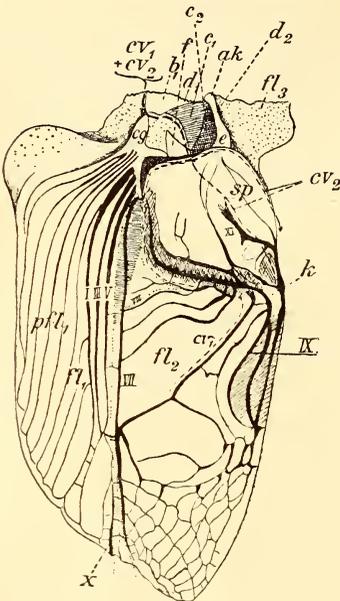
Die basal ziemlich geradlinige Abgrenzung gegen den Thorax, bzw. gegen die ihn mit demselben verbindenden Gelenkteile ist eine erheblich schärfere und tiefere Einsenkung, als im Metathorax an entsprechender Vereinigungsstelle der IX. und XIII. Ader. Den weitläufigen Zusammenhang stellt hier eine dünne, zwischen Analfächerbasis und Costalgelenk einerseits, dem letzteren und den Analwurzelplatten andererseits gleichsam in einen Rahmen eingespannte feinere Verbindungshaut (h , Fig. 12) her. Nur im Hinterwinkel des Analfeldes setzen die Analgelenkplatten (d_2 , e) fest an, eine Stelle, welcher, im Hinterflügel erheblich verbreitert, der Bezirk der XIII. Ader und der oben beschriebene Verbindungssteg etwa homolog ist. Die Analfeldplatte entspricht hauptsächlich dem Bezirk der als erste konvexe Analader IX REDTENBACHERS (Axillarader anderer Autoren) gedeuteten Schrillader mit ihren zahlreichen Ästen; die reiche Aderung des Analfächers fehlt; es scheint mit Ausbildung des Vorderrandes dieses Flügelabschnittes eine entsprechende Resorption der hinteren Adern erfolgt zu sein.

Der kurze Anallappen ist eine aderlose, dicke Hautduplikatur und vermittelt den Übergang des Deckflügels in das Mesonotum.

Auch am Vorderrand vermittelt ein weicher Lappen den Übergang in die Intersegmentalhaut, welche hier wie im Metathorax weiche behaarte Polster bildet.

Bau des Deckflügels.

Der Bau des Flügels ist folgender: Die obere Lamelle ist kräftig chitinös; die untere im allgemeinen sehr dünnhäutig und leicht abzulösen. Gleichwohl findet, abgesehen von den Adern, ein enges Aneinanderlagern beider Lamellen statt. In die Adern tritt das Körpergewebe mit seinen verschiedenen Elementen, Blutkörperchen, Nerven und mit besonders in den Adern VII, IX ff. stark gewundenen Tracheen ein. Beide Flügellamellen weichen im Costalfelde an der Basis auseinander, wobei die untere Lamelle eine feste chitinige Beschaffenheit annimmt. Die Adern, zwar oberflächlich zum Teil noch angedeutet und beiderseits oben von Härchen begleitet, münden basal in einen gemeinsamen, mit Gewebeelementen erfüllten Raum, werden aber hier noch von beiderseits zahlreichen, vielfach linienförmigen Querbrücken begleitet, welche, wie es von Coleopteren bekannt ist, die beiden Lamellen miteinander verfestigen. Querschnitte durch den eben frisch gehäuteten Flügel zeigen dieselben als von der unteren Lamelle ausgehende kegel- und leistenförmige Erhebungen, welche zum Teil die obere Lamelle noch nicht erreicht haben und rinnenartig die Adern begleiten. Der rechte Flügel gleicht dem linken, über dem er gewöhnlich



Textfig. 8.

Der Deckflügel (links ♂) (vgl. mit Fig. 11). *pfl*₁, Präcostalfeld; *fl*₁, Costalfeld im weiteren Sinne von I, Costalader, über III Radial- (Brachial-) Ader und V Medianader bis VII Cubitalader; *fl*₂, Analfeld von VII, Cubitalader, über VIII erste konkave Analader usw.; IX, erste konvexe Analader, mit Zähnen besetzte Schräglader, sie liegt vertieft, was durch Schraffierung angedeutet ist; konkave Flügelfalte, VIII. Ader, geht basal von einer zwischen der VII. und IX. Ader befindlichen *fl*₁ und *fl*₂ trennenden Einsenkung aus, tritt aber distal zwischen die VII. und V. Ader, also auf *fl*₁ über; *cv*₁, konvexe Vorderrandsfalte; *cv*₂, konvexe Hinterrandsfalte; *sp*, »Hautfeld«; *fl*₃, Anallappen; *cg*, Costalgelenk; die übrigen Bezeichnungen vgl. S. 349; *k*, knotige Enderhabenheit der Schräglader, die Schräglader IX, gefalteter Teil der Flügelfläche.

Vergrößerung 5fach.

liegt. Die Schräglader IX, in ihrer nach rückwärts laufenden Strecke

mit dichtgedrängten Zähnen besetzt (vgl. neuere Arbeit REGEN 1903), liegt vertieft; die analwärts angeschlossene Flügelfläche ist emporgewölbt, so daß der bezahnte Steg beim Zirpen über den chitinösen Endknoten (*k*) der oberen Schrilleiste des linken Flügels geführt, frei zur Wirkung kommt (vgl. Textfig. 8 *k*). In der Ruhelage decken sich diese beiden »Basalteile« des Analfeldes so, daß der des oberen den des unteren umschließt, also etwas größer ist. Die Flügel liegen alsdann gut angepaßt übereinander, was nach Vertauschung der beiden Flügel nicht der Fall sein kann (vgl. auch REGEN 1903).

Costalgelenk.

Auch des Deckflügels Costalfeld (f_1) sitzt dem Thorax unmittelbar auf, ein prinzipieller Unterschied (vgl. SAUSSURE, Blattiden) vom Analfelde, von mechanischer Bedeutung. Als Costalgelenk (*cg*) (Fig. 15 *a*, 15 *b*, 13) geht das an der Basis stark aufgetriebene Costalfeld mit seiner oberen Lamelle unter allmählicher Abnahme der chitinösen Verstärkung in eine weichhäutige, nicht scharf umgrenzte Region über (Fig. 11), welche zum Mittelgelenkstück (b_1) und den Analwurzelplatten (c_1) usw. überleitet; ein chitinöser Fortsatz verläuft am Vorderrande des Gelenkbezirks, trifft mit der vorderen Tergalplatte (a_1) zusammen und geht hinten in das Mittelgelenkstück über. Diese elastische Verbindungslinie wirkt wie im Metathorax der den Flügel hebenden Muskulatur entgegen. Seitlich dahinter liegt ein nicht scharf begrenztes dreieckiges Plättchen (Fig. 11 *f*), welches dem häutigen Costalwurzelfelde im Hinterflügel vor der konvexen Flügel-falte entspricht; es ist wie dort Duplikatur und bildet auf der unteren Seite die Bedachung des innersten Teiles der tiefen Mittelgelenkhöhle. Die dünnhäutige untere Lamelle des Flügels (f_1) verbindet sich — wurzelwärts bei zunehmender chitiniger Festigkeit von der oberen Lamelle entfernt — mit der oberen Lamelle durch eine feste Chitinbrücke, bevor sie endgültig in die pleurale Wand, d. h. in die innere Wand der Mittelgelenkhöhle (Fig. 15 *a br*) übergeht, bei (b_1). Während nun vorn am Costalgelenk der Zusammenhang der unteren Lamelle mit dem episternalen Oberrand kontinuierlich durch oben erwähnte schmale Leiste (*l* in Fig. 12, 14, 15 *b*, 13) gebildet ist, wird hinter ihr die untere Lamelle in Gestalt eines harten, durch oben genannte Chitinbrücke gestützten doppelten Costalgelenkkopfes (*ck*) frei. Der der Leiste angeschlossene Teil desselben weist auf den episternalen Gelenkkopf *ek* hin, der übrige freie Teil desselben vermag in der Ruhelage des Flügels, d. i. bei seitlich herabgeschlagenem Costal- (f_1)

und Präcostalfeld (pf_1) und dem Rücken anliegenden Analfeld in die ihm angepaßte Mittelgelenkhöhle einzutreten. Der Vergleich mit dem Metathorax zeigt demnach prinzipiell gleiche Verhältnisse: einen durch eine Querbrücke gestützten Costalgelenkkopf und eine Elastizität, welche die Ruhelage des Flügels herbeizuführen bestrebt ist. Der Hinterrand des Costalgelenks nun (Fig. 15 *a, b*, 13) tritt in einer tiefen Ausbiegung nach unten vor, welche auf der Unterseite als stark gerundete, dick-leistenartige, breite Kante vortretend (Fig. 12) sich allmählich, nach hinten gegen das Analgelenk verlaufend, verschmälert. In der dadurch erfolgten tiefen Abtrennung vom Analfächer bleibt gleichwohl der Zusammenhang durch eine feine Verbindungshaut h bestehen, die bereits erwähnt wurde. Die solehergestalt scharf begrenzte und, wie im Hinterflügel, auf ein höheres Niveau frei herausgehobene und dadurch sehr leicht bewegliche Analfächerplatte erhält eine festere Verbindung also nur durch den Zusammenhang mit dem Costalfelde und durch die im Hinterwinkel ansetzenden Analgelenkplatten.

Analwurzel und Analgelenkplatten.

Zwei der letzteren (Fig. 11) entsprechen zunächst denjenigen des Hinterflügels:

Die Vermittlungsplatte (e_1) ist eine ziemlich gleichseitig dreieckige, gebogene Platte, deren vorderer verstärkter und aufgebogener Rand sich vermittels einer Übergangshaut über das Plättchen (f) des basalen Costalfeldes, die Costalfeldwurzelplatte, wie im Hinterflügel an die Costalfeldwurzel anschließt; deren medialsseitige Kante mit dem Mittelgelenkstück (b_1) artikuliert, über einen schmalen Bezirk hinweg, der hier mit dem Mittelgelenkstück eng verschmolzen ist, im Hinterflügel als vordere Analgelenkplatte deskriptiv zur Sonderung kam (vgl. Fig. 11, 16 *a* auch Fig. 4, Taf. XXIV); die dritte hintere Seite endlich ist von der folgenden, als Analwurzelplatte schlechthin zu bezeichnenden Platte (e_2) in einer scharfen Linie, welche eine Artikulation zuläßt, deutlich gesondert.

Analgelenk: Die Analwurzelplatte und die Analgelenkplatte sind hier (e_2 , d_2 , e), als hinterster Bezirk der Deckflügelwurzel, zu einem kurzen, festen, sehr unregelmäßigen Stück verschmolzen (Fig. 16), welches als Analgelenk zu bezeichnen ist. Die im Vergleich mit dem Metathorax (e_2) zu sondernde Analwurzelplatte (e_2) (terminal AMANS) erscheint oben als der tiefst gelegene Gelenkteil; er bildet mit der Vermittlungsplatte (e_1) das Dach der hinteren, zum Epimeron bezogenen

Achselhöhle, deren vorderer Teil als Mittelgelenkhöhle bekannt ist; außer diesem vorderen, durch individuell variable, zahlreiche Querbrücken verfestigten Flächenteil des Analgelenks ist ein hinterer, ein Wurzelteil zu unterscheiden (Fig. 16). Letzterer, der hintere Rand des terminal und des proterminal oder tampon (AMANS), beginnt an einer starken Querbrücke ($br\alpha$) und endet wurzelwärts in kräftigen, zum Analgelenkkopf verdickten, chitinösen Verwachsungen der beiden Lamellen, welche am Hinterrande überhaupt rohrartig aufgetrieben und sehr stark chitiniert sind (ak); vorn grenzt er an das Mittelgelenkstück und wird hier von einer chitinösen Faltenduplikatur des Hinterrandes desselben überdeckt (b_2 Fig. 11); schlägt man diese zurück (Fig. 16 b), so sieht man das Analgelenk frei in einer weichen Haut liegen, welche medialwärts zur hinteren Tergalplatte (a_3) überleitet; zumal auf der Unterseite tritt die Bewegungsfreiheit des hier stark vorspringenden Analgelenks deutlich vor Augen (Fig. 12). Außer der vom Seitenrand der Analwurzelplatte zum hoch erhobenen Rande der Analfächerplatte führenden weichen Haut vermitteln zwei dem Hinterrande des Analgelenks angeschlossene, nach oben aufsteigende Stücke (d und e) die hier solide Anheftung des Analfeldes am Thorax: Untereinander und gegen die Analwurzelplatte kaum beweglich, jedoch am Analfelde gelenkig ansetzend, können sie mit ersterer als ein einziger Chitinfaltenbezirk aufgefaßt werden. Dahinter schließt sich der zum Tergit führende Anallappen an. Im Analgelenkkopf weichen die Flügellamellen endgültig auseinander, indem sie zur pleuralen bzw. tergalen Körperdecke übergehen. Hier befindet sich jenes einfache, als hintere Epimeralplatte angesprochene, mit dem Analgelenkkopf nur wenig ligamentös verbundene Chitinplättchen (Fig. 16 a , p_2). Außerdem tritt, jedoch ins Innere des Körpers verlagert, ein als Sehne zu bezeichnendes Chitinstück mittels ligamentöser Verstärkung der Verbindungshaut mit dem Analgelenkkopf in Verbindung.

Diese »mützenförmige Sehne« (ch_2) (der Autoren, cupule der französ. Autoren, cupule subterminale AMANS 1885) ist ein annähernd ovales kräftiges Plättchen und liegt im Grunde der zwischen dem Mittelgelenkstück (b_1) und der hinteren Tergalplatte (a_3) befindlichen vertieften Hautfalte, welche von ebengenannter Chitinduplikatur des Mittelgelenkstückes (b_2) und der von ihr abhängigen, gegen das Tergit zwischen der mittleren und hinteren Tergalplatte verlaufenden, vorspringenden Hautfalte (vgl. bes. Fig. 11) überdeckt wird; an dieser ins Innere des Körpers versenkten Chitinsehne setzen

die Fasern des relativ starken, zwölften Pleuralmuskels (pm_{12}) senkrecht an.

Faltenverlauf im Deckflügel.

Der Verlauf der konkaven und konvexen Falten im Deckflügel (vgl. Textfig. 8) läßt sich genau auf die im Metathorax gegebenen Verhältnisse zurückführen. Die das Costalfeld vom Analfeld trennende, der VIII. Ader entsprechende konkave Längsfalte des Flügels setzt sich in der den Analfächer wurzelwärts abtrennenden Vertiefung fort und verläuft alsdann etwa hinter der Costalfeldwurzelplatte (f) an der Stelle des Zusammentreffens des Mittelgelenkstücks mit dem Costalgelenk. Die den Vorderrand des Analfächers begrenzende, der IX. Ader entsprechende, jedoch distalwärts durch die VII. Ader ersetzte vordere konvexe Falte trifft in der Mitte des medialen Seitenrandes der Analfächerplatte mit der, nur in schwacher Wölbung angedeuteten, eine, dem zarthäutigen »Hautfeld« (sp) der Hinterflügel entsprechende, Hinterecke des Analfeldes abschneidenden hinteren konvexen Faltenkante des Analfeldes zusammen, und verläuft zwischen der Costalwurzelplatte (f) und der Vermittlungsplatte gleichfalls gegen den Vorderrand des Mittelgelenkstücker. Die darauf folgende konkave Falte liegt hinter dem Analfächer und ist in dem den Hinterwinkel derselben mit dem Thorax verbindenden Chitinfallenkomplexe des Analgelenks enthalten; sie verläuft schließlich gleichfalls gegen den Vorderrand des Mittelgelenkstücker am Analgelenkkopf vorbei über jenen, als Rest der im Metathorax wohl entwickelt angetroffenen vorderen Analgelenkplatte aufzufassenden, konkaven Chitinbezirk zwischen Mittelgelenkstück und Vermittlungsplatte.

Vergleichung der Flügelgelenke.

Der morphologische Vergleich der, wie sie topographisch hervortraten, beschriebenen mesothorakalen Gelenkteile mit denen im Metathorax zeigt folgendes: Die Vermittlungsplatte (c_1) und die vordere Analgelenkplatte (d_1) (hier im Mesothorax rudimentär), sowie die Analwurzelplatte (c_2) waren leicht wiederzuerkennen. Der im Metathorax dahinter folgende glashäutige Teil der Analfeldwurzel (aw) nebst dem Bereich der XIII. Analader grenzt, wie dort, an das hier verhornte »Hautfeld« (sp) des Analfächers, ist aber entsprechend der allgemeinen Reduktion im Mesothorax auf den kleinen chitinösen Faltenkomplex (d, e) des Analgelenks zusammengezogen; die hintere

Analgelenkplatte (d_2) samt Tergalfortsatz (ta) ist hier (Mesothorax) völlig auf den Analgelenkkopf (ak) reduziert, wie der Muskelansatz (pm_{12}) zeigt; die mützenförmige Sehne ist eine dem Sporne des metathorakalen Tergalfortsatzes etwa analoge Neubildung. Die hintere Epimeralgelenkplatte (p_2) und ihr Muskel (pm_7) sind für den Deckflügel annähernd bedeutungslos, da der ihnen entsprechende Flügelbezirk nicht entwickelt ist. Dagegen hat sich die dem Chitinrahmen des metathorakalen Analfächers entsprechende Region seitlich der Vermittlungs- (c_1) und Analwurzelplatte (c_2) zu jener, oben mehrfach erwähnten Trennungskluft und der, in derselben die Kontinuität erhaltenden Glashaut (h) ausgezogen; so ist der zur starren Zirpplatte umgebildete Analfächer herausgehoben.

Die Beweglichkeit des ziemlich starren Analgelenkfaltenbezirks (d , e) im Mesothorax genügt auch hier, um die seitlich erhobene Analplatte über den Rücken zu legen. Die Vermutung, die Vermittlungsplatte (c_1) entspreche auch hier morphologisch dem Adergebiet des Costalfeldes, gewinnt bei dem engen Anschluß desselben an Wahrscheinlichkeit.

3. Tergalgelenkplatten.

Die Tergalgelenkplatten und ihre Beziehungen zum Mittelgelenkstück (b_1) gleichen denen des Metathorax ziemlich genau. Topographisch treten sie bei normaler Lage des Gelenks (Fig. 11) als seitlich und vorn herabgebogene Begrenzungsplatten des aufgewölbten Mittelgelenkstücks in Anschauung. Die vordere und mittlere Tergalplatte sind vom Mittelgelenkstück in ligamentöser Gelenklinie abgesetzt.

Die vordere Tergalplatte (a_1), — antésigmoide der Insekten mit Ausnahme der Orthopteren, bei denen es nicht vorzukommen scheint, nach AMANS — (Fig. 11, 17, 15 *a*, 15 *b*) ist ein schmaler, quergewölbter, chitinöser Streifen mit etwas verstärktem Vorderrande; am spitzen seitlichen Ende tritt er (Fig. 15 *a*, *b*) an die Vorderecke der Deckflügelwurzel heran und bildet hier mit dieser in engem Anschluß an die präsegmentale Lamelle den Vorderrand des Gelenkbezirks überhaupt. Der enge Anschluß an die mittlere Tergalplatte geschieht in beweglicher wohlangepaßter Fuge.

Die mittlere Tergalplatte a_2 (Fig. 11, 17, sigmoide AMANS), bei den übrigen Orthopteren nicht abgesondert (nach AMANS), und daher im dort einheitlichen pièce quadrilatère, lame carrée, enthalten, ist eine unregelmäßig trapezoide, vielfach gebogene, vorn der Wölbung

der vorderen Tergalplatte angepaßte Platte mit ringsum abwärts etwas eingebogenen und besonders tergalwärts sehr verstärkten Rändern. Der hier besonders kräftige Vorsprung des Seitenrandes tritt rundlich kopfartig in die tergale Gelenkbucht *tb* ein und gegen das Tergit vor. Dahinter geht der Seitenrand in die weiche, tiefe, zur hinteren Tergalplatte überleitende Hautfalte über. Der laterale Seitenrand schließt sich ligamentös an das Mittelgelenk an (*b*₁).

Die dreieckige hintere Tergalplatte *a*₃ (wahrscheinlich das dorsoterminal AMANS) ist vom hinteren, verflachten Bezirk des paarigen, tergalen Seitenfeldes abgegliedert in scharfer, ligamentöser Gelenklinie, beiderseits welcher die Ränder der Platte, bzw. des Tergits, verstärkte Kanten sind. Sie springt mit rundhöckeriger Spitze über die Einsenkung des Analgelenks vor (Fig. 11).

Der Vergleich dieser Tergalplatten

mit denen des Metathorax zeigt, daß die mittlere Gelenkplatte, entsprechend der Verkürzung des Analfeldes durch Fortfall des langen Spornes in der Längsachse verkürzt ist, wobei die hintere Tergalplatte *a*₃ nach vorn und etwas zwischen die mittlere und das Tergit geschoben ist.

4. Gelenkbildungen des Tergits.

Die Beziehungen des Gelenks zum Tergit gleichen im Prinzip denen des Metathorax: der präscutale Teil (*t*₂) erweitert sich zu einem kräftigen, gut abgesetzten, etwa viereckigen, freien Endteil, auf welchen sich der vordere, mediale Seitenrand der mittleren Tergalplatte *a*₂ stützt. In die mit dem sehr kräftig chitinisierten Vorderende des paarigen, tergalen Seitenfeldes *t*₁ gebildete, sehr tief eingeschnittene, tergale Gelenkbucht *tb* greift der Gelenkkopf der mittleren Tergalplatte ein; letzterem ist eine besondere Vertiefung in der über den Gelenkkopf übergreifenden und denselben herabdrückenden Randleiste des Tergits angepaßt. Das Fehlen des im Metathorax so kräftigen Tergalhebels läßt sich daraus verstehen, daß die Hebung des Deckflügels in Ermangelung jeglicher größerer Spannungen und der Etappe 1: Rotation (vgl. Mechanik) keine so erhebliche mechanische Leistung ist, als die Bewegung des Costalgelenks im Hinterflügel, während hingegen das sehr tätige Analgelenk einen kräftigen Bau zeigt.

5. Mittelgelenkstück.

Für die allgemeine Bedeutung und Beschreibung des Mittelstücks gilt das im Metathorax Gesagte; im einzelnen weichen die Verhältnisse

erheblich ab und eine Identifizierung der einzelnen Teile bietet Schwierigkeiten. Das Mittelgelenkstück (*lame carrée* oder *pièce quadrilatère AMANS*), bei den übrigen Orthopteren mit dem sigmoide vereinigt, Mittelgelenk b_1 (Fig. 11, 17, 18 *abc*), tritt auf der Rückenfläche als ein unregelmäßig eckiger, besonders in der Mitte allseitig emporgewölbter Bezirk in Ansicht. Am Hinterrande herabgebogen, geht es an einer kurzen Linie in den schwächer chitinigen, zipfelartigen Faltenumschlag b_2 über; derselbe sichert der weichen, zum Tergit führenden Hautfalte eine gewisse Beständigkeit (Fig. 17, 16 *b*). Umgefaltet setzt es vorn am Analgelenk an, wo an dessen Ansatz in der Rückenhaut auch die pleurale Haut herantritt und der Flügelansatz beginnt. Am Seitenrande des Mittelgelenks setzen die Flügel duplikaturen an; werden diese abgetrennt, so erscheint der Abbruchrand des Mittelgelenks gleichfalls als Duplikatur, d. h. pleurale und tergale Decke sind zusammengetreten (Fig. 18 *b*) und zwar: Es trifft ein langer, hinterer Teil des seitlichen Randes (bd) in seiner ganzen Länge mit der Vermittlungsplatte c_1 zusammen — vermittelt durch das Rudiment der ersten Analgelenkplatte — welche hier beweglich ansetzt; die nischenartige Fortsetzung des Seitenrandes nach vorn (deh) tritt über einen häutigen Bezirk hinweg mit dem Costalgelenk in Verbindung. Das Zusammentreffen mit der vorderen und mittleren Tergalplatte ist bekannt; der Vorderrand senkt sich schnell abwärts. Ausgehend von dem mittleren Buckel findet man eine rings um diesen verlaufende Verstärkung des Chitins: eine tieferliegende Randpartie, in welcher die bereits angedeutete Beziehung der dorsalen Fläche zur pleuralen eintritt (Fig. 17, 18 *abc*): es bezweckt diese Einrichtung die Herstellung einer durch ungemein verstärkte Chitinränder widerstandsfähigen, unregelmäßigen Höhlung, die aus obengenannten Gründen Mittelgelenkhöhle (*cavité articulaire*) bezeichnet wurde. Insbesondere handelt es sich um die Herstellung eines, in der weichen pleuralen Verbindungshaut befindlichen Balkens in einer zur dorsalen, tergalen Fläche unverschiebbaren Lagerung. Dieser Balken (ac) bedeutet den unteren Rand der Mittelgelenkhöhle; sein hinteres Ende (a) erscheint in der epimeralen Achselhöhle (Fig. 12) als jene bereits erwähnte (S. 330) stark vortretende Kante. Der kurze obere Rand der Mittelgelenkhöhle wird durch den vorderen, nischenartigen Seitenrand des Mittelgelenkstüekes gebildet (de); sein hinteres Ende (d) erscheint als gerundeter Vorsprung der hinteren Mittelgelenkhöhle. Die Beziehung dieses Bezirks erscheint somit dem Costalgelenk zugewandt. Anders verhält sich die dem Analfelde und Analgelenk

zugewandte hintere Seitenrandlinie (db) hinter dem Vorsprung d , wie sie der Vermittlungsplatte c_1 und weiterhin, bei sich voneinander entfernenden Abbruchsrändern, dem Analgelenk (c_2, d) und sodann jener faltenreichen Rückenhaut Ansatz bietet, in welche das Analgelenk ak eingesenkt ist. Diese Ansatzlinie der Analgelenkplatten verläuft entsprechend dem verschiedenen mechanischen Verhalten beider Flügeltteile annähernd rechtwinklig gekreuzt zur oben bezeichneten Ansatzlinie des Costalfeldes (de) und zum pleuralen Balken (ac). Die Stellung der exponierten Ecken der hinteren Mittelgelenkhöhlengrenze bei d und a ist topographisch in die im Flügel das Costalfeld vom Analfeld trennende Furche eingeschoben gedacht. Der Analfächer erhält also eine dorsalwärts nach hinten verlagerte Anheftung, so daß er vom Analfelde des andern Flügels unterlagert bleibt und beim Zirpen einfach hin und hergeführt wird. Der ganze pleurale Anteil des Mittelgelenkstüekes ist bei AMANS als submedian bezeichnet.

Der Bau des Stückes im Innern des Thorax zeigt: Die Unterstützung des pleuralen Balkens erfolgt einmal dadurch, daß vom medialen, tergalen Seitenrande des Mittelgelenkstüekes (gf) aus ein Chitinpfeiler mit breitem Ansatz entspringt, um am Vorderende des Pleuralbalkens (in c) mit der Seitenwand zu verschmelzen, dann aber auch, daß das Hinterende des Balkens (a) durch eine kurze Querbrücke zwischen der hier bereits sehr genäherten pleuralen und tergalen Decke (bei b) gestützt wird.

Die als harte Chitinköpfe vortretenden Ecken sind von mechanischer Bedeutung; ferner bewirkt das Ende des Pleuralbalkens (a) jene unterhalb des Analgelenks als Grenze der Dorsal- und Pleuralintersegmentalhaut verlaufende Falte.

Außerdem ist anzugeben, daß unmittelbar über der Ecke bei d sich die Verbindung mit dem Costalgelenk nahe bei dessen Gelenkkopf durch eine weiche Haut vollzieht (Fig. 13). Die gerundete obere Ecke des Seitenrandes bei e liegt tief im Innern der Mittelgelenkhöhle verborgen; in den durch d und e angedeuteten Raum der letzteren vermag der freie Teil des doppelten Costalgelenkkopfes (ek) bei der Ruhelage des Flügel einzutreten. Das Vorderende des Pleuralbalkens (c) liegt gleichfalls tief im Innern der Mittelgelenkhöhle und bezeichnet deren vordere Grenze überhaupt. Die Unterstützung dieses Endes durch jene mächtige Chitinbrücke erklärt sich nun dadurch, daß hier der Anschluß an den als Widerlager des Gelenks bedeutsamen, ins Innere der Mittelgelenkhöhle hineinreichenden Pleuralgelenkkopf erfolgt (Fig. 14, 13 pk). Die dorsalen Ecken, medial am

Vorderrande (*g*) und lateral am Hinterrande (*b*) sind gleichfalls sehr fest; besonders jedoch medial am Hinterrande, wo die Ecke *f* als harter Chitinkopf gegen einen reichbewegten Gelenkbezirk vorspringt (Fig. 11). Das Mittelgelenkstück, muskellos und von passiver Bedeutung, wie im Metathorax, hat auch hier die Bedeutung einer Sperrvorrichtung innerhalb verschiedener Bewegungsrichtungen.

Vergleichung.

Der Vergleich mit dem Mittelgelenkstück des Metathorax zeigt demnach folgendes: Die mittlere Verwachsungsstelle des Seitenrandes bei *d* trennt den vorderen Ansatz des Costalfeldes vom hinteren Ansatz des Analfeldes. Der Seitenrand ist beim metathorakalen Stück geradlinig, beim mesothorakalen (in *d*) winklig gebrochen. Der pleurale Balken *a* bis *c* ist im Metathorax zweiteilig: die hier dem epimeralen Bezirk angehörige, hintere, äußere, vortretende Strecke desselben, wird im Mesothorax höchstens noch durch die Hinterecke des Pleuralbalkens (*a*) dargestellt. Das Vorderende des gegen den Pleuralgelenkkopf gestemmt Pleuralbalkens wird im Mesothorax durch einen von dem medialen Seitenrande ausgehenden, im Metathorax, durchaus abweichend, von einem vom Vorderrande ausgehenden Chitinfeiler gestützt. Außerdem ist annehmbar, daß die mesothorakale Chitinverbindung der Hinterecke bei *a* mit der Dorsalfläche bei *b* jener Chitinbrücke im Metathorax entspricht, welche die beiden Teile des Pleuralbalkens zugleich stützt; es würde alsdann die Chitinverbindung in der äußeren Hinterecke des metathorakalen Gelenkstücks ($b_2 + a_2$) im Mesothorax fehlen. Ob in dieser gleichen Stelle des Metathorax (bei *f*) zugleich der innere Hinterwinkel des mesothorakalen Gelenkstücks zu suchen sei, oder ob derselbe in Fortfall kam, ist — legt man überhaupt Wert auf eine solche Frage — nicht unwahrscheinlich.

C. Zusammenfassung der Resultate.

Der Rückblick auf beide Gelenke und angrenzende Bezirke zeigt bis in Einzelheiten durchführbare Homologien, die durch das Verhalten der Muskulatur bestätigt werden.

Die Pleuren sind zweiteilig: Mit dem Episternum pl_1 und dem Pleuralgelenkkopf pk trifft der vordere Unterrand des Mittelgelenkstückes als sogenannter Pleuralbalken $a-c$ zusammen, mit dem Epimeron pl_2 ein solcher hinterer Abschnitt a_1-a_2 , der im Mesothorax *a*

verkürzt ist. Dieser Zweiteilung des Gelenkbezirks entspricht genau die Sonderung des Flügels in ein Costalfeld f_1 und ein Analfeld f_2 , deren Mechanik und Gelenke sich verschieden verhalten. Das Mittelgelenkstück b_1 vermittelt zum Tergit. Die durch das unpaare, scutale Mittelfeld t zur Sonderung gelangenden, paarigen scutalen Seitenfelder t_1, dt_1 , treten zum Flügel in Beziehung. Auch hier zeigt sich insofern eine auf den zweiteiligen Gelenkbezirk bezügliche, wenn auch nicht scharf zusammenfallende Sonderung des tergalen Seitenbezirks, als ein hochgewölbter, mit kräftiger indirekt wirkender Muskulatur versehener vorderer Teil t_1 durch Vermittlung der mittleren Tergalplatte a_2 und des Mittelgelenkstückes b_1 auf das indirekt bewegte Costalfeld f_1 wirksam wird, ein flacher, hinterer Seitenteil dt_1 ohne Vermittlung des Mittelgelenks nur mittels der hinteren Tergalplatte a_3 auf das direkt bewegliche Analgelenk d_2, e zu beziehen ist. Jedoch ist der auch hier ansetzende indirekte Muskel pm_9 , sowie dvm_2 zu beachten. Das Mittelgelenk hat also flügelwärts eine zweiteilige, tergalwärts nur eine einzige Bezugnahme; es hat demnach eine vermittelnde Stellung. Das Präscutum t_2 mit der auf dasselbe zu beziehenden vorderen Tergalplatte a_1 tritt gleichfalls zum Costalgelenk cg in Beziehung, während der postscutale Teil tp mit dem Anallappen f_3 , mechanisch bedeutungslos ist. Es ist demnach die Sonderung der pleuralen und tergalen Regionen in engen Zusammenhang mit der Ausbildung der Flügel zu bringen; es wird offenbar werden, daß das ganze Segment auf eine solche episternale und epimerale Zweiteilung Bezug nimmt (II. Teil, Abschnitt G, a ff.)¹.

Die im Elytron stattfindende Reduktion führt nicht zur Verwischung der beiden Flügeln gemeinsamen Grundlage.

Inwiefern die mechanische Sonderung des Flügels in ein Costalfeld im weiteren Sinne und in ein Analfeld der von COMSTOCK (1898/99) hypothetisch für den gemeinsamen Urtyp aller Insekten angenommenen Zweiteiligkeit entspricht, ist vorläufig hier kaum auf seine morphologische Berechtigung hin zu entscheiden: Entspricht das Costalfeld und das Analfeld wirklich je einer besonderen, großen, verästelten Trachee, indem erstere von vorn, letztere von hinten in die Flügel-duplikatur eintritt und sich sekundär mit der andern in Verbindung setzt, dann würde die für das Gelenk von *Gryllus* bestätigte Lage der konkaven Flügelfalte in der VIII. Ader nicht der Zurechnung der Cubitalader VII zum Analfelde seitens COMSTOCKS entsprechen;

¹ Vgl. COMSTOCK 1902, S. 23 ff. (z. B. S. 24, Zeile 21.)

denn es liegt im imaginalen Flügel von *Gryllus* die Cubitalader vor der Gelenklinie.

Das Costalgelenk der Elytren ist schwächer als das der Hinterflügel; seine in einer leichten Hebung des Flügels beruhende Bewegung erfordert geringere Kraft; daher sind die Gelenkeinrichtungen am Mesoscutum und die Ausbildung der Muskulatur geringer als im Metathorax.

Das Analgelenk der Elytren, welches den Widerstand des federnen Costalfeldes zu überwinden hat, ist fester, als das weniger beanspruchte im Metathorax. Das Costalgelenk des Hinterflügels ist ein kräftiges: Die mühsame Vorführung des Vorderrandes nach vorn, d. h. die Entfaltung des Flügelfächers erfordert eine kräftige Muskulatur und eine gute Ausbildung der Hebelvorrichtungen und Stützen. Die nach der Muskulatur folgende Betrachtung der Mechanik (III. Teil), insbesondere des Hinterflügels, wird die Einzelheiten dieser Vorgänge darlegen.

Der allgemeine Vergleich der Flügelgelenke von *Gryllus domesticus* mit denen der übrigen Orthopteren zeigt folgendes:

Blattiden: Die diesbezüglichen Untersuchungen SAUSSURES vernachlässigen die Anatomie des Gelenks im Gegensatz zur Mechanik desselben; das Gelenk macht mit Ausnahme der zu einer arcade axillaire verbundenen Basis der Fächerstrahlen im allgemeinen den Eindruck einer im Gegensatz zu den Locustiden und Acridiern weniger festen und konzentrierten Einrichtung; inwiefern es etwa dem der Coleopteren nahe steht, müssen eingehende Untersuchungen nachweisen.

Locustiden und Acridier (nach AMANS): Die bei diesen Geradflüglern erreichte Verfestigung und Konzentration des Gelenkbezirks im Hinterflügel im Zusammenhang mit der erhöhten Flugfertigkeit gegenüber den Grillen zeigt folgende Abweichungen von dem für *Gryllus domesticus* beschriebenen Verhalten:

Eine vordere Tergalplatte fehlt.

Die mittlere Tergalplatte ist mit dem Mittelgelenkstück enger verbunden.

Das obere Episternalende ist kräftiger gebaut.

Die Epimeralgelenkplatten fehlen; die Flügelgelenkhöhle ist hier fester, der Zusammenhang des Flügels mit dem Epimeron, daher auch die Wirkung der hier einsetzenden Muskeln, ist unmittelbarer.

Das Analgelenk ist in der Richtung von vorn nach hinten verkürzt und gleicht dem des Elytron bei *Gryllus* auffallend.

Dementsprechend ist das basale Zusammentreffen der Fächerstrahlen ein festes und konzentriertes und der Analfächer gleicht in den allgemeinen Umrissen des als Analplatte gestalteten Analfeldes im Elytron von *Gryllus*; so fehlt auch ein »Hautfeld« *sp.* Es sei auf die auffallenden Analogien verwiesen, welche ein Vergleich meiner Fig. 11 mit der Fig. 1 Taf. 3 bei AMANS zeigt; allerdings behält das Elytron von *Gryllus* Besonderheiten durch das starke Vortreten der Analplatte fl_2 nach oben und den Verlust der basalen Stücke der Adern: das Fehlen einer eigentlichen Analarkade.

Mit Verlust der Bedeutung des Flügels ausschließlich als Fallschirm tritt also einander Ähnliches ein, sei es durch Ausbildung der Flugfunktion im Hinterflügel der Locustiden und Acridier, sei es die Ausbildung des Deckflügels zum Zirporgan bei *Gryllus*.

D. Ligamente und Gelenke.

Die Bezeichnung Ligament ist bereits von AMANS in gleichem Sinne, wie hier bei *Gryllus*, angewandt worden, ohne eine genaue Definition erfahren zu haben¹. Als Ligamente bezeichne ich im Kerforganismus ganz allgemein jene Verbindungsstrecken zwischen zwei starren Chitinbezirken, in welchen die dünne Verbindungshaut kräftig und dick wird, ohne ihre nachgiebige Beschaffenheit zu verlieren. Die Bezeichnung ist hier also in ganz anderer Bedeutung zu fassen, als im Körper der Wirbeltiere.

Ligamente treten dort auf, wo die Verbindungsstrecke zweier Chitinteile unter Beibehaltung ausgiebiger Bewegungsmöglichkeit eine starke mechanische Beanspruchung erfährt, wodurch sie sich also von den einfach häutigen Bezirken unterscheiden.

Ligamente werden daher bei der Betrachtung der verschiedenen Gelenktypen, gemäß welcher ihre Form eine wechselnde ist, wichtig.

Es sind meist schmale Unterbrechungen der starren Chitindecke, in denen eine völlige Kontinuität und eine gleiche Dicke der Cuticula erhalten bleibt und die Abänderung eine rein histologische ist. Bei der makroskopischen Präparation erkennt man sie an der festen, die Durchtrennung erschwierenden Beschaffenheit. Auf Schnitten zeigt das Ligament die gleiche Dicke, wie das umgebende Chitin; erst bei der Färbung zeigt sich eine scharfe Grenze zwischen dem

¹ Auch CHABRIER 1820 erwähnt elastische Ligamente.

starren und dem ligamentösen Chitin. Bei Doppelfärbung nimmt letzteres kein Eosin an und ist durch die Hämatoxylinfärbung gut zu erkennen. Eingehendere histologische Untersuchungen wurden nicht ausgeführt. Es sei auf folgende, auffallende Ligamente hingewiesen:

Ligamente verbinden den Gelenkbezirk mit dem ganzen seitlichen Tergalrand; vgl. die Querschnittfiguren im III. Teil:

Ein sehr schmales Ligament erhält die völlige, aber bewegliche Kontinuität zwischen Mittelgelenkstück b_1 und mittlerer Tergalplatte a_2 (Textfig. 7 u. 8). Das Gelenk ist ein einfaches Scharniergelenk (AMANS).

Ein Ligament verbindet die vordere Epimeralplatte p_1 (Mesothorax und Metathorax) mit dem hinteren Pleuralbalken (bei a bzw. a_2 , Fig. 18 bzw. 10) des Mittelgelenkstücks b_1 , eine mechanisch wichtige syndesmoidale (vgl. AMANS) Gelenkverbindung (Textfig. 7 u. 8).

Ein allmählicher Übergang von chitinöser zu ligamentöser Kontinuität vollzieht sich in der Flügelgelenkhöhle im Ansatzbereich der metathorakalen Episternalgelenkplatte ep (Textfig. 11).

Wichtig ist die ligamentöse Verbindung des oberen Vorderwinkels der Episternalgelenkplatte ep mit dem Costalgelenk cg im Metathorax; dies syndesmoidale Gelenk ist sehr kräftig!

Teile des metathorakalen Costalgelenks cg sind elastisch-ligamentös (Fig. 7, Taf. XV).

Ein kräftiges Ligament verbindet den Kehlsporn δ (Textfig. 1 u. 2, Teil I) mit der Kehlplatte a und i syndesmoidal;

die hintere Epimeralgelenkplatte p_2 (Metathorax) mit dem Analgelenkkopf d_2 , ak (Fig. 8 a , b und Textfig. 2, Querschn. 1);

die vordere Tergalplatte a_1 mit dem Costalgelenkkopf cg (Textfig. 10).

Die Präsegmentallamelle (tv) und das Präscutum t_2 sind ligamentös und syndesmoidal miteinander verbunden.

Die Beispiele könnten vermehrt werden; es wurden solche genannt, welche für die Mechanik des Flügels bedeutsam sind. Der Gelenkbezirk des Flügels zeigt also eine große Zahl von Ligamenten.

Das histologische Studium konnte in diesem Zusammenhang nicht ausgeführt werden.

Es ist demnach die Angabe KOLBES 1893 (S. 18): »an den Gelenkverbindungen bleibt die Haut stets »zart« und biegsam«, in obigem Sinne zu erweitern.

Die bisher besprochenen Ligamente vermitteln eine syndesmoidale, oder nach Art eines einfachen Scharniers gebildete Gelenkverbindung.

Nach Art des einfachen Scharniers dürften auch die Tergalplatten mit dem Tergit verbunden sein.

Was AMANS als *adhérence* bezeichnet, entspricht dem Verhalten der Pleuralleisten usw. und dem Ansatz des Präscutum am Metatergit, jedoch ist die letztere Verbindung eine bewegliche und daher besser als Symphyse zu bezeichnen.

Als Symphyse könnte auch der ligamentlose Übergang des Mittelgelenkstücks zum Costalgelenkstück bezeichnet werden.

Die Bezeichnung Schuppengelenk, *écailleuse* AMANS, trifft für *Gryllus* an den von AMANS erwähnten Stellen zu; es sei auf S. 16 Abs. 6 dort (*Annales* 1885) verwiesen.

Als sphärische Condylarthrose kann das Hüftgelenk, als sattelförmige Condylarthrose muß das Pleuralgelenk aufgefaßt werden.

Als Scharniergelenk mit einem Condylus, Gelenkkopf (vgl. Abs. 8 bei AMANS) kann die Einlenkung der mittleren Tergalplatte a_2 am Mesotergit, als Scharniergelenk mit zwei Gelenkköpfen vielleicht auch die Gelenkverbindung des hinteren Postscutums tp mit dem Scutum gelten, obgleich im letzteren Falle von einem Condylus im eigentlichen Sinne keine Rede ist.

Als Typus der Flexion (Abs. 9 AMANS) möge zum Beispiel die Verbindung der vorderen mit der mittleren Tergalplatte genannt sein.

Eine »articulation fissurale«, Spaltgelenk, würde etwa die Abtrennungslinie des Tergalhebels bedeuten, die fente dorsale (vgl. 10 AMANS), der Tergalspalt ts , vgl. Fig. 9, Taf. XV.

Höhere, kompliziertere Gelenke scheinen bei *Gryllus* nicht ausgebildet zu sein; ich muß gestehen, daß eine scharfe Präzisierung obiger Begriffe und auch eine Anwendung derselben für alle Fälle, die doch sehr wechselnde sind, kaum möglich ist; gleichwohl möchte ich hiermit der Anregung seitens AMANS entsprochen haben.

Es sind demnach bei *Gryllus* alle die von AMANS unter 1—10 (S. 15) genannten Gelenkverbindungstypen anzutreffen.

Auf die Arbeiten von LANGER (1860), LIEBE (1873) und LIST (1895/97) über die Gelenkbildung bei Gliedertieren kann ich hier leider nicht eingehen.

Ein Literaturverzeichnis folgt am Ende des IV. Teiles.

Nachschrift.

Ergänzungen zum vorliegenden I. Teil finden sich in einem Nachtrag am Ende des zweiten Teiles.

Sie beziehen sich auf die mir erst während des Druckes des I. Teiles bekannt gewordene Arbeit COMSTOCKS 1902 und enthalten noch solche Bemerkungen, deren nachträgliche Eintragung in den vorliegenden Text nicht mehr zugänglich war.

Erklärung der Abbildungen.

Verzeichnis der allgemein gültigen Abkürzungen
und Bezeichnungen:

Chitinskelett.

a_1 , vordere Tergalplatte }
 a_2 , mittlere Tergalplatte } im Meso- und
 a_3 , hintere Tergalplatte } Metathorax;
a bedeutet am Coxalrand den Vorderwinkel;
a als *Ia*, *IIa*, *IIIa* bedeutet Abdominalsegment, erstes, zweites, drittes usw.;
a im Mikrothorax = hintere Kehlplatte;
ak, Analgelenkkopf;
ap, Apodem;
aw, Analwurzelfeld;
b, b_1 , Mittelgelenksstück, Mittelgelenk;
 b_2 , dessen Faltenumschlag im Mesothorax;
b bedeutet am Coxalrand den Hinterwinkel;
b im Mikrothorax: Kehlplättchen;
br, Querbrücken, allgemein;
 c_1 , Vermittlungsplatte in d. Analwurzel;
 c_2 , Analwurzelplatte;
C, Caput, Kopf von *Gryllus domesticus*;
c, am Coxalrand = Seitenwinkel und Hüftgelenk, Coxalgelenk;
c, am Unterende v. *lp* = Hüftgelenkkopf;
c, im Mikrothorax als Nackenplättchen;
cg, Costalgelenk;
 ch_1 , Chitinsehnenplättchen, an der Präsegmentallamelle;
 ch_2 , Chitinsehnenplättchen am mesothorakalen Analgelenkkopf;
ck (in *cg*), Costalgelenkkopf, bes. im Mesothorax;

est, Coxosternum;
cx, Coxa, Hüfte mit *a*, *b*, *c*, *d*;
cp, Präcoxalplatte, Trochantin;
cw, Costalwurzelfeld;
d, Analgelenkplatte mit Analgelenkkopf *ak*;
 d_1 , vordere Analgelenkplatte, in Fig. 10 unterstrichen;
 d_2 , hintere Analgelenkplatte;
d, am Coxalrand der Innenwinkel;
d, im Mikrothorax: Nackenplatte;
 dh_1 , der abgeflachte Teil des tergalen paarigen Seitenfeldes;
e, im Mikrothorax: Kehlplättchen;
e, Teil der Analgelenkplatte;
ed, Entodorsum, endotergale Leiste;
ek, Episternalgelenkkopf (Mesothorax);
ep, Episternalgelenkplatte;
est, epimerales Sternit, sternellum COMSTOCK;
f, im Mikrothorax: Kehlplatte;
f, im Mesothorax: Costalwurzelplatte;
 fl_1 , Costalfeld des Flügels im weiteren Sinne, im Mesothorax mit Präcostalfeld;
 fl_2 , Analfeld, Analfächer des Flügels;
 fl_3 , Anallappen des Flügels;
g, im Mikrothorax: Kehlplättchen;
gh, Gelenkhaut;
h, im Mesothorax, Verbindungshaut des Deckflügels mit dem Gelenk;
h, im Mikrothorax: Kehlplättchen;
hp, Hautpolster;

- hw*, Hinterwinkel des Metascutum;
i, im Mikrothorax: Kehlplättchen;
k, Endknoten der Schrillette im Deckflügel;
l, episternale Verbindungsleiste im Mesothorax;
li, *lig*, Ligament;
lp, Pleurallamelle und Pleuralleiste mit *pk* und *c*;
m, Kehlplatte im Mikrothorax;
mh, Mittelgelenkhöhle, Mittelhöhle, ein Teil der Flügelgelenkhöhle;
p₁, vordere Epimeralgelenkplatte;
p₂, hintere Epimeralgelenkplatte;
pa, paarige Apophyse;
pfl₁, Präcostalfeld des Deckflügels;
ph, Phragmen, *ph₁*, *ph₂*, *ph₃* Proterophragma (auch *pph*), Deutophragma und Tritophragma;
pk, Pleuralgelenkkopf der Pleuralleiste;
pl₁, Episternum;
pl₂, Epimeron;
pl, Pleuralplatte im Abdomen;
plf, Pleuralfurche;
plh (auch *ph*), Flankenhaut;
pph, Proterophragma;
pst, Parasternum im Abdomen;
s, Sporn am Tergalfortsatz *ta*;
st, Sternit;
sti, Stigma;
sp, »Hautfeld« im Flügel;
t, unpaares tergales Mittelfeld;
t₁, paariges tergales Seitenfeld, insbesondere der gewölbte Teil desselben, vgl. *dt₁*;
t + t₁, Scutum;
t₂, Präscutum;
ta, Tergalfortsatz der Analgelenkplatte *d₂* (im Metathorax) mit Sporn *s*;
tb, mittlere tergaie Gelenkbucht;
th, Tergalhebel;
- ti*, Titillator;
tp, Postscutum;
tr, Tracheen;
tro, Trochanter;
ts, Tergalspalt;
tv, Präsegmentallamelle;
ua, unpaare Apophyse, epimerales Sternit, sternellum COMSTOCK;
v, Verbindungssteg der XIII. und IX. Ader im Hinterflügel;
O, »Mikrothorax«, zweites Maxillensegment;
I, Prothorax;
II, Mesothorax;
III, Metathorax;
I usw. römische Ziffern im Flügel bezeichnen die Adern, vgl. REDTENBACHER;
Ia, *IIa*, *IIIa*, *IVa* usw. die Hinterleibssegmente: erstes Abdominalsegm. usw.

Muskulatur.

- bm*, sternale Beinmuskulatur;
d_{1m}, dorsale Längsmuskeln;
d_{2m}, Dorsoventralmuskeln;
gm, Keimdrüsenmuskel;
ifm, Intersegmentalfaltenmuskel;
id_{1m} und *is_{1m}*, intersegmentale Dorsoventralmuskeln, erstere zum »Mikrothorax«;
ip_{1m}, intersegmentale Pleuralmuskeln im Abdomen;
im, Darmmuskel;
pm, Pleuralmuskeln, Seitenmuskeln;
rm, Transversalmuskeln, Quermuskeln im Abdomen;
stm, Stigmenmuskel;
v_{1m}, ventrale Längsmuskeln;
xm, Apodem (*ap*) = Apophysenmuskel (*pa*).

Tafel XV und XVI.

Fig. 1. Vergr. 4 $\frac{1}{7}$ fach. *Gryllus domesticus*, erwachsenes männliches Tier, Seitenansicht (einfache Lupe). (Das Abdomen ist durch Quellung in Alkohol ein wenig zu groß, das Halsschild nur wenig zu klein genommen.) Der Hinterflügel ist abgetrennt, das Elytron erhoben. *I*, Prothorax; *II*, Mesothorax; *III*, Metathorax; *Ia*, *IIa*, *IIIa* usw., Hinterleibssegmente; *gh*, weiche Gelenkhaut; *ti*, Titillator, Penis; *x*, Abbruchsrand des Hinterflügels am Gelenk; *cg^I*, Costalgelenk, mit Bezeichnung der Costalader *I*; *Ia sti*, erstes Abdominalstigma; *C*, Kopf.

Fig. 2. Vergr. $10\frac{1}{4}$ fach. Chitinskelett in der ventralen und dorsalen Medianlinie aufgeschnitten und ausgebreitet, linke Körperseite vom Mesothorax bis zum vierten Hinterleibssegment. Äußere Ansicht. Die Bezeichnungswiese *Ia*, *IIa* ist sternal auf *I* und *II* abgekürzt. *a*, posttergale Spange des ersten Abdominaltergits; *Iaphl*, Flankenhaut des ersten Abdominalsegments. Vgl. hierzu COMSTOCK 1902, Fig. 14, Sternite.

Fig. 3. Vergr. 13fach. Der Metathorax. Der ausgebreitete Flügel und seine Gelenke, das Metanotum, obere Ansicht. *v*, Verbindungssteg; *x*, unpaare Konvexfalte, Faltenrücken (vgl. Fig. 1, 2 und 3, Tafel XXIV, III. Teil).

Fig. 4. Vergr. 41fach. Das Flügelgelenk des Metathorax von unten gesehen, im Zustande des ausgebreiteten Flügels. Es ist die Flügelgelenkhöhle mit der Mittelgelenkhöhle *mh* sowie die Beziehung des oberen Pleuralrandes zum Gelenk sichtbar. Der Flügel ist am Analgelenkstück nach Bruch am Costalgelenk abgetrennt. *x*, Vorderende der vorderen Tergalplatte *a*₁, welches, bei ausgebreitetem Flügel nach unten und innen gedrückt, eine Vorwölbung der Flankenhaut innerhalb der Mittelgelenkhöhle, *mh*, darstellt; *y*, Abbruchrand des Flügels bis zu *fl*₃ hin; *I* und *III*, die am Costalgelenk *cg* abgebrochene Costalis- und Radialisader; *ak*, durchscheinender, ins Innere eingesenkter Analgelenkkopf, welcher durch den an *p*₂ ansetzenden Muskel *pm*₇ herabziehbar ist. (Infolge nicht ausreichender Wiedergabe des naturgetreuen Originals ist besonders der Bezirk *d*₁, *d*₂, *p*₁, *p*₂ als etwas schematisiert aufzufassen.)

Fig. 5. (Hierzu vgl. Fig. 4.) Das Metapleurengelenk und Inneres der Mittelgelenkhöhle. Linke Seitenansicht von außen. Vergr. $43\frac{1}{4}$ fach. Das episternale Oberende bei *x*, die Episternalgelenkplatte *ep*, welche durch die Seitensmuskulatur herabgezogen werden. Der Pleuralgelenkkopf *pk* usw., welcher mit dem vorderen Pleuralbalken *a—c* des Mittelgelenkstücks *b*₁ artikuliert. Die Muskelansätze sind, weil andeutungsweise, zu klein gezeichnet (vgl. II. Teil Frontalschnitt Textfig. 11).

Fig. 6 (vgl. Fig. 3). Vergr. $41\frac{1}{7}$ fach. Der Hinterflügel, schematisch; mit Gelenk (zu vergleichen mit REDTENBACHER, *Gryllus campestris*, Taf. XI, Fig. 22). Die römischen Ziffern entsprechen der Aderbenennung REDTENBACHERS (1886), die arabischen Ziffern bedeuten die Fächerstrahlen der XI. Ader; -----, Konvexfalten; , Konkavfalten. Die V. Ader liegt wurzelwärts zugleich mit der VI. Ader tief konkav, als Hauptfalte zwischen der I. und III. Ader einerseits, der VII. Ader andererseits; *v*, Verbindungssteg; *sp*, sog. Hautfeld.

Fig. 7. Vergr. 68fach. Das Costalgelenkstück *cg*, d. i. die Wurzel der I. + III. Ader, von hinten gesehen, nachdem die weichen vorderen Hautfalten und, am Hinterrande, das Mittelgelenkstück *b*₁ abgetrennt ist. Die äußerste, obere basale Endigung der Radialader III ist abgetragen. Dies Stück ist unterseits in Fig. 4 von der dicken, unten vorspringenden Kante *cg*, *ck* sichtbar (die obere Seite vgl. in Fig. 3). <, Lage des distalen Endes der vorderen Tergalplatte *a*₁ (vgl. *x* Fig. 4). X X, Raum der Costalader I; X, Raum der Radialader III; *br*, Chitinbrücke.

Fig. 8a u. 8b. Vergr. 31 bzw. 32fach. Die Analgelenkplatte des Hinterflügels *d*₁, *d*₂, *ta*. In Fig. 8a aus dem Zusammenhang samt Muskeln herausgerissen und von der äußeren Seitenkante gesehen; durchscheinend. In Fig. 8b frei präpariert und von oben gesehen wie in Fig. 8a der Pfeil andeutet. Vgl. hierzu Fig. 3 u. 4. Der Ansatz der beiden Muskeln *pm*₇ und *pm*₁₂ (dieser

in Wahrheit an *s* direkt angeheftet) ist zu sehen. *ta*, Tergalfortsatz der Analgelenkplatte; *s*, Sporn; *d*₁, vordere Analgelenkplatte; *d*₂, hintere Analgelenkplatte, das eigentliche Analgelenk; *x*, Raum der *XIII.* Ader; *li*, Ligament; *y*, Abbruchrand des Hinterflügels (Analwurzelfeldes *av*) wie in Fig. 4.

Fig. 9 (vgl. hierzu Textfig. 1 und die Querschnittserie, III. Teil). Vergr. 23¹/₂ fach. Das Metanotum, seine Beziehungen zum Gelenk und die Tergalplatten. Die weichen Zwischenhäute und Ligamente sind entfernt, abgesehen bei *a*₁. Die Muskelansätze sind durch Strichlinien (Ellipsen) angedeutet. (Nur die verstärkten Ränder und Teile der Chitinplatten sind braun getönt.)

Fig. 10. Das Mittelgelenkstück im Metathorax, frei präpariert, vgl. mit Fig. 18 *a, b, c*. Näheres über die Bezeichnungen vgl. im Text S. 327 ff.

Fig. 10 *a*. Vergr. 66 fach. Ansicht von oben (vgl. Fig. 3); sehr schematisch, ohne weiche Häute. Die mittlere Dorsalfäche ist durchgebrochen. Von *af* bis *ghc*: vorderer, auf das Pleuralgelenk *pk* gestützter Pleuralbalken, welcher sich im Innern der Mittelgelenkhöhle *mh* befindet (vgl. Fig. 4); von *a*₁ bis *a*₂ + *b*₂ hinterer, epimeraler, mit der vorderen Epimeralplatte verbundener Pleuralbalken, welcher außen vortritt (vgl. Fig. 4); *x* Ansatzrand der vorderen Analgelenkplatte *d*₁.

Fig. 10 *b*. Vergr. 69 fach. Ansicht von der Außenseite (vgl. hierzu Fig. 4 u. 5). Der Zusammenhang mit der vorderen Epimeralplatte *p*₁ und dem Pleuralgelenkkopf *pk* ist belassen. Bezeichnungen wie in Fig. 10 *a*.

Fig. 10 *c*. Vergr. 64 fach. Ansicht von der Innenseite, an welcher im oberen Abbruchrande die mittlere Tergalplatte *b*₁ ansetzt. Gegenansicht von Fig. 10 *b*. Bezeichnungen wie in Fig. 10 *a*.

Fig. 10 *d*. Vergr. 53 fach. Ansicht von unten; Gegenansicht von Fig. 10 *a*. Die hier nach oben gekehrte Unterfläche des Gelenkstücks wird in Fig. 4 (vgl. mit Fig. 10 *b*) in der Mittelgelenkhöhle *mh* sichtbar, *c, a*₁, *d*. Bezeichnungen wie in Fig. 10 *a*.

Die weichen Verbindungshäute sind in den drei letzten Figuren erhalten. Die Schraffierungslinien bedeuten Chitinverschmelzungen verschiedenen Grades, die punktierten Flächen perspektivisch freie Teile der Stücke.

Fig. 11 (nach SEMPERSCHEM Präparat). Vergr. 21 fach. Der Mesothorax, der Deckflügel (mit Schrilleiste) und das Flügelgelenk in Ansicht von oben. Der Flügel ist in einer dem lebenden Tiere nicht möglichen Lage gespannt; das Analgelenk ist ausgerenkt. (Vgl. Fig. 17.) *t, t*₁, *t*₂, Teile des Tergits; *tv* Präsegmentallamelle; *a*₁, *a*₂, *a*₃ Tergalplatten; *pf*₁, *fl*₁, *fl*₂, *fl*₃ der Deckflügel; *f* Costalfeldwurzelplatte, welche in Fig. 12 die obere Bedachung der innersten Mittelgelenkhöhle *mh* darstellt; *c*₁, *c*₂, *d*, *e* Analfeldwurzelplatten und Analgelenk; *h* Verbindungshaut; *b*₁, *b*₂ Mittelgelenkstück; *d*₁ vgl. mit *d*₁ in Fig. 3.

Fig. 12 (nach SEMPERSCHEM Präparat). Vergr. 24¹/₂ fach. Der Mesothorax, der Deckflügel (mit Schrilleiste) und seine pleuralen Gelenkteile, die Achselhöhle und Mittelgelenkhöhle *mh*. Ansicht von der Seite und unten. Bezeichnung vgl. Fig. 11. Die Flügelhaltung weicht nicht erheblich von der beim Zirpen eingenommenen Stellung ab; nur ist alsdann die Unterfläche des Flügels nicht so sehr nach außen, sondern mehr nach unten und hinten gekehrt und das Präcostalfeld hängt seitlich herab. *ck* Gelenkkopf des Costalgelenks; *l* Verbindungsleiste; *pl* die Pleuren; *h* Verbindungshaut; *a* hier der Hinterwinkel des Pleuralbalkens im Mittelgelenkstück (vgl. Fig. 18 *b*), der Vor-

sprung rechts darüber in der Mittelgelenkhöhle *mh* ist der Vorsprung bei *d* ebendort.

Fig. 13 (vgl. Fig. 12). Vergr. 33fach. Costalgelenk im Mesothorax und sein episternaler Anschluß von unten bzw. von der Außenseite gesehen (links). *plf* Pleurfurche; *m* innere lamellöse Chitinleiste; *pk* Pleuralgelenkkopf; *ek* episternaler Gelenkkopf; *ck* (Teil von *eg*) Costalgelenkkopf.

Fig. 14. Vergr. 44fach. Die Mesopleura von innen und hinten gesehen, um den im Hintergrund der Mittelgelenkhöhle befindlichen Pleuralgelenkkopf *pk* zu zeigen, welcher mit dem unteren Rande, Pleuralbalken Fig. 18 bei *a—c*, des Mittelgelenkstücks artikuliert. *l* Abbruch der Verbindungsleiste; *lp* Pleuralleiste, sonst vgl. Fig. 13 und allgemeine Tabelle; *x* die Mittelgelenkhöhle *mh*, in welche das Mittelgelenkstück *b*₁ eintritt. *pm*₁₁ und *pm*_{12,13} die ungefähr bezeichneten Muskelansätze. Bezüglich der Muskelansätze vgl. mit Fig. 5.

Fig. 15 *a* und *b*. Das Costalgelenk *eg* im Mesothorax (vgl. Fig. 11 und 12, 13 und 14).

Fig. 15 *a*. Vergr. 44fach. Ansicht von der hinteren Kante nach Entfernung des Mittelgelenkstücks *b*₁ und nach Abtrennung des Analfeldes *f*₂ (vgl. auch mit dem gleichen Bezirk im Metathorax Fig. 7 z. B. die Querbrücke *br*). Bezeichnung wie vorher. *br* Querbrücke; *ek* Costalgelenkkopf; \times Mittelgelenkhöhle; *pk* Pleuralgelenkkopf; *1—2* Abbruchrand des Analfeldes *f*₂; *2—3* Abbruchrand des costalen Gelenkbezirks; *lp* Pleuralleiste.

Fig. 15 *b*. Vergr. 23fach. Ansicht der Deckflügelwurzel, besonders des Costalgelenks (*eg*) von oben. *a*₁ vordere Tergalplatte; bei \times ist die Costalwurzelplatte *f* weggelassen (vgl. Fig. 11).

Fig. 16 *a* und *b* (hierzu vgl. Fig. 11). Vergr. 41½ bzw. 30fach. Analwurzelplatten im Mesothorax, von oben gesehen. Fig. 16 *a* aus dem Zusammenhang gerissen; Fig. 16 *b* frei präpariert; *br a* Querbrücke; *hu* untere feinere Haut, welche zur Haut der Achselhöhle gehört (vgl. Fig. 12); *d*₂ hinteres Analgelenkstück, welches in Fig. 11 und 12 mit seinem medialen Ende *ak*, dem Analgelenkkopf, in die Rückenhaut eingesenkt ist; *ch*₂ Chitinsehnenplättchen; *p*₁, *p*₂ Epimeralgelenkplatten; *b*₂ hinterer Chitinzipfel von *b*₁, umgeklappt, von unten gesehen.

Fig. 17 (Präparat nach Kochen in Kalilauge). Vergr. 31fach. (Vgl. mit Fig. 11.) Das Mesonotum, das Mittelgelenk und die Tergalplatten. Ansicht von oben. *t*, *t*₁, *t*₂, *tv* Teile des Mesotergits; *ch*₁ und *ch*₂ Sehnenplättchen; *pph* rudimentäres Proterophragma; *pk* deutet die Lage des Pleuralgelenkkopfes mit den davon abgehenden Muskeln an; *a*₁, *a*₂, *a*₃ Tergalplatten; *b*₁, *b*₂ Mittelgelenkstück; *x* in *b*₂ die apicale Linie der gewölbten Oberfläche. Die Gelenkteile sind durchsichtig gedacht. Punktierter Flächen bedeuten faltenartige Einstülpungen, zwischen welchen und der darüber liegenden Fläche sich ein freier Raum befindet. In *b*₁ sieht man den Pleuralbalken durchscheinen, *a—c*, dessen vorderes Ende bei *c* die vordere Grenze der Mittelhöhle bezeichnet. Die Muskelansätze sind durch strichlinige Kreise angegeben, *pm*_{11,12,13} sind schematisch eingetragen.

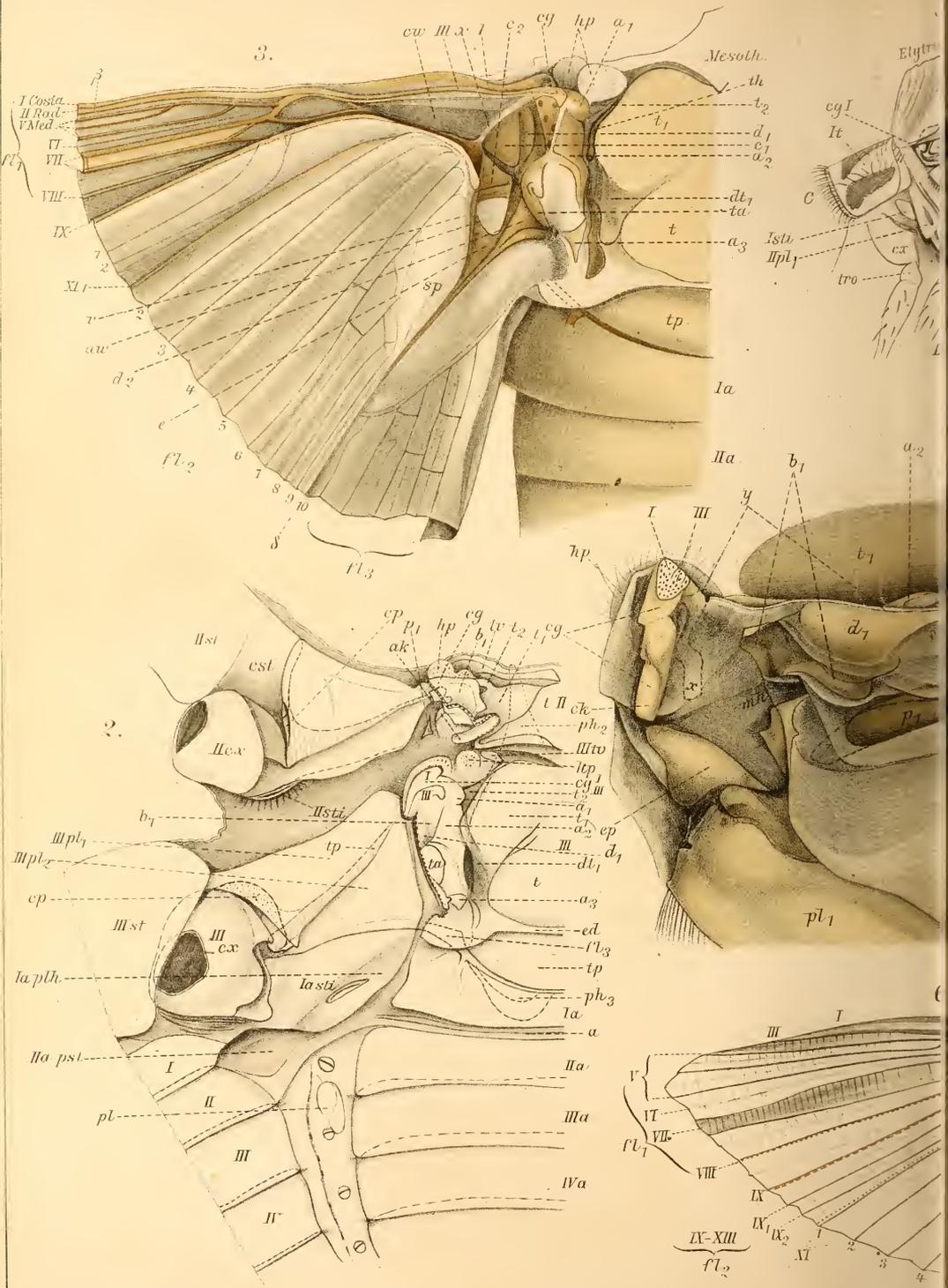
Fig. 18. Das Mittelgelenkstück des Mesothorax *b*₁ von drei Seiten. Der mittlere Buckel ist in Fig. 18 *a* und Fig. 18 *b* abgetragen. S. 340.

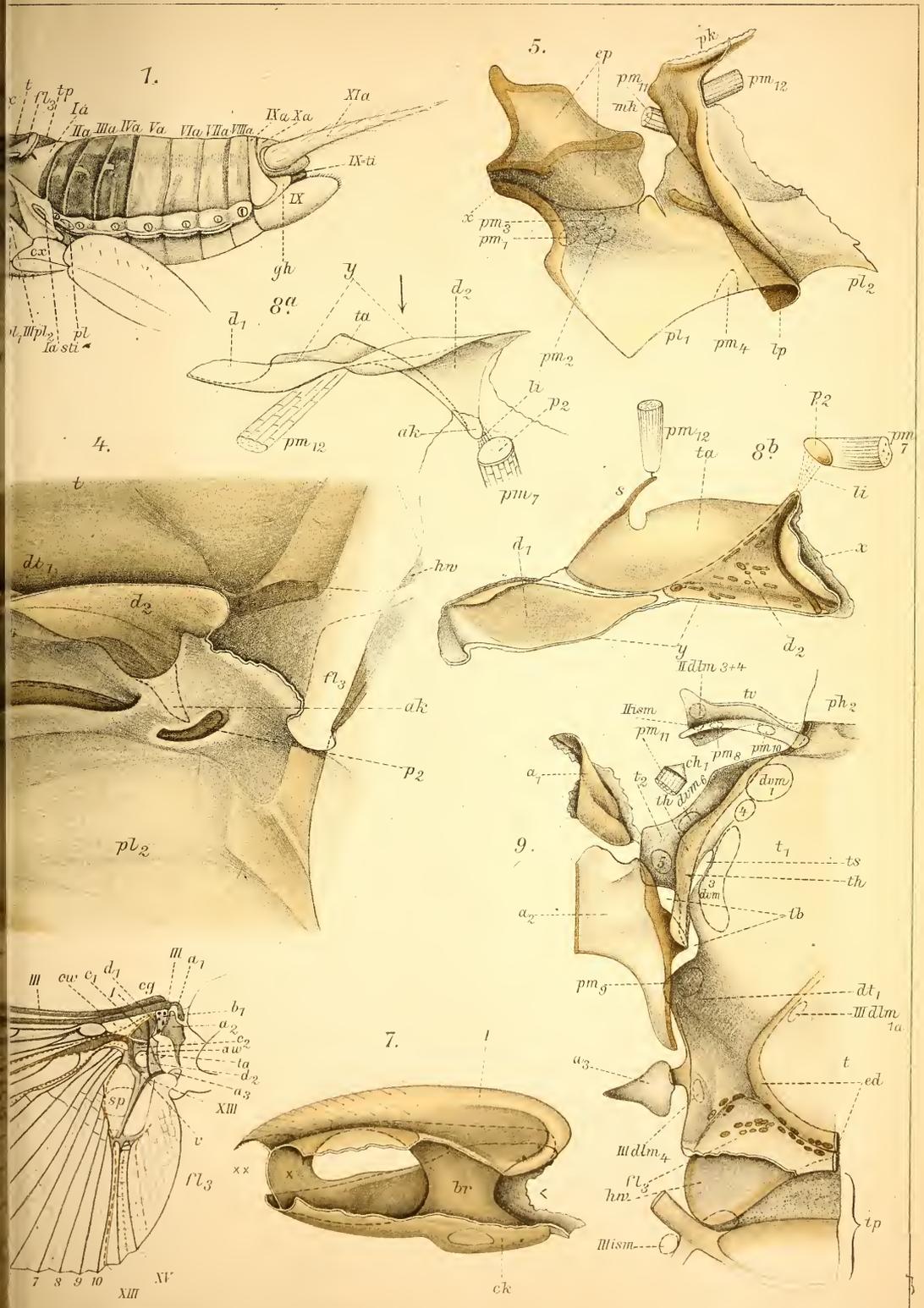
Fig. 18 *a* (schematisch). Vergr. 44fach. Ansicht von oben (vgl. Fig. 11 und Fig. 17). *a—c* pleuraler Balken; *c—gf* die ihn verstärkende diagonale

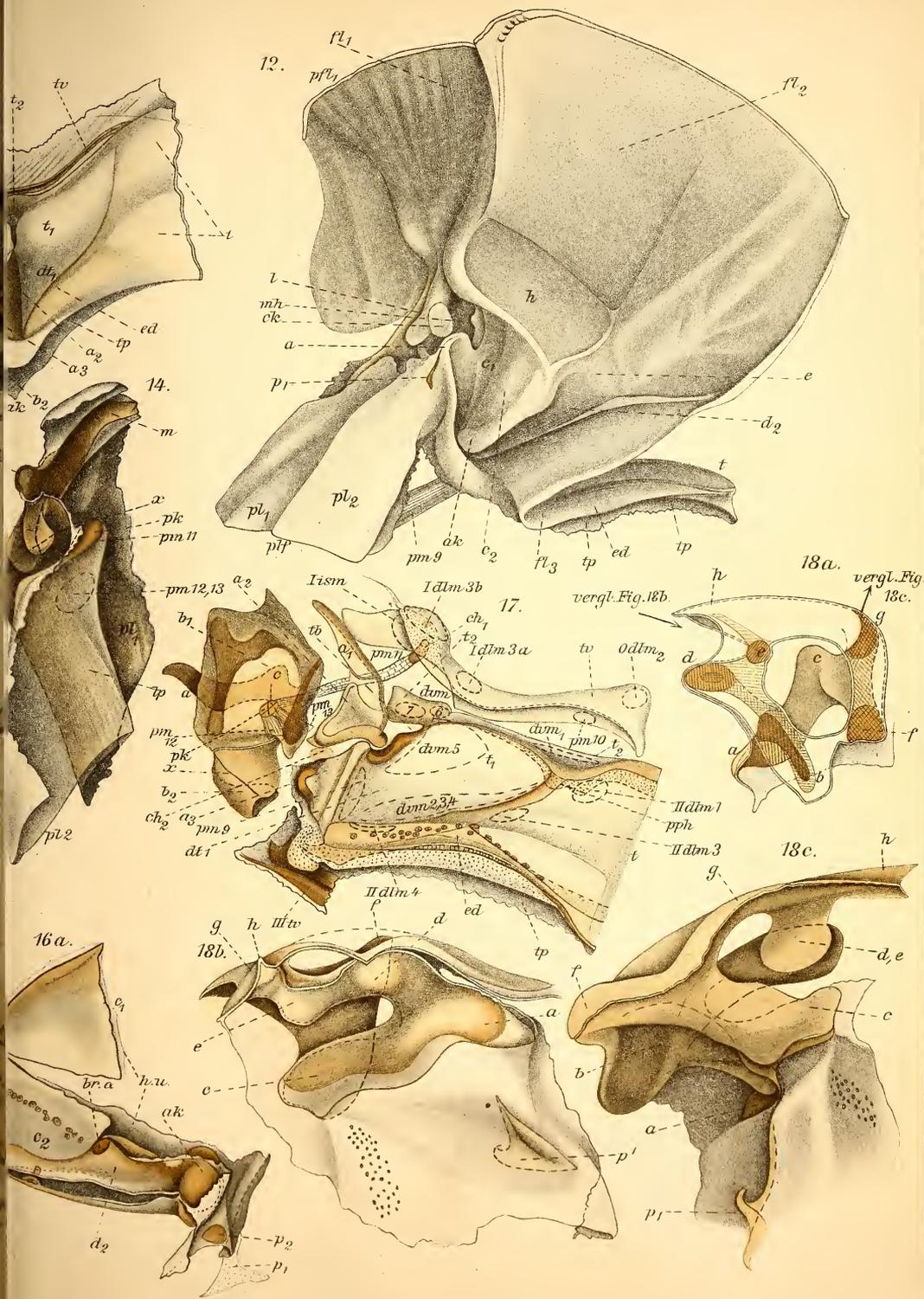
Chitinsäule mit dorsaler Basis *gf*; *d—b* Abbruchrand und Gelenkrand von e_1 ; *a* und *d* Chitinvorsprünge, welche die hintere Begrenzung der Mittelgelenkhöhle bilden und von der Unterseite Fig. 12 zu sehen sind; *d* und *e* Chitinvorsprünge, welche den doppelten Gelenkkopf von f_1 zwischen sich aufzunehmen vermögen. Die Pfeile bedeuten die Gesichtswinkel für Fig. 18 *b* und *c*.

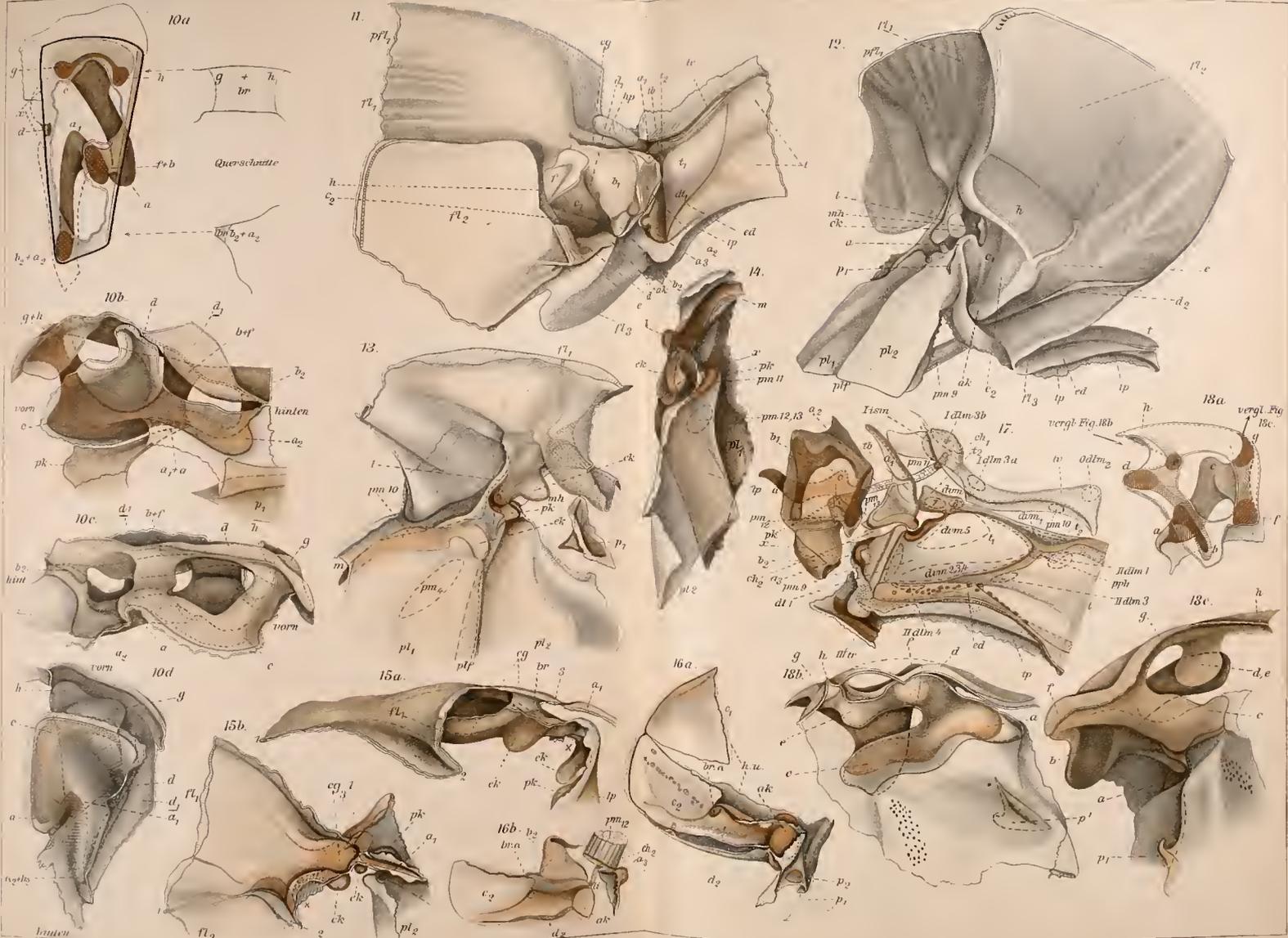
Fig. 18 *b*. Vergr. 72fach. Ansicht von der Seite, d. h. Ansicht der in der Mittelgelenkhöhle *mh* gelegenen Seitenwand (vgl. Fig. 12). *p_1* vordere Epimeralgelenkplatte, eingesenktes, nach innen vorspringendes Faltenplättchen.

Fig. 18 *c*. Ansicht von der Innenseite (vom Körperinnern von der medialen Seite her).









11111111
F. No. 5 1912