

ÜBER DEN

GELENKSBAU BEI DEN ARTHROZOEN.

VIERTER BEITRAG

ZUR VERGLEICHENDEN ANATOMIE UND MECHANIK DER GELENKE.

VON

DR. KARL LANGER,

CORRESPONDIRENDEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MIT III TAFELN.

BESONDERS ABGEDRUCKT AUS DEM XVIII. BANDE DER DENKSCHRIFTEN DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN
CLASSE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 14. OCTOBER 1858.)

WIEN.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1860.

ÜBER DEN
GELENKSBAU BEI DEN ARTHROZOEN.

VIERTER BEITRAG

ZUR VERGLEICHENDEN ANATOMIE UND MECHANIK DER GELENKE.

VON

Dr. KARL LANGER,

CORRESPONDIRENDEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MIT III TAFELN.

BESONDERS ABGEDRUCKT AUS DEM XVIII. BANDE DER DENKSCHRIFTEN DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN
CLASSE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 14. OCTOBER 1858.)

WIEN.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN, BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1860.

DEN GELENKSBAU BEI DEN ARTHROZOEN.

VIERTER BEITRAG

ZUR VERGLEICHENDEN ANATOMIE UND MECHANIK DER GELENKE.

VON

DR. KARL LANGER,

CORRESPONDIRENDEM MITGLIEDE DER KAISERL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

(Mit 3 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 14. OCTOBER 1858.

Dadurch, dass die Harttheile an die Peripherie des Leibes verlegt sind, gestaltet sich bei den Arthrozoen die Form und Gruppierung der beim Gelenksbaue verwendeten Skeletstücke wesentlich abweichend von der bei den Wirbelthieren gewöhnlichen Weise. Ich glaubte meine Untersuchungen über den Bau der Gelenke auch nach dieser Richtung hin ausdehnen zu sollen, da darüber, meines Wissens, mit Ausnahme etwa einzelner Daten, noch keine genaueren übersichtlichen Berichte vorliegen. Straus-Durkheim's Abhandlung über die Anatomie des Maikäfers berücksichtigt bei der Beschreibung der einzelnen Skeletstücke wohl auch die Gelenksverbindungen, weist aber eben nur auf die Verbindungsstellen hin, ohne die Formen der Gleitflächen, und selbst die der Skeletstücke genauer zu bestimmen, sie mit den Bewegungsverhältnissen in Zusammenhang zu bringen, und das gegenseitig Bedingende von Gestalt und Beweglichkeit hervorzuheben. Burmeister hat die Gelenke schon etwas genauer unterschieden, ohne dass auch er in die Formen näher eingegangen und sie mit dem Mechanismus in Verbindung gebracht hätte.

Bei den Wirbelthieren, deren Skelet in das Innere des Leibes, von Muskelmassen bedeckt, eingetragen ist, bildet jedes Skeletstück ein allseitig geschlossenes Ganze. Die Knochen kehren sich nur Flächen zu. Die Drehungsaxen oder Drehungsmittelpunkte der Bewegung sind zugleich die Axen oder Mittelpunkte der die Knochen abschliessenden und an einander gleitenden Gelenkflächen. Da die Continuität der weichen Leibesmassen über dem

Skelete stattfindet, so sind die zwischen den freien Gelenkflächen liegenden Gelenkräume hermetisch verschlossen und stehen in keiner Communication mit der Aussenwelt.

Bei den Arthrozoen dagegen ist das Skelet die Hülle der Weichtheile und die einzelnen Skeletstücke bilden offene Ringe oder Röhren, durch deren Öffnungen die Weichtheile ohne Unterbrechung zusammenhängen. Die Skeletstücke kehren sich nur Öffnungen zu, und stehen meist nur im Bereiche der Ränder in Punkten oder Linien im Contacte. Wenn aber durch Einbiegen der Ränder der Contact zweier Skeletstücke zum Flächencontacte wird, so ist der Contact doch stets nur ein peripherischer, central durch die Weichtheile unterbrochen. Bilden sich an den umgebogenen Rändern Kugelflächen aus, so sind die Segmente stets nur ringförmig. Wenn bei einaxigen Gelenken durch Umlegen der Ränder Flächencontact stattfindet, sich daher Gleitflächen ausbilden, so zerfällt das mechanisch als Einheit aufzufassende Gelenk, von den Weichtheilen im Innern getheilt, stets in zwei anatomisch geschiedene Gelenke, die an den Enden der Drehungsaxe, in und um die fixen axialen Berührungspunkte vertheilt, liegen. Nur selten, und nur bei hoch entwickelten Formen, kömmt es bei den Arthrozoen zu Walzengelenken, wo dann die Drehungsaxe zugleich die geometrische Axe des Gliedes ist. Wie bei den Wirbelthieren der Umfang der Walze unterbrochen wird durch die Verbindung derselben mit einer Diaphyse, so wird hier eine solche Walze unterbrochen sein durch die Öffnung für den Durchtritt der Weichtheile.

Nur ausnahmsweise sind die Gelenkflächen bei Wirbelthieren central unterbrochen, z. B. am Schenkelkopfe der Säugethiere durch das *Ligamentum teres*, und selbst da lässt es sich noch nachweisen, dass das Band kein Binnengebilde, sondern ein extra Cavum entstandenes ist. Ebenfalls nur ausnahmsweise sind bei Wirbelthieren mechanisch zusammengehörige Gelenke anatomisch geschieden und zwar meist nur solche, die an unpaaren symmetrisch gebauten Skeletstücken vorkommen, z. B. die Kiefern gelenke, die Wirbelgelenke; der Fall, dass anatomisch als Einheit sich darstellende Gelenke mechanisch in zwei oder mehrere sich spalten, ist häufiger, z. B. die Ellbogengelenke mit frei beweglichem Radius.

Die Räume zwischen den Gelenkflächen sind bei Arthrozoen der Luft und dem Wasser zugänglich.

Die Durchsicht der folgenden Beschreibungen wird ergeben, dass die Grundlage der Gelenkbildung bei den Arthrozoen die Faltenbildung des festen Integumentes ist, dessen freie Ränder durch weiches Integument, sogenannte Gelenkshäute verbunden werden.

Ich beabsichtige keine nach zoologischen Gruppen geordnete Beschreibung der einzelnen Gelenke, sondern nur eine genauere Schilderung der Gelenke bei einigen Thierformen mit Angabe von Varianten; ich wünsche nur den Typus im Gelenksbaue festzustellen, und beschränkte daher meine Untersuchungen nur auf ein kleines Materiale, das aber genauer durchgesehen wurde.

Auf Krebse und grössere Käfer habe ich zunächst meine Aufmerksamkeit gerichtet. Grosse Objecte haben sich für die Untersuchung vor allen empfohlen.

Die einfachsten Formen der Gelenksbildung fand ich bei den **Crustaceen**; ich untersuchte sie genauer bei *Astacus* und *Hommarus* unter den Macruren; bei den Brachyuren finden sich einige Modificationen, die ich mit Berücksichtigung anderer Genera speciell von *Maja Squinado* beschreiben werde. Schliesslich ist auch der Gelenksbau von *Squilla* berücksichtigt worden.

Betreffs der Bezeichnung der einzelnen Skeletstücke verweise ich auf die von M. Edwards vorgeschlagene Terminologie derselben. (*Annales des Sciences nat.* 1851, XVI, pag. 221.) Siehe Fig. 9 die Bezeichnung der Glieder eines Scherenbeines von *Astacus fluviatilis*.

Alle Gelenke, die ich bis jetzt an Krebsen zu beobachten Gelegenheit hatte, mag ihre Einrichtung wie immer sein, sind durchwegs Charniere, deren Drehungsaxen meist in den längeren Durchmesser der Öffnung der Glieder fallen und gegen die Symmetrieebene des Leibes und die Längsrichtung eines Anhanges, z. B. Beines, in verschiedenen Winkeln gelegt sind, gegen einander bald parallel, bald verschieden geneigt stehen. Kugelenke mit vollkommen freier Beweglichkeit eines Gliedes habe ich bei den Krebsen nicht gefunden.

Denkt man sich den Leib oder das Bein eines Krebses durchwegs als eine feste Röhre, so wird, wenn sie in Glieder (Ringe) zerfällt und diese gegen einander im Charniere beweglich sein sollen, eine Gelenksbildung auf zweifache Weise zu Stande kommen können.

1. Wenn die mehr weniger walzenförmige Röhre gegen die imaginäre Drehungsaxe hin sich abplattet, die harte Röhre entlang der Axe unterbrochen und durch weiche Hautstücke ersetzt wird. Diese weichen Hautstücke als Continua der festen Röhre, den Entomologen unter dem Namen Gelenkshäute bekannt, werden beiderseits nur kurz sein, und schon eine hinreichende Excursionsfähigkeit ermöglichen, wenn die Abplattung hinreichend, so zu sagen rein axial ist. Natürlich würde dann die Communication zwischen den beiden Gliedern bis auf einen linearen Spalt sich verengern. Dieser, in der Wirklichkeit kaum strenge ausführbaren Form nahe steht die bewegliche Verbindung, welche zwischen Ischio- und Méropodite, *P3* und *P4*, am ersten Scherenbeine des Krebses und Hummers vorkömmt. Doch ist nur die innere Wand des Rohres abgeflacht, mit linearen Rändern der beiden Glieder; die äussere Wand ist aber mehr gebuchtet, ihre Gelenkshaut daher immer länger (um der Excursion nachgeben zu können), je mehr von dem Axenende entfernt an den Rändern der gebuchteten Wand sie sich befestiget; sie bildet eine biconvex begrenzte, je nach der Grösse der Bucht schmale oder breite Membran.

Da die Drehungsaxe dieses Charnieres zwischen die linearen Ränder der inneren Wand fällt, so ist die Gelenkshaut hier nur ein schmaler Streifen, der bei keiner Stellung des Gelenkes erschlafft, und die Verbindung hinlänglich sichert. Der Querschnitt des Beines im Gelenke hat eine lineal-convexe Form. Es entspricht dieses Charnier der, von Burmeister „Klappenverbindung“ genannten Gelenksform.

Bei den Brachyuren fällt diese Verbindung als Gelenk aus, wie bei *Eriphia*, indem die beiden Glieder mit einander verwachsen. Das Bein zeigt auch an dieser Stelle nicht mehr die vorhin bemerkte Abplattung.

2. Die zweite Form von Gelenken mit grösserer oder geringerer Vollkommenheit, ja bis zur Entstehung von Gleitflächen tritt da auf, wo die Skelettröhre nicht abgeflacht wird, und die beiden beweglich verbundenen Glieder grosse Öffnungen einander zukehren. In diesem Falle müssen in der Excursionsrichtung keilförmige Ausschnitte an den Gliedern angebracht

sein, die durch weiche Gelenkshaut ersetzt werden. Die Winkel des Ausschnittes müssen mit dem Excursionswinkel des Gelenkes übereinstimmen, wenn sich nicht das eine Glied im Maximo der Excursion in die Öffnung des anderen hineinlegt. Ich nenne diese Ausschnitte Achselausschnitte.

Bei der durch die Bewegung (Beugung)¹⁾ hervorgebrachten Knickung des Körpertheiles wird sich die Gelenkshaut in dem Achselausschnitte in quere Falten zusammenlegen und die Glieder werden sich im Maximo der Excursion mit Flächen berühren. Diese Flächen werde ich Achselflächen heissen. An der der Bewegung entgegengesetzten Seite (Streckseite) sind die freien Ränder der beiden Glieder ebenfalls durch eine faltbare Gelenkshaut vereinigt, welche bei der Beugung sich entfaltet und spannt.

Mit diesen faltbaren Gelenkshäuten vereinigt, befestigen sich an den freien Rändern der Glieder die verkalkten Sehnen der Muskeln. Die Lagen der Sehnen sind schon äusserlich kenntlich an einer queren Falte der Gelenkshaut, die auch dann nicht ausgeglichen wird, wenn sie im Maximo gespannt ist. Die Verschmelzung der Sehnen mit der Gelenkshaut hat den Vortheil, dass die gefalteten Gelenkshäute stets in das Innere der Röhre des Gliedes hineingezogen werden.

Meistens ist die Mündung des einen Gliedes weiter geöffnet als die des anderen, die Glieder also mehr trichterförmig gestaltet. Die Basen dieser Trichter sehen immer der Peripherie zu.

Da die Wandungen der Skeletröhren dünn sind, so berühren sich die Glieder nur in wenig Punkten, nämlich an den Axenenden und die Festigkeit des Zusammenhanges würde nur auf jenen wenigen Fasern der Gelenkshaut beruhen, welche im Bereiche der Axenenden, also in fixen Punkten die Glieder vereinigen. Um die Berührungspunkte dieser axial befestigten Partie der Gelenkshaut möglichst zu vergrössern, haben alle Gelenke dieser zweiten Art in der Richtung der Axe beiderseits schnabelartig vorspringende Falten der Skeletröhre. Die Falten des central liegenden Gliedes sind mehr geöffnet, so dass die Falten des peripherischen Gliedes sich in den Faltungswinkel desselben einlagern können.

Es ist einsichtlich, dass je spitziger der Winkel dieser Falten und je länger die Falten sind, ein um so grösserer Theil der Gelenkshaut der Drehungsaxe näher befestiget sein kann, daher keinem Wechsel in seiner Spannung unterliegen, und die Verbindung beider Glieder unbeschadet der Excursionsfähigkeit des Gelenkes desto gesicherter sein wird. Ist der Faltungswinkel aber mehr geöffnet, so stellt sich die eine Seite der Falte rein axial ein.

In der geschilderten Weise sind die meisten Gelenke an den Beinen höherer Krebse, so bei *Astacus* gebaut. Diese Form ist, so zu sagen, die Grundform selbst der vollkommeneren Gelenksapparate dieser Thiere.

Ein Bild eines schon vollkommeneren Gelenkes dieser Art gibt das in Fig. 1 abgebildete Gelenk zwischen Méropodite und Carpopodite (*P 4* und *P 5*) von *Maja Squinado*. Die äusserlich bemerkbaren axialen Falten von *P 5* ruhen scheinbar wie Zapfen in den weiter geöffneten Falten des *P 4* eingelagert. Die Lefzen beider Falten krümmen sich kegelartig,

¹⁾ Ich nenne übereinstimmend mit dem Sprachgebrauch Beugung jene Bewegung, welche die Glieder (Knochen) in immer kleiner werdenden Winkeln einander gegenüber stellt, daher zur Verkürzung des Leibestheiles (Extremität) führt; Streckung dagegen jene Bewegung, durch welche ein Leibestheil verlängert wird. Am Beine des Menschen ist daher die Plantarexcursion des Fusses eine Streckbewegung, die Dorsalexursion eine Beugebewegung.

und da sie im Flächencontacte stehen, so bildet die Falte von *P 5* beugewärts ein Stück convexer Rolle, der sich die innere Wand der Falte von *P 4* als concave Gleitfläche gegenüber stellt (bei Fig. 1). Wird das Gelenk geöffnet, wie in Fig. 2, so überzeugt man sich, dass der axiale Fortsatz von *P 5* kein allseitig begrenzter Zapfen, sondern nur eine hohle Falte ist; zugleich bemerkt man, dass die Falten mit einer Lefze ins Innere des Rohres hineinragen und einen Balken bilden, der die Öffnung des Gliedes wie eine Scheidewand in zwei Abtheilungen trennt. Durch die kleinere Abtheilung geht der Streckmuskelapparat, durch die grössere der Beugeapparat. Die Faltung ist also doppelt mit zwei Faltungswinkeln, deren einer einwärts, der andere auswärts gerichtet ist; letzterer ist äusserlich nur durch eine lineare Furche angedeutet. Der durch die doppelte Faltung innen erzeugte Balken gibt natürlich genau die Lage der Drehungsaxe an. Die axialen Ansätze der Gelenkhaut haben sich dadurch vermehrt und die Gelenksverbindung an Festigkeit gewonnen. Siehe in Fig. 2A die axialen Balken des *P 4* und B die Balken des *P 5*. Mit *aa'* und *bb'* sind die entsprechenden Berührungspunkte der Axenenden bezeichnet.

Solche innere Falten treten rudimentär auch bei *Astacus* an einzelnen Gelenken der Beine auf; wo sie vorkommen, sind sie äusserlich schon durch eine feine Nath als Andeutung des Faltenwinkels kenntlich.

An den Rändern der Falten befestigen sich die Gelenkhäute, in den Zeichnungen als Säume hervorgehoben. Durchschnitte dieser Gelenke, senkrecht auf die Axe geführt, geben Aufklärung über die Ansätze, Verlaufsweise und Faltenbildung der Gelenkhäute.

Dasselbe Gelenk zwischen *P 4* und *P 5* von *Eriphia* hat keinen inneren axialen Balken. Das Gelenk zwischen Coxopodite und Basipodite (*P 1* und *P 2*) von *Maja* ist wieder mit einem solchen Balken versehen.

So sehr es äusserlich den Anschein hatte, so ergab dennoch die Zerlegung des Gelenkes, dass bei diesem Charniere keine axialen, in einem Lager laufenden Zapfen vorkommen. Die axial vorspringenden Falten werden erst dann wahre Zapfen bilden, wenn sie entweder im vollen Umfange, oder doch unterhalb der Drehungsaxe geschlossen und mit geglätteten Gelenkflächen versehen sind; diese werden dann in kleinen, ihnen gegenüber gestellten concaven Grübchen des anderen Gliedes sich einlagern.

3. Die Zapfencharniere, nur eine Modification der zweiten Gelenksform; sind bei den Krebsen, mehr oder weniger vollkommen ausgeführt, nicht selten zu treffen. Beispiele der einfachsten Art bieten die beweglichen Verbindungen der Abdominalringe von *Hommarus*.

Die Ringe haben ebenfalls beiderseits axial eine kleine faltenartige Ausbuchtung, die aber nicht die Öffnung, sondern die Fläche dem anderen Ringe gegenüberstellt. Der vordere Ring kehrt die convexe Fläche heraus, der hintere trägt das concave Grübchen; beide sind geglättet und natürlich in sagittaler Richtung kreisförmig gebogen. Wegen des kleinen Radius der Flächen, ihrer Nähe an der Drehungsaxe ist die gleitende Verschiebung beider Flächen natürlich nur unbedeutend.

Die Achselausschnitte der Ringe sehen nach abwärts in der Richtung der Beuge-Excursion. Die oberen Halbringe bilden bekanntlich einen ganz geschlossenen Panzer. Die nach vorne verlängerten Platten der hinteren Ringe schieben sich bei der Streckung in die etwas erweiterten Halbringe der vorderen Glieder hinein.

Die Faltenbildung des harten Integumentes behufs der Gliederung des Leibes ist in diesem Falle ganz ersichtlich. Straus-Durkheim nennt diese Gelenksverbindung *Articulation*

écailleuse. Burmeister weist darauf hin, wie dieses Ineinanderschieben der Abdominalringe bei Insecten die Verlängerung und eine Erweiterung des Leibes bedingt; beides ist natürlich nur dann möglich, wenn die Faltenbildung gleichförmig rund herumläuft und die Ringe nicht in fixen axialen Punkten articuliren. Die Verlängerung des Leibes geschieht eben durch das Ausglätten der Falten.

Während das Gleiten im Gelenke der Bauchringe nur ein geringes ist, geschieht die Excursion der oberen sich deckenden Halbringe mit grösserem Radius, daher die gleitende Verschiebung derselben über einander im grösseren Umfange stattfinden wird. Die eingeschlagene Gelenkhaut bildet die Pfanne für die convexe, glatt zugeschliffene Fläche des sich einschiebenden hinteren Ringes.

Hier muss einer Vorrichtung gedacht werden, welche die von aussen zugängliche (Gelenk-) Höhle zwischen den Ringen nach Art eines Ventiles verschliesst und das Eindringen von Sand, überhaupt die Verschiebung beeinträchtigender Körper verhindert. Es ist dies ein am hinteren Rande des vorderen Ringes angebrachter Saum von steifen Haaren, die sich an die geglättete Oberfläche des einschiebbaren Ringes dicht anlegen und nach Art einer Bürste diese Fläche rein fegen. Diese Haarsäume finden sich an den Rändern aller Flächen, welche gleitend an anderen Theilen sich verschieben; wo bei Entfaltung der Glieder grössere Zwischenräume sich ergeben, sind die Haare länger und kreuzen sich vielfach nach Art eines Filzes.

Gelenke mit kleinen axenständigen unvollkommenen Zapfen, die in offenen Pfannen ruhen, sind auch die beweglichen Verbindungen des Wurzelgliedes der Beine mit dem Thorax.

Bekanntlich bildet das Trabecularskelet des Thorax bei den Dekapoden nach unten zwischen den einzelnen Leibesringen (Somites, *T*, Milne Edwards) fünf Öffnungen zur Aufnahme des ersten Gliedes (Coxopodite *PI*) der Beine (Fig. 8); die schief unter 45° gegen die Symmetrieebene des Leibes gestellten Durchmesser entsprechen den Drehungsaxen der Charniere. Die innere Gelenksverbindung fällt auf die von M. Edward's Endosternalplatten, *ES* genannten Stücke, die nach unten mit den medianen Sternalstücken (Sternites, *S*) zusammenhängen; ihr nach unten hervorragender Fortsatz trägt die kleine grubige Gelenkfläche *ESa* (branche arthrodiale). Die äussere vordere Gelenksverbindung fällt auf den Spaltungswinkel der Endopleuralplatten (*Ep*). Mit *Epa* ist der vordere, mit *Epp* ihr hinterer Schenkel in Fig. 8 bezeichnet. Diese ebenfalls nur kleine Gelenksfläche ist ein in der Axenrichtung etwas verlängertes Knötchen. Beide Gelenkflächen fallen in die mit 1, 2, 3 bezeichnete Axenrichtung. Die Coxopoditeglieder der Beine tragen, diesen entsprechend, innen ein Knötchen, aussen ein Grübchen.

Auch das sogenannte Nagelglied der Krepsschere (Dactylopodite, *P7*) ist in das vorletzte Glied (Propodite, *P6*) bei *Hommarus* durch eine in ein Grübchen eingelagerte randständige Verdickung eingelenkt, wie der Durchschnitt der Schere Fig. 6 von innen besehen zeigt. Die Verbindung ist hier leicht zu lösen; bei *Maja*, *Eriphia* dagegen ist das Nagelglied in der verengten Öffnung des Handgliedes strenger eingefügt, so dass es nur, wenn der Rand ausgeweitet wird, entfernt werden kann.

Der axiale Zapfen ist bei dieser minder vollkommenen Form des Zapfencharnieres oft nichts weiter als eine Aufquellung des freien, in der Axenrichtung eingebogenen Randes, und die Pfanne nur eine axial gestellte Incisur des Integumentrandes: wahre, im ganzen

Umfange geschlossene, frei aus der Fläche hervorragende Zapfen fand ich nur bei den Brachyuren. So finde ich schon am Coxopoditegliede bei *Maja* zur Verbindung mit dem Thorax kurze abgerundete Spitzen, die in geschlossenen Grübchen eingezapft sind. Ein ganz vollkommenes Zapfengelenk findet sich aber bei *Maja* und *Eriphia*, wie es scheint, typisch für die Brachyuren, am Scherengelenke zwischen Carpopodite und Propodite (*P 5* und *P 6* nach M. Edward's; Carpe und Main nach Latraille).

Man bemerkt zunächst an diesem Gelenke, dass von beiden Gliedern über die Axe weg Fortsätze abgesendet und damit zwei Gabeln erzeugt werden, von denen die des *P 6* über die Zinken des *P 5* herübergreifen. Das Gelenk ist vollkommen symmetrisch geformt und eine Trennung der Glieder unmöglich ohne Abtragung der Fortsätze. Geschieht dies, so stösst man (Fig. 3 A) am Carpalgliede (*P 5*) beiderseits auf einen kurzen cylindrischen Zapfen, dessen freies Ende knopfförmig abgerundet ist und aus dem in der Bewegungsebene kreisförmig begrenzten Fortsatze axial hervorragt. Er erhebt sich aber nicht frei über die Wand des Gliedes, sondern liegt in der Grube einer lateralen Bucht des Integumentes. Die Fortsätze des Propoditegliedes Fig. 3 B, gegen den Fortsatz von *P 3* abgeflacht, tragen Grübchen, deren Grund dem Knopfe am Zapfen entsprechend erweitert ist. Es genügt daher nicht, um das Gelenk zu lösen, dasselbe durch einen Schnitt senkrecht auf die Axe zu theilen, es muss oft der Fortsatz des *P 6* mit dem Grübchen zerbrochen werden, um eine Ansicht des unverletzten Zapfens zu bekommen.

Aus der Zeichnung (Fig 3 A und B) ist an den Säumen der Ansatz der Gelenkshaut zu entnehmen. Man sieht, dass sie central am Fortsatze des *P 5* sich anheftet, und von da an gegen die Symmetrieebene immer breiter wird, um den Bewegungsexcursionen nachgeben zu können. Die Zapfen sind, an der Basis wenigstens, hohl und erweisen sich dadurch auch nur als Buchten, d. i. geschlossene Falten des Integumentes.

In diesen Charnieren geht die Drehungsaxe natürlich genau central durch die Zapfen; es gibt aber auch noch Gelenke mit axenständigen Grübchen und Gelenksköpfchen, bei denen die Axen nicht central liegen, wo also die Köpfchen, genauer betrachtet, sich nur als Kugelabschnitte oder Ringsegmente erweisen, deren Schnittfläche in die Richtung, nicht aber quer auf die Axe fällt. Ein solches Gelenk haben die Mandibeln von *Hommarus* (Protognathes, 1 M, nach M. Edward's). Ihre Axen sind ebenfalls in einem Winkel von 45° gegen die Symmetrieebene, und von 90° gegen einander, aber mit nach hinten gerichteter Winkelöffnung gestellt.

Das hintere schmale Ende des halbkegelförmig gestalteten Kiefers trägt ein Grübchen, Fig. 7, in welches ein Gelenksköpfchen des Basilarstückes der Mandibeln (Coxognathite) einpasst. Das Basilarstück selbst ist seitlich am ersten Thoraxsegmente durch eine Bandfuge wenig beweglich befestigt.

Vorne articulirt der Kiefer mit dem verdickten Rande des Epistomes in einer kleinen, länglichen, axial gestellten Pfanne, die am Durchmesser seiner Basis sitzt. Da die Drehungsaxe des Gelenkes in den Radius der Kegelfläche des Kiefers fällt, so kann sie nur den Rand seiner hinteren Gelenkfläche berühren, und das eingepasste Köpfchen des Coxognathite nur Segment eines Ringes und kein kugeliges Köpfchen sein.

Die Pfanne am vorderen Ende erhebt sich mit ihren Lefzen über die Axe, welche daher hier central durchgeht. In demselben Radius, nämlich an dem äusseren Rande der Kieferöffnung, entsteht schief ein Fortsatz, an welchem der Erweiterer der Mundspalte befestigt ist.

Berücksichtigt man die Form der vorderen Gelenksfläche und ihr Verhältniss zur Drehungsaxe, deren hinteres Ende durch ein randständiges Höckerchen an der Pfanne erkennbar ist, so stellt es sich als sehr wahrscheinlich heraus, dass man es hier mit einem Schraubencharniere zu thun habe, dessen Ablenkung rechterseits rechtsläufig, linkerseits linksläufig ist, wie es das Schema Fig. 7 erläutert. -

Das Kiefergelenk dürfte den Übergang bilden zur vierten bei Crustaceen vorkommenden Gelenksform:

4. Den Charnieren durch Einfalzung. Die scheinbaren axialen Gelenksköpfchen und Pfannen haben sich am Kiefergelenk als kleine Segmente von Ringen und Furchen erwiesen, deren Hauptkrümmung in die Bewegungsebene fällt. Denkt man sich diese an den Axenenden befindlichen Gleitflächen in grösserem Umfange bis zum halben Kreis oder noch mehr geschlossen, nicht dicht an der Axe, sondern mit grösserem Radius ausgeführt, so ergeben sich Verbindungen, wo die Glieder im Falze gleitend sich bewegen. Mittelst eines solchen Gelenkes ist die Schere in die Gabel des Carpopodite (*P 5*) bei *Hommarus* eingefügt. Die Drehungsaxe desselben geht durch die lateralen Fortsätze des Carpopodite; das Gelenk ist nicht symmetrisch gestaltet und ebenfalls schwer zu zerlegen.

An der äusseren (intensiver gefärbten) Seite trägt der Fortsatz des Carpopodite die Falzrinne in einem Bogen von etwa 225 Grad (Fig. 5 *B*). Central wird diese Rinne von einer Ringleiste begrenzt, die gegen die Axe wie gefaltet einsinket und da mit der weichen Gelenkhaut sich vereinigt. Die Falzleiste (Fig. 5 *A*) sitzt in einem Umfange von etwa 135° an der Seite des Scherengliedes (*P 6*).

An der unteren (weniger gefärbten) Seite (Fig. 4 *A* u. *B*) trägt die Zinke des *P 5* die Falzleiste, und die Schere die Falzrinne, letztere ist central von einem Stück Ringwulst begrenzt, mit dessen concavem Rande wieder die Gelenkhaut verschmilzt.

Die Genauigkeit des Ganges und die Festigkeit des Gelenkes hängen hier hauptsächlich von der Strenge des Falzes ab. Die Fortsätze des *P 5*-Gliedes sind natürlich hohle, durch Umlegung des Integumentrandes entstandene Buchten; das äusserlich vom Scherengliede bemerkbare Relief ist von innen her als Vertiefung zu unterscheiden.

Auch an kleineren Exemplaren von *Hommarus* habe ich diese Falzrinnen und Leisten strenge ausgeführt wieder gefunden, nicht aber, selbst an grösseren Individuen von *Astacus fluviatilis*; die Falzleiste ist nur durch ein geglättetes Höckerchen, und die Rinne nur durch ein Grübchen angedeutet. In kleinerem Massstabe ausgeführt, trifft man die Einfalzung zweier Glieder auch im letzten Gelenke des Raubfusses bei *Squilla*, nur trägt das vorletzte Glied beiderseits die Leiste, und das letzte Glied beiderseits die Rinne. Auch die flossenförmigen Endglieder am letzten Beine der Schwimmkrabben sind in Falzcharnieren eingelenkt.

Diese Beispiele dürften genügen, um vom Gelenksbau bei den Crustaceen eine Vorstellung zu gewinnen. Die einfachste Form tritt mit blosser Faltenbildung in der Axenrichtung auf, sie wird vollkommen durch Vermehrung der fixen Punkte mit Entwicklung axialer Balken.

Die Festigkeit der Verbindung ist aber bloss der Zähigkeit der axial befestigten Gelenkhaut übertragen, und eigentliche gleitende Gelenksflächen sind nur accessorisch an peripherischen Theilen zu finden. Diese treten streng geometrisch gestaltet und den Gang des Gelenkes bestimmend erst bei den Zapfen und Falzcharnieren auf.

Die Arretirung der Gelenke geschieht in beiden Fällen entweder durch Berührung der Glieder oder durch die Spannung der Gelenkhäute.

Da ich die Beweglichkeit der Beine bei den Krebsen erst am Schlusse dieser Abhandlung mit Berücksichtigung jener bei den Insecten zu besprechen gedenke, so bleibt hier nur darauf hinzuweisen, wie die Form der einzelnen Glieder, einerseits von der Adaptation an die Fläche des Cephalothorax, anderseits von der Lage der Drehungsaxen zur Längsrichtung der Glieder, von dem Mass und der Richtung der Excursion abhängig ist. Wie das Bein gebogen seine Glieder lagert, ob diese auf einander fallen oder parallel zu einander sich einstellen, hängt von der Situation der Drehungsaxen ab, und bedingt die Formen der Achselausschnitte und Achselflächen.

Im Allgemeinen haben die Beine der Dekapoden eine wie aufgewundene Gestalt, so dass ihre Flächen einfach oder doppelt in mehr oder weniger regelmässigen Windungen die Beine contouriren. An der Wurzel horizontal gestellt, legen sich die Flächen in die verticale Lage, um dann gegen den Mund wieder in den Horizont sich umzulegen. Diese Torsion verdankt das Bein hauptsächlich der Situation der Axen, die sich wendelförmig um die Längsrichtung des Beines anordnen, wie dies deutlicher die Hinterbeine zeigen, kann aber auch durch eine Torsion der Glieder selbst begründet sein, wie dies an der Wurzel des Scherenbeines zu sehen ist.

Wie bei den Krebsen die Bewegung aller Glieder ausschliesslich nur auf Charniergelenken beruht, so sind es auch bei den **Insecten** die Charniere, welche die interessanteste Ausbeute ergeben, weil sie zunächst die Locomotion des Thieres bedingen, überhaupt die Gebrauchsweise der Beine bestimmen. Die sogenannten freien Gelenke finde ich nur sehr selten in der Art gestaltet, dass sie diesen Namen wirklich verdienten, sie sind vielmehr meistens eben nur Modificationen der Charniere, da ihnen nur selten streng kugelig geformte Gelenksstücke zu Grunde liegen.

Das harte Integument empfahl vor Allem zuerst die **Käfer** der genaueren Durchsicht. Ohne die Gelenksformen Gruppe für Gruppe zu verfolgen, untersuchte ich eine grössere Anzahl von einheimischen Käfern, von denen ich vorzüglich jene bei der Beschreibung berücksichtigte, bei denen sich an das Vorkommen besonderer Apparate auch eigenthümliche Gelenksformen knüpfen. Von grossen exotischen Formen hatte ich ein männliches Exemplar von *Scarabaeus (Megalosoma) Typhon*, *Phanaeus ensifer*, *Buprestis gigantea* und *Calandra palmarum* zur freien Disposition.

An die Beschreibung des Gelenksbaues bei *Typhon* reihe ich die interessanteren Modificationen an, die ich bei anderen Käfern gefunden, und beginne mit dem Femorotibialcharniere.

Das Femorotibialcharnier ist bei *Scarabaeus Typhon* an allen drei Beinen ein genau symmetrisches Gelenk, dessen Axe rechtwinklig auf die Längsaxe des Femur und der Tibia gestellt ist und bei angezogenen Beinen senkrecht in den Horizont fällt; der Achselausschnitt an der Beugeseite des Gelenkes ist daher ebenfalls symmetrisch; die Achselfläche klein, beiderseits von zwei erhabenen Leisten begrenzt, durch welche die Drehungsaxe gelegt ist. Fig. 10 A das Femur, B die Tibia, a a bezeichnet die Beugeseite des Gelenkes. Das Tibialende ist zwischen die beiden gablig vorspringenden Leisten der Achselfläche des Femur eingefalzt, streckwärts mit einem queren Einschnitte versehen, der im Maximo der Strecklage an die Gelenksöffnung des Femur sich anstemmt. Die beiden Leisten des Femur und die

gegenüberliegenden Seiten des Tibiahakens sind die Träger der Gleitflächen, ihre Formen entsprechen denen an der Schere von *Hommarus*, indem auch hier ringförmige Leisten in kreisförmigen Falzrinnen laufen. Die Leiste sitzt beiderseits an den Fortsätzen des Femur, die auch hier als Duplicaturen des Integumentes sich erweisen. Die Falzrinnen befinden sich an den Hakenenden der Tibia.

Die Falzleiste des Femur ist mehr als drei Viertheile im Kreise gebogen, gegen die Femurröhre im Winkel geöffnet; an den Schenkeln und im Centrum des Ringes, wo ein axiales Knöpfchen sich erhebt, ist die Gelenkshaut angeheftet. Zwischen dem centralen Knöpfchen und dem Ringe ist eine Kreisfurche. Da die Drehungsaxe an der Tibia scharf am Rande ihrer Öffnung vorbeigeht, so ist der Abklatsch der femoralen Gelenkflächen an ihren Seiten nur im Halbkreise ausgebildet, namentlich die Falzrinne. Das Segment eines inneren Ringes läuft in der inneren Furche des Schenkels; central gehöhlt nimmt es das axiale Knöpfchen des Femur auf. Die Differenz im Umfange beider Gelenkflächen ergibt den Excursionswinkel des Charnieres, der etwas über 90 Grad beträgt. Niveauunterschiede an den Enden der kreisförmigen Falzleiste des Femur sind nicht bemerkbar, wohl aber an dem durch straffen Gang und strenge Einfaltung ausgezeichneten Femorotibialgelenke von *Calandra palmarum* Fig. 12 A und B.

Die Drehungsaxe fällt hier mehr randständig auf die Fortsätze des Femur, so dass ein Theil des Kreisfalzes da ausfällt.

Axial erhebt sich in der Gelenkfläche des Schenkels bei *Calandra palmarum* ein halbkugeliger Zapfen mit einem centralen Umbo; die ihn umgebende Falzrinne ist von zwei winklich zusammenstossenden Flächen gebildet und peripherisch von einer freien, scharfen Randleiste etwas gedeckt.

Abgesehen von dem am Umschlagsrande ausfallenden Stücke der Rinne und Randleiste ist diese Gelenkfläche beinahe im vollen Kreisumfange entwickelt, nur ein schmaler, seitwärts auslaufender Spalt dringt bis zum centralen Umbo und bezeichnet den Ansatz der faltenförmig sich anheftenden Gelenkshaut. Dem Umbo entsprechend ist sie verdickt und bildet eine Art axiales Band, welches aber nicht, wie Burmeister (Entomologie, Bd. I, pag. 261) vermuthet, quer durch die Höhle des Schienbeins hindurchgeht, um sich am Umbo der andern Seite zu befestigen, sondern schon am Rande der centralen, den Schenkelkopf aufnehmenden Grube der Tibia endigt. Diese centrale Grube der Tibia ist beugewärts, nicht ganz im Halbkreise von einer schiefen, frei vorstehenden beilförmigen Leiste eingesäumt, die in der Falzrinne des Schenkels, bedeckt von ihrer freien Randleiste läuft. Wie die Falzrinne kantig vertieft, so ist die freie Fläche der Tibialleiste durch einen Kreisfirst getheilt. Wenn auch das Gelenk sagittal getheilt wird, so lassen sich doch die Hälften der beiden Glieder nicht von einander trennen, da die Leiste der Tibia durch die peripherische, einspringende Leiste des Femur streng eingefalzt wird.

Bei stärkeren Vergrößerungen ist an dem centralen Knopfe und der ihn umgebenden Rinne, längs der Ansatzspalte der Gelenkshaut, also an den Enden der Kreise ein Niveauunterschied deutlich zu bemerken; die Flächen steigen von der Beuge- nach der Streckseite an, und zwar beiderseits, so dass der Abstand der beiden unter einander symmetrischen Schenkelflächen, axial gemessen, von der Beuge- nach der Streckseite zu abnimmt. Es ist an der schraubigen *Ascension* beider Gelenkflächen nicht zu zweifeln; wegen der Symmetrie beider Hälften, also der gegenläufigen Windung, kann aber die Schraube offenbar nur ein Hemmungsapparat für die Extension sein.

Einfacher gestaltet sich wieder das Femorotibialcharnier bei *Phanaeus ensifer*, Fig. 11 A, B. Der Gelenksapparat besteht am Femur aus einem axialen Knopfe, dessen Umbo in eine Spalte der Schenkelduplicatur ausmündet; an der Tibia aus einer seitlichen, kugeligem Grube, in welcher der Schenkelknopf gleitet. Central hat die Grube einen Eindruck, der dem Umbo am Knopfe entspricht und der zweite axiale Ansatz der Gelenkhaut ist. Dass der Knopf selbst nur eine Bucht des umgeklappten Integumentes ist, ist hier ganz deutlich. Ein im Umbo gezeichnetes Bändchen ist der Rest der verdickten axial befestigten Gelenkhaut. Die Drehungsaxe geht nicht marginal an der Tibia vorbei, sondern durch ihre Wand selbst hindurch, wesshalb ihre Grube mehr als in den vorhin besprochenen Gelenken kreisförmig geschlossen ist. Eine Ascension der Gelenkflächen ist hier nicht deutlich zu unterscheiden.

Burmeister (l. c.) beschreibt die Verbindungsart bei einem Ginglymus so: Am Schienbeine zunächst eine Kreisfurche, dahinter eine kleinere concentrische Leiste und hinter dieser ein kreisrundes Grübchen; am Schenkel eine der Furche entsprechende Leiste, dahinter eine Furche und in der Mitte eine kleine Erhabenheit. Diese Beschreibung passt auf das bei *Se. Typhon* vorkommende Gelenk.

Straus-Durkheim spricht nur von einem kleinen Condy, der manchmal selbst eine kleine Höhlung zeigt, bestimmt, von einer kleinen Pfanne aufgenommen zu werden. Diese entspricht wieder der bei *Phanaeus* beschriebenen Form. Die von Rymer Jones (Animal Kingdom 1841, pag. 241) gegebene Charakteristik eines Ginglymus scheint ebenfalls dem Femorotibialcharniere eines grossen *Scarabaeus* entnommen zu sein; auch er findet am Schenkel eine halbkreisförmige Leiste, die an der Tibia einer Furche entspricht.

An diese symmetrische Charnierform reiht sich das etwas asymmetrische der Mandibeln an. Ich untersuchte dasselbe an einem männlichen *Lucanus cervus* und bei *Procrustes*.

Die vergrösserten Mandibeln von *Lucanus* tragen an den äusseren Winkeln der schiefgestellten Basalöffnung jederseits ein kleines dreieckiges, geglättetes Gelenksköpfchen, welches sich aber bei genauerer Betrachtung als kleines Segment einer Ringleiste und nicht als Kugelsegment erweist.

Das obere Knöpfchen ist (Fig. 13 B) schon bei Loupenvergrösserung als Segment eines Falzringes mit nicht ganz 90 Grad Peripherie zu erkennen. Es ist central und peripherisch durch concentrisch begrenzte Vertiefungen freigelegt und läuft in einer Falzrinne der oberen Kopfplatte (Fig. 13 A), die nicht ganz einen Halbkreis beträgt. Letztere ist central durch eine Erhabenheit begrenzt, in welche die Falte der Gelenkhaut axial eindringt.

Im unteren Gelenke (Fig. 14 A, B) hat die Mandibel einen nur nach unten (hinten) kreisrund begrenzten Zapfen; dieser ist peripherisch durch ein Rinnensegment freigelegt und greift in eine randständige, auf die umgeschlagene Platte des Integumentes etwas übergreifende Pfanne der unteren Kopfplatte (Fig. 14 $\frac{1}{2}$) ein. Die Wand der Kopfplatte ist etwas schief gegen die Drehungsaxe gestellt, wesshalb diese Pfanne und die Furche an der Mandibel nicht überall gleich breit entwickelt sind. Die Basis des Kiefers ist streng in die Öffnung des Kopfes eingefügt, wesshalb auch die Seiten desselben gleitend in der Öffnung laufen und geglättet sind.

Die Charniere des Kiefers bei *Procrustes* bieten keine besonders zu beschreibenden Eigenthümlichkeiten.

Die weitaus interessanteste Ausbeute ergeben die Gelenke an der Wurzel der Beine. Da die sogenannten Trochanteren mit dem Femur kaum beweglich verbunden und nur als Gelenksstücke der Schenkel zu betrachten sind, so kommen hier nur zwei Gelenke in Betracht, nämlich das Hüftgelenk, welches zunächst die Beweglichkeit der Coxa bedingt und das Schenkelgelenk, welches von der Coxa und dem Gelenksstücke des Femur, dem Trochanter nämlich, gebildet wird. Seien die Coxae walzenförmig oder kuglig gestaltet, so ist das Hüftgelenk so wie auch das Schenkelgelenk immer nur ein Charnier; die freie Beweglichkeit, die manche Beine besitzen, verdanken sie keinem dieser Gelenke allein, sondern der Combination beider. Ein Kugelgelenk an der Wurzel der Beine habe ich an keinem Insecte getroffen.

Eingangs muss ich gleich eines Verhältnisses gedenken, welches, wie mir scheint, bisher gar nicht oder wenigstens nicht allgemein beachtet wurde; es ist dies die topische Ähnlichkeit oder Unähnlichkeit, Symmetrie oder Asymmetrie der Beine unter einander. Die Heteronomie der Beine, von der Burmeister l. c. B. 2, pag. 47 spricht, und auf Seite 49 ausführlicher beschreibt, bezieht sich auf die Form im Allgemeinen, nicht aber auf die topischen Verhältnisse.

Bei Thieren mit homonom gegliedertem Körper ist jedes nachstehende Leibessegment mit seinen Anhängen eine mehr oder weniger genaue Wiederholung des vordern. So unähnlich sich die Anhänge in Grösse, selbst als besondere Apparate, in der Form sein mögen, so bleiben sie doch in ihrer wesentlichen Grundgestalt für dieselbe Körperseite unter einander ähnlich, und in jedem Paare ist der Anhang links die verwendete, d. i. symmetrische Gestalt des Anhanges auf der rechten Seite. In diesem Verhältnisse erhalten sich auch noch die fünf Paar Beine bei den dekapoden Krebsen. So unähnlich das Scherenbein den übrigen Füßen zu sein scheint, so ist es doch in der Grundform ähnlich den übrigen vier Beinen seiner Seite, und symmetrisch mit allen Beinen der andern Seite.

Mit Ausschluss besonderer Formen, der Heteronomie in der Gestalt sind bei Käfern alle Beine unter einander ähnlich, die Unterschiede beziehen sich da nur auf die Symmetrie, auf das Topische. Die Beine des zweiten und dritten Paares sind auf jeder Seite einander, und verwendet, diesen Beinen der andern Seite ähnlich. Die Beine im ersten Paare aber sind topisch nicht ähnlich den Beinen des 2. und 3. Paares ihrer Seite, sondern diesen der anderen Seite, und zu denen ihrer Seite stehen sie nur im Verhältniss der Symmetrie; eine frontale, zwischen dem 1. und 2. Fusspaare durchgelegte Ebene hätte daher für die Beine auch die Bedeutung einer Symmetrieebene. Nicht alle drei Beinpaare haben dieselbe Excursionsrichtung, sonst wären alle Beine derselben Seite unter einander topisch ähnlich. Bekanntlich tragen die Käfer ihr erstes Beinpaar stets nach vorne, das zweite und dritte Paar stets nach hinten gerichtet. Beim Gange setzen sie die Vorderbeine tastend und klammernd vor, während sie sich mit den Hinterbeinen gegen den Boden stemmend vorschieben. Es stehen also die ersten Paare gegen die zwei Hinterpaare in demselben topischen Verhältnisse, wie die vorderen und hinteren Extremitäten bei den Säugethieren.

Der Grund dieses Verhältnisses liegt weniger in dem Hüftgelenke als im Schenkelgelenke; am ersten Paare ist das Maximum ihrer Excursion nach vorne, an den zwei andern Paaren nach hinten gerichtet, die beiden Figuren 16 und 19, rechtseitige Hüften von *Sc. Typhon*, dürften das Gesagte erläutern. Fig. 19, die zweite Hüfte, ist an der Schenkelöffnung das verwendete Bild der Fig. 16, der ersten Hüfte.

Das Coxagelenk des ersten Fusspaares bei *Scarabaeus Typhon*. Die erste Coxa, Fig. 15 von oben, Fig. 16 von unten, ist ein hohler, walzenförmiger Körper, der in einer Pfanne des Prothorax so eingetragen ist, dass seine geometrische Axe mit der der andern Seite in einer Querebene unter rechtem Winkel sich kreuzt, die Öffnung des Winkels sieht nach aufwärts. Das äussere Ende der Coxa ist gedeckt, das innere Ende ragt frei aus ihrer Pfanne heraus, so dass die Spitze des Winkels beider Drehungsaxen unter die mediane Sternalleiste ausser den Leib des Thieres fällt. Die obere Wand der Coxa ist nach aussen schreibfederartig geöffnet, die Öffnung von einem rauhen, gegen sie umgeklappten Saum des harten Integumentes verengert, welcher den Muskeln für das Hin und Her der Bewegung die Ansatzstellen bietet; die untere Peripherie ist durch eine, wenig concave Achselfläche zur Aufnahme des angezogenen Femur geebnet, das freie, innere Ende zur Aufnahme des Gelenkstückes (Trochanter) des Femur ebenfalls geöffnet.

Die geometrische Axe der Coxa ist zugleich die Drehungsaxe des Gelenkes, es ist einaxig. Burmeister nennt es ein Drehungsgelenk (Rotationsgelenk) und da die Drehungsaxe in den längeren Durchmesser des Gliedes fällt, könnte man es zum Unterschiede von den andern Charnieren auch Walzencharnier nennen. Es gleitet zwar die ganze Oberfläche der Coxawalze, da aber der Umfang der Pfanne in der Bewegungsebene nicht mehr als eine halbe Kreisperipherie ist, daher über den grössten Umfang der Walze nicht hinüberreicht, so wird die Coxa erst durch andere Mittel in ihrer Lage erhalten werden müssen. Es geschieht dies durch Einzapfung und Falze an ihren Enden.

Aussen (Fig. 15) befindet sich, an der Spitze der Schreibfeder, ein kleines, konisch zur Höhle abfallendes Grübchen, welches seine Concavität der Drehungsaxe zuwendet; an dem inneren Ende, der Öffnung für den Trochanter ganz nahe gerückt, bemerkt man eine Falzleiste, welche nach einwärts durch eine Furche freigelegt wird, über die obere Peripherie der Coxa beiläufig im Halbkreise sich herumschlingt und ebenfalls ihre Concavität der Axe zuwendet. Das äussere Grübchen nimmt einen kleinen, halbkonischen Zapfen auf, der an der Innenfläche des Rückenschildes vom Prothorax (Bouclier, St. D.) sitzt.

Die Falzleiste des inneren Endes fügt sich in eine Rinne der Prothoraxpfanne ein, sie ist mit der Leiste congruent und befindet sich knapp an dem medianen Sternalkamme, der beide Coxalpfannen trennt. Da die Falzleiste mit ihrem freien Rande nach innen sieht, die Basis des äusseren Grübchens nach aussen, so ist durch diese Vorrichtung die Coxa fest in die Pfanne eingeklemmt.

Wird die Lage der Axe genauer bestimmt, so ergeben sich als Punkte derselben: das Centrum des Querschnittes vom inneren Coxaende und die Axe der kleinen Kegelfläche am äusseren Ende, und wird sie in diesem Sinne markirt, so findet man, dass die Falzleiste unverkennbar schief zu ihr verläuft, dass selbst das äussere Grübchen mit seinen in der Ganglinie liegenden Contouren ebenfalls schief zur Axe gestellt ist, und dass der Gang des Gelenkes mit Bestimmtheit einer Schraubenlinie folgt, deren Verlauf in Fig. 15½ schematisch ausgeführt ist. Dem rechten Vorderbeine angehörig ist diese Schraube linksgängig, linkerseits muss sie daher rechtsgängig sein.

Versucht man das Vorderbein eines Käfers im Hüftgelenke zu enucleiren, so gelingt dies am leichtesten in der extremen Lage, namentlich wenn das Bein in maximo nach vorne umgelegt wird, es ist dies offenbar Folge des Schraubenganges, indem das Bein dann förmlich herausgeschraubt wird. Macht man vorsichtig mit dem Vorderbeine die Bewegungen, so entgeht

einem auch die Lateralverschiebung nicht, beim Wälzen der Coxa nach vorne sieht man ihr inneres Ende etwas der Mitte sich nähern, aus der Pfanne gleichsam heraustreten.

Da die Drehungsaxe des Gelenkes zugleich die geometrische Axe der Coxa und ihrer Pfanne ist, so gleiten deren Flächen streng an einander, und es entsteht bei den Excursionen in solange kein Spalt zwischen dem Rande der Pfanne und der Coxa, als nicht die abgeflachte Achselfläche derselben den Rand der Pfanne erreicht; bis dahin schliesst sich aber die Excursion schon ab. Die Ränder der Pfanne sind ohne alle Vorsprünge, da sie sich der regelmässig walzenförmigen Gestalt der Coxa überall geradrandig anpassen.

Das zweite Coxagelenk bei *Sc. Typhon*. Die Coxa des zweiten Fusspaares (Fig. 19 und 20, erstere von unten, letztere von hinten) unterscheidet sich von der Coxa des ersten Paares zunächst darin, dass die Grundformen beider an derselben Körperseite unter einander symmetrisch sind, dann dass sie keine im vollen Umfange gerundete Walze ist, wie die erste Coxa am inneren Ende, und dass ihre geometrische Axe nicht mit der Drehungsaxe zusammenfällt.

Man muss an dieser Coxa wieder eine äussere und eine innere Hälfte unterscheiden. Die äussere Hälfte bildet den Quadranten einer Walze (siehe in Fig. 19 *a* die seitliche Fläche), hat also drei Flächen; die untere ist die geebnete Achselfläche, die hintere convexe ist das Segment der Walzenfläche, genau nach der Drehungsaxe centrirt, und die Gleitfläche in der Pfanne, die zwischen Meso- und Metathorax sich öffnet (Fig. 21). Die vordere Fläche enthält die nach dem Thoraxraume gerichtete Öffnung, die ebenfalls von den rauhen Ansatzplatten der Musculatur verengt wird. Das äussere Ende ist abgeplattet, nicht ganz ein Kreisquadrant (Fig. 19 *a*). Im Winkel desselben sitzt eine kleine Pfanne, deren Axe mit der Drehungsaxe des Gelenkes zusammenfällt.

Das innere Ende, mit der mehr nach hinten gerichteten Femoralöffnung ist wieder mehr kugelig, ihr Krümmungs-Mittelpunkt bezeichnet den andern Endpunkt der Drehungsaxe. Diese fällt daher schief durch den Körper der Coxa, indem sie aussen in die Ecke des vordern Randes einfällt und central durch's innere Ende durchgeht. Da der Krümmungsradius des inneren Endes kleiner ist als der der äusseren Hälfte der Coxa, so können die geglätteten Flächen beider Hälften nicht direct in einander übergehen, sie sind durch eine Furche unten getrennt (Fig. 20), in welche sie schief abfallen.

In dem Masse als die Drehungsaxe den vorderen (frontalen) Rand verlässt, biegt sich von der inneren kugeligen Hälfte vorne ein walzenförmig abgerundetes Flächenstück von kleinerem Radius als das hintere Walzensegment gegen die Achselfläche herab (Fig. 19, bei *b*), welches bei der Bewegung gleitend an dem vorderen Pfannenrande vorübergeht. Die Pfanne ist in ihrer äusseren Hälfte congruent mit der untern hintern Fläche der Coxa gekrümmt. Der Furche der Coxa entsprechend, trägt sie eine stumpfe Leiste, durch diese Leiste ist die Coxa innen fixirt; aussen ist sie durch einen kleinen Zapfen des Mesosternums befestigt, der am Rande der Pfanne sitzt, in dem Winkel, den dieses mit den Randstücken des zweiten Thoraxringes bildet (Fig. 21). Dieser kleine konische Zapfen greift in das äussere Gelenkgrübchen der Coxa ein.

Betrachtet man den Lauf der stumpfen Leiste in der Pfanne oder den der Furche an der Coxa im Verhältniss zur Drehungsaxe, so wird es klar, dass auch hier die Drehung der

Coxa schraubig ansteigt, jedoch nicht in der Richtung mit der ersten Coxa übereinstimmend, sondern symmetrisch gegenläufig; rechtsseitig also in rechtswendiger, linksseitig in linkswendiger Gangrichtung.

Die Drehungsaxen beider Coxae, gegen einander in der Horizontalprojection in einem nach vorne geöffneten, rechten Winkel geneigt, neigen in der verticalen Querebene (frontal) nur in einem stumpfen, aufwärts geöffneten Winkel von etwa 140 Graden gegen einander.

Am Gelenke der dritten Coxa von *Typhon* fällt allsogleich zweierlei auf; erstens dass die Pfanne zur Aufnahme derselben keine unveränderliche Gestalt hat, indem auch das Abdomen an ihrer Bildung mit einem Ausschnitte Antheil nimmt, der durch Buchtung der ersten Ringe entsteht, dann, dass die Drehungsaxe der Coxa ihrer ganzen Länge nach randständig ist, mit der geometrischen Axe derselben zwar parallel verläuft, aber nicht zusammenfällt. Die ganze Coxa ist sehr abgeflacht (Fig. 21 B der linken Seite von unten), die untere und obere Fläche vereinigen sich keilförmig in einem hinteren Rande. Die dem Thorax zugewendete Öffnung nimmt der ganzen Länge nach die Basis dieses Keiles ein. Die Ansatzplatten der Muskeln sind ganz schmale Säume. Die Krümmung der oberen Fläche ist nicht nach der Drehungsaxe centrirt, wesshalb die Coxa bei der Bewegung des Beines vorn über klappenartig von der Grube des Abdomens abgehoben wird. Die Drehungsaxe fällt in den vorderen Rand der unteren Fläche, welcher centrirt mit der Axe in einer kleinen, nach aussen zugespitzten, geglätteten Walze sich abrundet. Die Fläche selbst ist plan und bildet die Achsfläche zur Aufnahme des angezogenen Femur. Die Femoralöffnung der Coxa fällt in den innersten Theil dieser Fläche; gegenüber dieser Öffnung ist die Walze des Vorderandes am breitesten.

Gegen das äussere Ende ist die Randwalze von einem kleinen, geglätteten Ausschnitt unterbrochen, der axial als Grübchen in das äusserste Ende dieser Walze sich fortsetzt.

Ein zweiter, ebenfalls genau axial gestellter Ausschnitt sitzt ganz am inneren Ende der Coxa, er sinkt in der Tiefe in ein Grübchen ein. In diese Ausschnitte der Coxa legen sich kleine konische Zäpfen ein, welche am hinteren Rande des Metasternums sich erheben und mit ihrem freien Ende nach aussen sehen, Fig. 21 A. Da die Zäpfchen axial liegen, die Axe parallel zum Metasternalrande läuft, so müssen sie, wie bei einer Angel, winkelig gebogen aus diesem Rande hervorragen. Der eine Angelzapfen befindet sich am äussersten Rande des Sternalendes, da wo dieser mit dem Randstücke des Thoraxsegmentes (der Pleura) durch Anlagerung sich vereinigt. Der andere liegt über dem Niveau der Sternalplatte, der Mitte ganz nahe, an dem da winkelig vorspringenden abgeplatteten Kiele derselben. Burmeister hat diese Verbindungszapfen l. c. 3. Band, pag. 40 beschrieben. Die beiden bemerkten Grübchen der Coxa stellen die Angelringe vor, welche diese Zäpfchen aufnehmen, indem sie gleichsam von aussen nach innen über sie geschoben sind. Das Gelenk ist also ganz nach Art eines Angelharniers construirt, welches sich durch Verschiebung der Coxa nach aussen auslösen liesse, wenn nicht die vorspringenden Randstücke des Thorax und der Umstand es verhindern würden, dass die Grübchen zur Aufnahme der Zapfen in Ausschnitten der Coxa eingesenkt sind.

Während sich bei den zwei anderen Coxagelenken, bei der Bewegung um die Axe, die Spindel in der fixen Pfanne drehte, dreht sich hier die concave Gelenkfläche um die fixe

axiale Spindel; das randständige, um die Drehungsaxe centrirte Walzensegment trägt keinen die Coxa in ihrer Verbindung fixirenden Gelenktheil. Ist die Coxa bei angezogenem Beine in ihrer Nische, so steht der freie Rand dieser kleinen Walze knapp am Rande des Thorax. Wie aber das Bein mit der Coxa nach vorne geneigt wird, so legen sich die an den Ausschnitten der Walze liegenden Vorsprünge ihres Randes um die Zapfen am Thorax und verhindern auch so noch ein Überschlagen und damit ein Ausgleiten des Beines aus seiner Verbindung.

Soll das Gelenk gelöst werden, so kann dies nur mit Bruch irgend eines Fortsatzes geschehen; sei es ein Angelzapfen oder ein Vorsprung der Walze oder der Pleura. Nur wenn durch Kochen das harte Integument etwas erweicht und nachgiebig wird, gelingt es, die Verbindung ohne Bruch zu lösen.

Dass dieses Gelenk auch zu den Schraubencharnieren zu rechnen sei, lässt sich bei der geringen Grösse der Zapfen nicht mit Bestimmtheit entnehmen. Wenn die Zapfen bei stärkerer Vergrösserung betrachtet werden, so bemerkt man wohl, dass ihre Flächen schief aufwärts und vorne abfallen, rechts also übereinstimmend mit der zweiten Coxa und gegenläufig der ersten, rechtsgängig, links linksgängig sind. Das Bein könnte also mit seiner Coxa, da sich hier die Schraubemutter bewegt und nicht wie am zweiten Coxagelenke die Spindel, durch eine Bewegung des Beines gegen den Kopf aus der Angel gehoben werden, was aber durch die erwähnten Fortsätze verhindert wird.

Beide Axen, die von rechts und links, sind im Horizonte in einem Winkel von etwa 120 Grad gegen einander gelagert, in der Frontalebene ist ihr Convergenzwinkel ein noch grösserer, so dass sie unter allen drei Axen gegen die Horizontalebene den kleinsten Winkel macht.

Aus der Beschreibung des Gelenksbaues an allen drei Hüften ist zu ersehen, dass ein Unterschied betreffs der Art der Bewegung nicht besteht, indem alle drei einaxige Gelenke sind; nur in der Richtung und dem Masse der Excursion können Verschiedenheiten auftreten.

An die Beschreibung der Hüftgelenke bei *Sc. Typhon* mögen sich einige Beobachtungen anreihen über den Bau dieser Gelenke bei andern Käferformen.

Bei *Phanaeus ensifer* ist die Walzenform an der ersten Coxa, und ihre Fixirungsweise in der Pfanne ungeändert, aussen das Gelenksgrübchen, innen die Furche; die Thoraxöffnung aber und die sie begrenzenden rauhen Muskelsäume sind schraubig in der Gangrichtung gewunden, die Pfanne ist weniger geöffnet, so dass nur ein kleinerer Theil des inneren Endes der Coxa frei liegt.

Die zweite Coxa ist durch ihre bekannte, mit der Medianebene parallele Lage, und ihre mehr konische Walzenform ausgezeichnet, ihre Thoraxöffnung ist nach vorne gerichtet, und nimmt eine reine basale Stellung an, ihre untere Fläche ist als Achselfläche geebnet, doch nicht bis zum grössten Umfange der Walze, so dass die Drehungsaxe über diese Fläche fällt. Die Femoralöffnung nicht randständig, sondern an die untere Fläche verlegt. Die geometrische Axe der Coxa ist hier zugleich ihre Drehungsaxe. Das äussere axiale Gelenkgrübchen sitzt an einem Fortsatze der unteren Wand, welcher sich über die Thoraxöffnung bis zur Drehungsaxe herüberbiegt.

Eine Fixirungsfurche am innern schmälern Ende der Coxa besteht nicht. Die Coxa wird durch eine andere Vorrichtung in der, ihrer ganzen Länge nach geschlitzten Pfanne erhalten. Die Pfanne reicht nämlich bis über den grössten Durchmesser der Walze, ihre Öffnung ist enger; ferner ist die untere, vom Metasternum gebildete Wand der Pfanne länger als anderswo, die konische, der Coxa eng angepasste Pfanne auch nur basal gegen den Thoraxraum geöffnet, so dass ein Ausgleiten der ebenfalls konischen Coxa mit dem Schenkelende frei heraus nicht möglich ist, ohne den vorderen Schluss der Pfannenöffnung im Mesothorax zu trennen. Ein Ausgleiten der Coxa ins Innere des Thorax verhindert dagegen das im Vereinigungswinkel des Mesosternums mit den Seitenplatten befindliche Gelenkszäpfchen, welches in das axiale Grübchen an der Basis der Coxa eingelegt ist.

Die dritte Coxa, in derselben Weise wie bei *Sc. Typhon*, nach Art einer Thürangel, am Rande des Metasternums befestiget, zeichnet sich durch ihre mehr spindelförmige Gestalt und dadurch aus, dass ihre obere Fläche geglättet und nach der Drehungsaxe centrirt, wirklich ein Walzensegment von etwa einem Viertel des Kreisumfangs bildet. Dieses ist mit dem vordern randständigen, hier etwas grösseren Walzensegmente concentrisch, nur nach dem grösseren Radius gebogen. Die obere Fläche gleitet in diesem Falle in der unveränderlichen Grube des Abdomen, wird also nicht blos nach Art einer Klappe vom Abdomen abgehoben.

Mit Ausnahme der Axen der zweiten Hüften ändert sich an der Situation derselben rücksichtlich der Dimensionen des Leibes nichts, die erste und die dritte Axe haben dieselben Neigungen unter sich, zum Horizonte und zu der Symmetrieebene des Leibes, wie bei *Sc. Typhon*.

Eine besondere Art von Fixirung in der Sternalpfanne zeigen die sogenannten kugeligen Coxae der beiden ersten Fusspaare von *Procrustes*.

Die erste Coxa (Fig. 25), birnförmig gestaltet, im Querschnitte kreisförmig, läuft am innern (hintern) Ende verschmälert in ein beinahe kugelig abgerundetes Zäpfchen aus; basal hat sie die Thoraxöffnung, über welcher die eingebogene Wand die zweite fixirende Gelenkfläche, ein Grübchen trägt. Die Pfannen liegen in einem schiefen Winkel, nach hinten convergirend in dem keilförmigen Fortsatze des Prosternums. Ein kleines Grübchen in dem Ende des Fortsatzes nimmt das Köpfchen der Coxa auf und sichert deren Lage (Fig. 24). Die beiden Fixirungspunkte der Coxa ergeben, dass auch sie nur um eine Axe beweglich, keine freie Bewegungsexcursion gestattet.

Noch mehr gerundet im Körper, beinahe kugelig, ist die Coxa des zweiten Fusspaares, doch trägt sie auch ein äusseres, über die Thoraxöffnung gebogenes Gelenkgrübchen, wodurch auch sie nur einaxig beweglich wird.

Die Coxa des dritten Paares nach hinten zum Femoralgelenke schiefwinkelig verlängert, zeigt eine nur unbedeutende Beweglichkeit, welche durch zwei Fixirungspunkte am vordern Rande in der Excursionsrichtung bestimmt wird.

Die ebenfalls kugelige erste Hüfte von *Calandra palmarum* (Fig. 22) ist einerseits durch den engen Schlitz ihrer Pfanne, die über den grössten Umfang herüberreicht, in ihrer Lage gesichert, so wie auch durch axiale Fortsätze; mit einem kleinen Zapfen am inneren Ende und einem Grübchen am äusseren, längs der Thoraxöffnung sich erhebenden Fortsatze eingelenkt, ist sie in ihrer einaxigen Bewegung bestimmt. Um sie auszulösen, musste

die Pfannenöffnung sehr ausgeweitet werden. Eigenthümlich ist ihr noch ein Falz, der über ihre ganze Peripherie sich herumschlingt, und vorne sich schliesst. Er liegt gerade am innern Ende der Thoraxöffnung und besteht aus einer Falzleiste, die in einer Rinne der Pfanne läuft und einer Rinne, in welche der freie, dem Thoraxraume zugewendete Rand der Pfanne, mit dem Ansätze der Gelenkhaut sich einlagert. Da wo die Falzleiste sich schliesst, fallen die Enden des Ringes zwar nicht genau in einander, doch ist die Ablenkung so unbedeutend, dass wohl kaum von einer Schraube die Sprache sein kann. Dieselbe Einlenkungsweise findet sich auch bei der zweiten Coxa; erstes und zweites Beinpaar sind auch hier topisch ungleich, d. h. nur symmetrisch.

Die Coxa des dritten Fusspaares ist dadurch ausgezeichnet, dass ihre geometrische Axe zugleich Drehungsaxe des Gelenkes ist, sie ist (Fig. 23) nach beiden Enden verschmälert, und durch kleine, gewundene Zäpfchen in ihrer Pfanne fixirt, daher ebenfalls nur um eine Axe drehbar; ihre beinahe ganz in der Bewegungsrichtung geschlossene Abrundung, und die kleine Axelfläche an der unteren Seite würden dieser, wie auch der ersten und zweiten Coxa eine grosse Bewegungsexursion gestatten, wenn nicht die Pfannenöffnungen so schmal, und die Coxae daher von den Pfannen in grossem Umfange eingeschlossen wären.

Buprestis grandis hat am ersten und zweiten Fusspaare ebenfalls sogenannte kugelige Coxae, die aber nichts weniger als frei beweglich sind; werden sie aus ihrer Verbindung gelöst, so findet man (Fig. 26) die Kugel axial sehr abgeflacht, so dass sie beinahe ringförmig wird; vom äusseren kreisförmigen Umfange, wo die Thoraxöffnung sich befindet, erhebt sich ein längerer Fortsatz, der eine kleine, grubige Gelenksfläche axial einstellt.

Am ersten Gelenke habe ich in der Bucht, welche der Fortsatz macht, einen Rollhügel, Trochantinus (Audouin) gefunden, konnte mir aber über seine mechanische Bedeutung keine klare Vorstellung bilden.

Hydrophilus piceus hat ebenfalls am ersten Beine eine sogenannte kugelige Coxa (Fig. 27 A), d. h. es tritt eben nur das innere Ende mit dem Schenkelgelenke offen durch die Pfannenöffnung zu Tage. Das freie Stück ist auch gebuchtet, an der unteren Seite von einer grösseren Achselfläche abgeplattet; das gedeckte aber in einen langen, dünnen, gewundenen Fortsatz ausgezogen, an welchem die Thoraxöffnung spaltenförmig ansteigt. Die rauhe Ansatzplatte für den Muskel, welcher das Bein mit der Coxa nach vorne dreht, windet sich korkzieherartig am linken Beine linkswendig um die Spalte. Das Ende des Fortsatzes, schraubig umgebogen, trägt ein geglättetes Grübchen, dessen Rand im Sinne dieser Schraubenslinie läuft und dessen Grund, als Furche ebenfalls gewunden in die untere Fläche ausmündet. Der dieser Furche anliegende Rand des engeren Theiles der Thoraxöffnung ist Ansatz der Gelenkhaut (a b). Der Rand des weiteren Theiles (b) ist von einem geglätteten harten Wulste eingesäumt. Der gebuchtete innere Theil der Coxa läuft in der Pfanne, der äussere schmale Theil steht mit dem Schilde des ersten Brusttringes nur mittelst eines intermediären Skeletstückchens in Verbindung.

Ich glaube es in diesen Körperchen mit dem Trochantinus (Audouin) zu thun zu haben, Fig. 27 B. Es stellt ein langes, dütenförmig eingerolltes Blättchen vor, welches ein Continuum ist des durch die Pfanne an die Innenfläche des Brustschildes sich umschlagenden Integumentes, mit dem es an seiner Basis zusammenhängt. Das untere, zugleich nach innen entlang der Drehungsaxe des Gelenkes gerichtete Ende ist schlitzförmig geöffnet. Der Rand dieses Schlitzes trägt aussen und innen (in der Richtung der Drehungsaxe) eine geglättete

kleine Fläche, von denen die äussere (a') sich in das Grübchen am Ende der Coxa einlagert, die innere als gewundenes Grübchen (b') an den Rand der Thoraxöffnung (b) anlegt, wie es die Bezeichnung ($a' b, b b'$) und Fig. 28 schematisch darstellt. Die Ränder beider Schlitze $a b$ und $a' b'$ sind durch Gelenkhaut mit einander verbunden. Die Lage der Drehungsaxe ist in der Zeichnung angegeben; die Coxa dreht sich um den dünnen Fortsatz des Trochantinus; es ist klar, dass in den axial gelegenen Gelenksflächen a und a' das Gleiten nur gering sein wird, dagegen ausgiebiger in dem peripherisch gelegenen Gelenke $b b'$. Durch die korkzieherartige Windung beider Körper ist natürlich auch die Hemmung der Excursionen gegeben.

Zu bemerken wäre noch, dass die runde Öffnung der Sternalpfanne, entsprechend der Lage des Fortsatzes der Coxa, als feine Spalte gegen den Rand des Thieres fortläuft.

Der Trochantinus ist in diesem Falle nur ein Fortsatz der inneren (umgeschlagenen) Integumentlamelle des Brustschildes, die die Gelenksverbindung mit der Coxa vermittelt. Bei *Typhon* sitzt diese Gelenksfläche zur Verbindung mit dem äusseren (oberen) Ende der Coxa dicht an dem Schilde an, ihre Lage ist sogar äusserlich am Rücken durch ein kleines Höckerchen bezeichnet. Die Umschlagsplatte des Integumentes verwächst hier mit der Rückenplatte.

Die zweite Coxa von *Hydrophilus picus* unterscheidet sich nicht sehr in ihrer Form und Gelenkung von der bei *Sc. Typhon*. Ihr äusserer Theil stellt ebenfalls einen Quadranten einer Walze vor, nur ist ihr innerer Theil in seiner oberen, der Pfanne zugekehrten Krümmung mit demselben Radius beschrieben wie der äussere; der innere Theil ist die Hälfte einer Walze. Es fehlt daher dem äusseren Theile der Coxa der vordere Walzenquadrant; die Grenze beider Theile ist durch einen rechtwinkligen Ausschnitt kenntlich. Denkt man sich den fehlenden Quadranten dazu, so ist die Coxa genau eine halbe Walze, begrenzt von der Achselfläche, welche genau in der Ebene der Axe in dem grössten Durchmesser der Walze gelegen ist. Offenbar ist hier die Achselfläche deshalb in den grössten Umfang der Walze, also axial eingelegt, um die an 180 Grade reichende grosse Excursion des Femur zu gestatten. Die Erzeugungsaxe der Coxa ist zugleich ihre Drehungsaxe. Am Durchgangspunkte der Axe durch die äussere Ecke liegt ein kleines Gelenkgrübchen. Der innere Axenpunkt liegt im Centrum des inneren Theiles.

Wäre die Coxa in beiden Theilen eine halbe Walze, so würde, wie eine Drehung derselben mit dem Beine nach vorne geschieht, ihr vorderer Rand unter den Pfannenrand wie an einer Fallthüre einsinken. Die Pfanne wäre von aussen zugänglich, dies ist auch wirklich der Fall, nämlich innen gegen das Schenkelgelenk, wo die Coxa ganz ist; allein hier ist die Pfanne gegen den Thorax abgeschlossen, was aussen nicht der Fall ist. Da ist nun eine Vorrichtung angebracht, die einen Verschluss der hier gegen den Thorax offenen Pfanne bewerkstelliget. Statt des vorderen Quadranten ist in den Ausschnitt der Coxa, ihre Achselfläche ergänzend, ein Plättchen eingelegt (Fig. 29*), welches in der Axe durch lockere Gelenkhaut mit der Coxa sich verbindet, innen ist es im Winkel des Ausschnittes fixirt. Am Mesosternalrande der Pfanne ist das Plättchen ebenfalls locker angeheftet, und blos aussen wieder in der Nähe der Fixirungsfläche der Coxa, unverrückbar befestiget. Es liegt also mit seinem hintern Rande axial. Wird nun eine Drehung mit dem Beine vorn über in der Hüfte vorgenommen, so wird das Plättchen ruhig in der horizontalen Lage verbleiben können und den Raum abschliessen, der durch das Drehen der Coxa zwischen ihr und dem Sternalrande sich bilden würde. Wie die Bewegung fortgesetzt wird, so wird das innere Ende dieses Plättchens über

den Mesosternalrand der Pfanne horizontal hineingeschoben und bei der Rückbewegung wieder hervorgezogen. Das Plättchen fungirt also wie eine Klappe, die den Zugang zur Pfanne eigentlich zum Thoraxraume absperirt. Einerseits mit dem Thorax vereinigt, anderseits an die Coxa fixirt, bildet es wieder ein, die Verbindung vermittelndes Zwischenstückchen. Es ist dies ebenfalls der Trochantinus.

Mit dem Trochantinus fällt dieser Klappenapparat am dritten Beine weg. Die Achselfläche der Coxa ist zwar auch durchwegs eben, da aber die Drehungsaxe der Coxa hier nicht in ihre Mitte, sondern auf ihren vorderen Rand fällt, sich an diesem, wie bei *Phanaeus* noch eine mit der Drehungsaxe centrirte kleine Walzenfläche bildet, ihr Rand also stets mit dem Metasternum im Contact bleibt, so ist die Existenz dieses Apparates nicht weiter postulirt.

Dass bei manchen Käfern die dritten Coxae mit dem Thorax unbeweglich verbunden sind, ist bekannt, so z. B. bei den Ditisciden, Buprestiden.

Die besprochenen Gelenksformen werden genügen zum Beweise, dass keine Coxa, wie immer sie auch gestaltet sein mag, einer freien Bewegung fähig ist; alle Hüftgelenke sind einaxige Gelenke. Der schraubige Gang wurde an mehreren getroffen, am ersten Beine rechterseits links, linkerseits rechts gewunden. Ohne den mechanischen Grund angeben zu können, führe ich das Gelenk bei *Hydrophilus* als Ausnahmefall an, weil hier die schraubige Torsion des äusseren Coxaendes linkerseits links, und rechterseits rechts gewunden ist. Die zweiten und dritten Beine haben symmetrisch mit denen des ersten Beines ihre Schraubenrichtung verändert, so dass rechts der Gang rechtsläufig, links der Gang linksläufig ist. Bei *Hydrophilus* scheint mir am zweiten Beine der Gang auch abzulenken, u. z. rechterseits rechtswendig zu sein.

Die Schenkelgelenke, d. i. die gelenkige Verbindung des Femur und der Coxa mittelst des Trochanter als Epiphysentheil desselben.

Im vorhinein müssen zwei Punkte hervorgehoben werden, da sie wesentlich formbestimmend sind für die sich verbindenden Skeletstücke. Einmal, dass in diesem Gelenke im Maximo der Beugung Femur und Coxa nicht auf einander zuklappen, wie dies z. B. beim Femorotibialgelenke der Fall ist, sondern in seitlicher Lage zu einander sich einstellen. Im ersten Falle ist die Bewegungsebene für beide Glieder dieselbe, oder wenn die Axe zur Längsrichtung der Glieder sich schief einstellt, so kreuzen sich die beiden Bewegungsebenen, wie z. B. auch am Ellbogengelenke des Menschen. In der Hüfte der Käfer aber fallen die Bewegungsebenen beider Theile, wie es scheint, stets parallel zu einander, etwa so, wie sich zwei Glieder um eine Axe bewegen liessen, von denen eines am inneren, das andere am äusseren Axenende befestiget wird. Diese seitliche Anordnung der Gelenksenden kömmt da aber nicht vor, indem die Gelenksenden der Coxa und des Femur nicht neben einander liegen, sondern wirklich in einander geschoben sind. Stets ist das Gelenksende des Femur in die Gelenksöffnung der Coxa hineingeschoben. Um daher bei dieser Verbindungsweise Raum für die seitliche Anlagerung der beiden Glieder gewinnen zu können, müssen sie an den, einander zugekehrten Seiten, namentlich an ihren Gelenksenden, ganz regulär ausgeschnitten sein. Sowohl die Flächen beider Röhren als auch die Ränder der Gelenksöffnungen an der Coxa sind eigenthümlich geformt; erstere heisse ich die Achselflächen, letztere die Achselausschnitte.

Diese Form- und Lagerungsverhältnisse knüpfen sich noch an den Umstand, dass häufig die Drehungsaxen beider Gelenke, des Hüft- und Schenkelgelenkes, sich nicht bloß überkreuzen, sondern durchkreuzen, d. h. dass die beiden Drehungsaxen in eine Ebene fallen; ein Verhältniss, das wieder nur möglich ist durch die oben angedeutete Form und Lagerung, namentlich durch das Ineinandergeschobensein der beiden Glieder.

Mit dem geänderten Verhältnisse der Bewegungsebenen des Schenkel- und Coxagelenkes zu einander, wenn sie nämlich nicht mehr parallel und seitlich laufen, ändert sich der Bau des Gelenkes.

Das erste Schenkelgelenk von *Megalosoma Typhon*. Wie am unteren Ende des Femur für das Femorotibialgelenk, so findet sich auch hier an der Coxa jederseits ein axialer fixer Drehungspunkt. Die ihn umgebenden Seitenflächen und die beiden sie tragenden Seitenklappen sind im Femorotibialgelenke im Ganzen symmetrisch; am Schenkelgelenke aber musste, um für das Femur in der Breite des Coxaendes Platz zu gewinnen, deren halbe Axenlänge freigelegt werden, mit Bestand der axialen fixen Punkte. Dies geschieht durch die Achselfläche, welche bis in die Mitte der Drehungsaxe des Schenkelgelenkes eingreift und gleichsam die halbe Walze an dieser Stelle abschneidet. Die Öffnung der Coxa, in welcher der Trochanter läuft, ist desshalb auch seitlich, nicht endständig; das Schenkelende der Coxa auch ganz asymmetrisch. Die Contour der Schenkelöffnung wird daher folgenden Verlauf haben. Confr. Fig. 16, 17 und 18 A. Sie geht zuerst in der Ebene der Achselfläche, also in einer mehr senkrecht auf die Axe gestellten Ebene bis zum grössten Durchmesser der Öffnung; und um dann den fixen Axenpunkt, der ja auch in die Contour der Öffnung fällt, zu erreichen, geht sie im Raume gebogen weiter; sie beschreibt nämlich erstlich einen Viertelkreis in der Excursionsebene und lenkt dann gegen den Endpunkt der Axe um die halbe Axenlänge seitlich ab. Sie ist daher eine Schraubenlinie, die aber nicht mit einer Walzenschraube übereinstimmt, sondern, da sie endlich in die Axe selbst fällt, auf das Schema einer konischen Schraubenlinie zurückzuführen ist, wie dies Fig. 18 $\frac{1}{2}$ schematisirt. Ich bemerkte oben, dass sie anfangs mehr senkrecht auf die Axe verlaufe, genauer besehen zeigt sie aber auch schon da eine Ascension, und wie dies bei konischen Schrauben zu sein pflegt, nimmt mit Abnahme der Peripherie, namentlich gegen das Ende in der Axe die Ascension rasch zu. Diesen schraubigen Begränzungsrund der Schenkelöffnung an den Coxen nenne ich den Achselausschnitt. Die Windung dieses Ausschnittes ist rechterseits rechts-, linkerseits linksläufig; also gegenläufig der Gangwindung in dem Hüftgelenke.

Es ist einsichtlich, dass unter diesen Verhältnissen der fixe Axenpunkt auf einem über die Achselfläche hervorragenden Fortsatze sich befinden wird, gegen den auch die Achselfläche in Wendelform ansteigt. Da der Fortsatz mit seiner inneren Wand sich in grösserer Länge axial einstellt, so werden dadurch die axialen Berührungspunkte beider Glieder vermehrt. Der Fortsatz selbst ist seinem Wesen nach, wie die axialen Fortsätze bei den Krebsen, auch als Faltung des Integumentes anzusehen, welches hier, wie am unteren Femoralende, in die Öffnung sich hineinstülpt. Der Faltungswinkel ist deutlich zu sehen in Fig. 17 bei a.

Der andere fixe, axiale Punkt ist an der Coxa ein Einschnitt, Fig. 17 und 18 A, b, der sich nach der Axe etwas pfannenartig gestaltet. Durch den Einschnitt zerfällt die im Ganzen kugelige Kuppel des Coxaendes in zwei Klappen, eine nach der Achselfläche zu gerichtet, durch sie quer getheilt, so dass sie beiläufig einen Kugeloctanten repräsentirt; die andere ist ganz, bildet eine helmartige Kappe und hängt am anderen Axenende mit dem besprochenen axialen

Fortsatz zusammen. Die grösste Wölbung dieser Kappe läuft aber nicht rechtwinklig auf die Axe sondern schief, im Sinne der Schraube am Achselausschnitte. Da in dieser Kappe bei der Bewegung des Gelenkes der Trochanterkopf läuft, so kann kein Zweifel sein an dem Bestande eines Schraubenganges in diesem Charniere.

Auch der Schenkel Fig. 17, Fig. 18 *B* ist durch eine der Coxa zugewendete Achselfläche geebnet, die in derselben Art die halbe Drehungsaxenlänge des Trochanter frei legt, dieser bildet ebenfalls eine Art Helm (Kopf des Trochanter), dessen grösste Wölbung schief verläuft, in Übereinstimmung mit dem an der Coxa. Der Achselfläche zu erhebt sich an seiner Seite ein axialer Fortsatz (*b'*), welcher mit dem Kopfe einen spitzen Winkel bildet. Am anderen Axenende hat er einen Ausschnitt (*a'*), der durch einen breiten wangenartigen Fortsatz der Wand vom Femur vertieft wird. Wo Trochanter und Femur in einer unbeweglichen Nath sich verbinden, also unter der Öffnung, ist, gegen die Achselfläche gekehrt, eine geglättete Furche angebracht, die als Halseinschnürung den Kopf des Trochanter frei legt. Sie verläuft ebenfalls schraubig von dem Ausschnitte am Axenende gegen die Achselfläche abfallend.

Die Einfügung des Schenkels in die Coxa geschieht nun so, dass der Fortsatz des Trochanter in den Ausschnitt der Coxa sich einlagert und sein Ausschnitt den axialen Fortsatz der Coxa aufnimmt; der Kopf des Trochanter wird von der schiefen Bucht der Coxa gedeckt, und in die Halseinschnürung des Trochanter legt sich der Schraubenrand des Achsel-einschnittes an der Coxa hinein. Bei diesem gegenseitigen Umschlingen und Eingreifen der Fortsätze in Gruben ist die Trennung des Gelenkes ohne Bruch nur möglich, wenn die Theile erweicht und nachgiebig geworden sind.

Der Schraubenform der Gelenktheile entspricht der Gang des Gelenkes. Es ist bei einer Excursion desselben von mindestens 90 Grad und der nicht unbedeutenden Ascension der Ganglinie eine bemerkbare Lateralverschiebung zu erwarten, die an den Axenenden sich äussern wird. Fixirt man z. B. den Fortsatz der Coxa in dem Ausschnitt des Femur, so wird man ihn bei angezogenem Beine (Beugung), wo Coxa und Femur parallel, mit ihren Axelflächen sich berührend, eingestellt sind, in die Tiefe zurückgezogen finden, ihn aber gleich über das Niveau des Ausschnittes sich erheben sehen, wie das Bein gestreckt (abgezogen) wird. Auch der Trochanterfortsatz sinkt bei der Beugung ein und erhebt sich bei der Streckung. Dieser scheinbare Widerspruch (man sollte eben glauben, dass, wenn einerseits eine Elevation stattfindet, andererseits eine Depression zu erwarten wäre) löst sich einfach damit, dass beide Fortsätze nicht an demselben Gelenkskörper sitzen, sondern der eine an der Spindel, der andere an der Mutter, und dass wenn das Gelenk aufgeschraubt wird, beide von einander sich entfernen müssen. Wird das Gelenk so beschen, dass die Axe horizontal und quer vor dem Beschauer steht, wie in Fig. 18, so sind diese axialen Verschiebungen beiderseits deutlich zu übersehen.

In der Weise der Schraube liegt zugleich der Hemmungsapparat des Gelenkes. Wird nämlich das Gelenk gebogen, so sieht man die Achselfläche des Schenkels an der wendelförmigen Achselfläche der Coxa zur Spitze des Fortsatzes ansteigen und ihn decken; der Halseinschnitt des Trochanter, in der Strecklage an den Achselausschnitt der Coxa nicht angepasst, kömmt bei der Beugung in genauen Contact mit ihm. Der Trochanter stellt nämlich die konische Spindel vor, deren Spitze seinem Ausschnitte und dem Coxafortsatze zugerichtet ist, weil dort seine Halseinschnürung axial fällt; die Coxa stellt die Schraubenmutter vor, beide liegen eng angepasst an einander in der Beugelage, etwa so, wie eine eingeschraubte

Holzschraube in dem gemachten Muttergewinde; die Streckbewegung führt zum Ausschrauben. Es kommen beim Herausdrehen einer Holzschraubenspindel die Windungen an der Spitze derselben den Gängen an der Basis, also Gängen von grösserem Radius gegenüber zu liegen, können also nicht auf sie passen und die steil ansteigende Endwindung des Muttergewindes herausheben. Wird die Schraube wieder zuge dreht, so erfolgt allseitig das Anpassen der Gänge der Spindel an die der Mutter, was in dem Falle durch das Anziehen des Beines (Beugung) geschieht.

Das vollkommene Anpassen einer konischen Schraube führt natürlich zur Hemmung. Ich muss abermals darauf aufmerksam machen, dass der Fortsatz der Coxa beim Zuschrauben gedeckt wird, weil er ja nicht der Spindel, sondern der Mutter angehört. Würde er der Spindel angehören, so müsste er wegen des Fortschreitens der Mutter zur Basis der Spindel natürlich blossgelegt werden. Die konische Form der Schraube ist also für das Maximum der Beugung der Hemmungsgrund. Bei der Streckung, wo das Gelenk in der Schraube gelockert ist, wird der Diaphysentheil des Schenkels (über dem Schenkelkopfe) an den Rand der Coxa sich anstemmen und weitere Bewegung verhindern.

Betreffs der Situation der Axen ergibt sich, dass sich die Axe des Schenkelgelenkes mit der der Coxa unter rechtem Winkel kreuzt, beide also in einer Ebene liegen.

Von den Muskelansätzen fällt der für den Strecker (Abzieher nach St. D.) auf den Rand des Trochanterhelmes, seine Zugrichtung scheint mir in die Gangrichtung des Gelenkes zu fallen; der Ansatz des Beugers (Anzieher, St. D.) befindet sich in einem rauhen Grübchen unter dem axialen Fortsatze des Trochanter.

Das Schenkelgelenk am zweiten Bein von *Typhon* unterscheidet sich in nichts wesentlichem von dem am ersten Beine. Symmetrisch dem am ersten Beine seiner Seite, ist natürlich auch die Schraube der am ersten Beine gegenläufig, also rechterseits linkswendig, linkerseits rechtswendig. Die axiale Incisur an der Coxa schliesst sich mehr zu einem Loche ab. Die beiden Axen durchkreuzen sich auch hier und zwar rechtwinklig.

Auch am dritten Beine sind die Formen und der Mechanismus dieselben; mit dem zweiten Fusspaare seiner Seite in der Gangrichtung übereinstimmend, zeigt es in der Situation seiner Axe den Unterschied, dass sie sich mit der der Coxa nur rechtwinklig überkreuzt, beide also nicht in eine Ebene fallen, Fig. 21.

Nach demselben Typus wie bei *Sc. Typhon* sind die Schenkelgelenke bei *Phanaeus* gebaut. Schenkel- und Hüftaxe kreuzen sich auch da am ersten und zweiten Beine, am dritten ist bloss Überkreuzung zu sehen, sie fallen da nicht in eine Ebene.

Der axiale Ausschnitt an der Coxa zur Aufnahme des Trochanterzapfens ist am zweiten und dritten Beine, durch Vereinigung der beiden Klappen in einer Nath, als ringförmige Öffnung geschlossen, Fig. 31. Der darin gleitende Trochanterzapfen, Fig. 30 B und 32 und 31 x, ist am Ende etwas korkzieherartig gebogen, so dass er bei der Bewegung des Gelenkes nicht bloss an- und aufsteigt, in Folge der Verschiebung entlang der Axe, sondern auch drehend sich darin verhält.

Durch die Verschmelzung der beiden Klappen am Ende der Coxa wird das Loch, durch welches der Trochanterkopf eingeschoben ist, Fig. 30 A, regelmässiger umschrieben und bekommt scheinbar eine mehr laterale Lage in der Achselfläche. Der Rand dieses Achselausschnittes hat ferner keine so grosse Ascension, da die Coxa einen genau axialen Zapfen, d. h. einen Fortsatz, der mit seinem Ende bis zur Drehungsaxe reichen würde, nicht besitzt. Die

Fixirung des Schenkels fiele daher an diesem Axenende weg; dagegen ist der Trochanterfortsatz am anderen Ende in der axialen Öffnung der Coxa strenger eingezapft, und der Trochanter läuft mit seiner Halseinschnürung streng auf dem Rande des Achselausschnittes, Fig. 30 A, *y*; weil dessen Ascension, wegen des Fehlens des axialen Coxafortsatzes, nicht zur Spitze eines Kegels geht, die Windung also nahe die einer Walzenschraube wird. Trochanterausschnitt und Rand der Öffnung sind in Radius und Ascension übereinstimmend, gleiten auf einander, ohne sich von einander zu entfernen. Das Gelenk bekommt die Form eines Schraubenfalzes, wesshalb der Trochanter durch diese Leiste (*y*) des Achselausschnittes in seiner Verbindung festgehalten wird. In Figur 30 A ist die Femoralöffnung der dritten Coxa rechts von der Achselseite her abgebildet; man bemerkt die Regelmässigkeit ihrer Contour; das Fehlen eines bis zur Axe reichenden Fortsatzes, die Lage der Drehungsaxe bei *c* und die schraubige Leiste (*y*) des Achselausschnittes dieser Öffnung, die als Falzleiste in der Halsrinne des Trochanter, der Falzrinne läuft. Um diesen Falz übersehen zu können, ist es das beste, z. B. am dritten Beine das Femur vom Trochanter abzulösen, wodurch der Achselausschnitt ganz blossgelegt wird.

Am ersten Beine hat die Coxa noch einen axialen Fortsatz; da ist wieder die Ascension des Achselausschnittes schärfer, und desshalb bleiben dieser und die Halsfurche des Trochanter nicht immer im Contact.

Am Schenkel des ersten Beines fällt das Gedrungene seines Gelenkendes auf. Der Grund ist der: Der Fortsatz des Femur, welcher mit dem Trochanter den axialen Ausschnitt bildet, ist gross, wangenartig gewölbt und reicht beinahe bis zur höchsten Höhe des Trochanterkopfes, so dass dieser förmlich in einer Grube des Femurfortsatzes sich verbirgt. Der Schenkel des zweiten und dritten Beines ist dagegen schlank, ohne eine solche Wangenklappe, der Trochanter ist ganz frei, ohne Ausschnitt für den axialen Fortsatz der Coxa, der ja ebenfalls fehlt. Der Trochanterkopf bekommt an der freien von der Achsel abgewendeten Seite ein Segment einer Windung, welches in dem Ausschnitte der Coxaöffnung, Fig. 30 A*, gleitend läuft und in seiner Richtung mit der der Halseinschnürung übereinstimmt. Auch diese Windung trägt dazu bei, den Trochanter in seiner Verbindung festzuhalten.

In Fig. 30 B und Fig. 32, bei noch stärkerer Vergrösserung, ist die Windung mit *w* bezeichnet; sie ist bei gebogenem Schenkel ganz sichtbar; bei gestrecktem (abgezogenem) in der Coxahöhle verborgen. Der mit *m 1* bezeichnete Rand des Trochanterkopfes ist der Ansatz des Streckmuskels; er ragt hakenartig in die Coxa hinein und tritt bei Ansicht des Gelenkes von oben, Fig. 31, und bei abgezogenem Bein über das Niveau der Thoraxöffnung hervor. Seine Krümmung und die kleine korkzieherartige Windung des axialen Trochanterfortsatzes sind gegenläufig, wie dies auch Fig. 32 ersichtlich macht. Wie mir scheint, ist auch da die Zugrichtung des Streckmuskels gleich der der Gangrichtung. Mit *m 2* ist in Fig. 30 B ein Grübchen bezeichnet, in welchem der Beuger (Anzieher) befestigt ist.

Auch das erste Gelenk des Schenkels von *Staphylinus* (auch *Silpha*) schliesst sich dieser Form an; der Trochanter hat ebenfalls einerseits einen axialen Fortsatz, anderseits eine axiale Incisur zur Aufnahme eines Coxafortsatzes, allein der Hauptunterschied liegt in der Coxa. Statt mit ihrem Längsdurchmesser an den Thorax sich anzulegen und um eine Axe, parallel mit ihm sich zu drehen, kehrt sie dem Thorax ihren Breitedurchmesser zu, und springt daher zapfenförmig vor. Die Verbindung der Coxa mit dem Sternum geschieht ohne

Pfanne und beide Ränder sind locker, nur durch Gelenkshaut mit dem Thorax verbunden. Die Schenkelgelenksaxe und Drehungsaxe der Coxa überkreuzen sich nur, und zwar in einem Abstände, der der ganzen Länge der Coxa entspricht.

Eine zweite Form des Schenkelgelenkes finde ich am dritten Beine der Schwimmkäfer, der Hydrophilen und Ditisciden.

Bekanntlich ist in der Familie der Ditisciden jede Beweglichkeit der Coxa am dritten Fusspaare geschwunden, indem sie sich mit dem Metasternum unbeweglich verbindet; das Charnier des Schenkels befindet sich in einem etwas über das Niveau des Abdomen hervorragenden Fortsatze der Coxa, mit beinahe vertical eingestellter Axe. Die Bewegungsebenen der beiden Schenkel sind parallel mit der Wand des Abdomen und schneiden sich in einem sehr stumpfen Winkel an dem Kiele desselben.

Löst man z. B. bei *Cybister Roeselii* durch Abbrechen der unteren Lefze der Coxa den Schenkel (Trochanter) aus, so findet man, dass sein Gelenkstück in der Richtung der Charnieraxe förmlich in eine konische Schraubenspindel verlängert ist. Sie ist, Fig. 33, vom rechten Beine abgebildet und zeigt folgende Theile: Die Basis, die nach unten steht, wird von einem Stück Windung gebildet, welche schraubig, an der rechten Seite linkswendig, gegen die Spitze ansteigt, die nach oben steht. Ist das Bein gebogen, angezogen, so steht diese Windung frei zu Tage. Ihre Contouren setzen noch eine Strecke weit, etwa bis zur halben Peripherie der Spindel, als Leisten die Windung fort. Die Furche, in die dann die Windung gleichsam einsinkt, ist Ansatz des Streckmuskels (*m 1*). Der Spitze zu liegt an der Seite dieser Windung, mit ihr gleichlaufend, eine geglättete Furche, welche mehr als die halbe Peripherie der Spindel umkreist und aus der Basis der Spindel sich entwickelt; basal wird sie von der Windung, gegen die Spitze von einer Leiste begrenzt. Von dieser Leiste an spitzt sich der Trochanter mit einer schief abfallenden Fläche in einen stumpfen axialen Endfortsatz zu. Diese flache und theilweise auch die geglättete Furche sind von einem Spalte, der Thoraxöffnung der Coxa unterbrochen.

Trotz der verschiedenen Gestalt ist doch noch die Form daran nicht zu verkennen, die bei *Sc. Typhon* beobachtet wird.

Die Windung entspricht dem Helme des Trochanters, die Furche der Halseinschnürung, welche hier umfangreicher und genau mit der Windung gleichlaufend ist, der axiale Endfortsatz ist der axiale Zapfen des Trochanter. Die Basis der konischen Spindel ist dem axialen Ausschnitte des Trochanter entsprechend, da aber hier die Coxa keinen axialen Fortsatz besitzt, so verliert dieser Ausschnitt ganz die Form, die er bei *Typhon* hat, ja es bildet sich am Trochanter selbst axial mitten in der Basis ein kurzer Fortsatz aus.

Die beiden axialen Fortsätze der Trochanterspindel laufen in Grübchen der Coxa, deren eines in der unteren Öffnungsklappe der Coxa sitzt und den basalen Zapfen des Trochanters aufnimmt; das andere in der Tiefe der Gelenksöffnung an dem Blatte, welches dem Thoraxraum zu sieht. Nach Entfernung der unteren Klappe, die axial die Gelenksöffnung der Coxa deckt, gewinnt man die Ansicht dieses zweiten Grübchens und zugleich einer schraubig ansteigenden Leiste in der Öffnung, welche sich in die Furche der Coxaspindel einlagert und für diese das Muttergewinde vorstellt.

Die den Gang des Gelenkes am Trochanter bestimmende Furche und diese Leiste sind trotz der konischen Form des Trochanter kaum einer konischen Schraubengewindung gleich zu achten, so dass sie wohl nicht hemmend einwirken werden; und man bemerkt auch, dass

bei der grossen Excursion, die dieses Bein hat, die Bewegung erst durch das Anstemmen des Schenkels an die Coxa gehemmt wird.

Zur Erweiterung dieser Excursionen ist auch der Trochanter beiderseits eingeschnitten.

Den Übergang zur Form bei *Ditiscus* macht das Schenkelgelenk des dritten Beines von *Hydrophilus*. Die Bestandtheile des axialen verlängerten Trochanters sind dieselben; Windung, Furche und Zapfen kommen vor, doch ist der Trochanter als Ganzes nicht in der ganzen Peripherie entwickelt; er ist gleichsam nur eine halbe Spindel, deren convexe Fläche mit der Windung und Furche in Fig. 34 abgebildet ist. Die von der Windung contourirte Basis, der Lage nach dem Ausschnitte vom Femur bei *Typhon* entsprechend, wird Fig. 35 erläutern. Das axiale Zäpfchen stellt sich bei dieser Ansicht als schneckenförmig gewundene Faltung des Trochanter-Integuments dar, zwischen welchem und der Windung, beinahe im Halbkreise, eine geglättete Ringfurche sich bildet. Da die Windung einer Schraube angehört, wird natürlich auch die Ringgrube, die sie einschliesst, nach der Spitze (oberem Ende) des Trochanter ansteigen, d. h. sich vertiefen.

Das die Gelenksöffnung deckende Blättchen der hier beweglichen Coxa hat zunächst ein Grübchen zur Aufnahme des axialen, gewundenen Zäpfchens der Trochanterbasis, und peripherisch ein erhabenes Ringsegment, das in die Ringgrube des Trochanters sich einfügt.

Dadurch, dass sich bei dieser Gelenksform beiderseits am Trochanter axiale Fortsätze bilden, die in zwei Randleisten an der Gelenksöffnung der Coxa eingezapft sind, bildet sie schon den Übergang zu den Femorotibialgelenken mit seitlicher Symmetrie; die Ähnlichkeit mit den Femorotibialcharnieren wird nur noch auffallender bei der dritten Form von Schenkelgelenken, welche am dritten Beine von *Procrustus coriaceus* sich findet.

Hier ist schon der Trochanter selbst beiderseits vollkommen symmetrisch geworden. Der Kopf des Trochanters, Fig. 37 B, bei zwanzigfacher Vergrösserung, wird becherförmig, bekömmt am Rande beiderseits axiale Faltenfortsätze, welche schraubig und zwar beiderseits gegen das Ende der Axe, also symmetrisch ansteigen; die Windung des oberen Fortsatzes ist daher gegengängig der Windung des unteren Fortsatzes, und zwar am linken Bein unten, wie die Fig. 27 zeigt, rechtsgängig, oben linksgängig. Offenbar kann diese Einrichtung mit ein Hemmungsapparat sein: analog den Schrauben am Femorotibialgelenke von *Calandra palmarum*.

Die Schenkelöffnung der Coxa ist auch symmetrisch, sie wird von zwei Randleisten gebildet, welche an der eingeklappten Integumentiduplicatur Grübchen zur Aufnahme der axialen Trochanterzapfen besitzen (Fig 37 A). Diese Leisten gehen hier wie am Femorotibialgelenke in die Contouren der Achselfläche über, in welche sich der angezogene Schenkel hineinlegt.

Ein Durchkreuzen der Axe des Schenkelgelenkes mit der Coxa kommt weder bei *Hydrophilus* noch bei *Procrustes* vor, sie überkreuzen sich nur.

Die vierte Form des Schenkelgelenkes fand ich bis jetzt nur am dritten Beine von *Buprestis gigantea*, sie lässt sich mit keiner der bis jetzt besprochenen vergleichen.

In der Öffnung der unbeweglichen Coxa steht senkrecht ein von der unteren Seite aufsteigender axialer Stift (Fig. 36 A), der aber den oberen Rand der Öffnung nicht erreicht, und sie daher nur unvollkommen in zwei Theile theilt. Er ist ein Walzenssegment, das nach dem Thoraxraume geöffnet, als blosse Faltung des Integumentes sich erweist. Der Trochanterkopf

(Fig. 36 B), durch einen engen Hals geschieden, ist nicht becherförmig, mehr als Haken oder Helm gebogen, mit beugewärts gewendeter Öffnung. Der untere Rand entsendet wieder axial einen rinnenförmigen Fortsatz, dessen Concavität an die Convexität des Coxazäpfchens sich anlegt und bei der Bewegung um ihn dreht. Die Convexität kehrt er der Coxahöhle zu. Nur der untere Theil seiner Furche ist geglättet, der obere dicht mit Haaren besetzt, wesshalb die gleitende Bewegung zwischen den beiden Fortsätzen nur unten Statt findet. An den Rändern beider Fortsätze und im Umkreise beider Öffnungen ist die Gelenkhaut befestiget.

Hier kommt es also zur Bildung einer Art Gelenkhöhle, welche aber nicht geschlossen, sondern durch eine Spalte am Ansatz beider Fortsätze von aussen zugänglich ist. Am zweiten Schenkelgelenke fand ich den Schenkel durch zwei in der Coxaöffnung diagonal gestellte Zapfen fixirt, welche in axiale Gruben am Trochanterkopfe eingreifen.

Wahrscheinlich dürfte eine Durchsicht zahlreicherer Käferformen zur Kenntniss noch anderer Formen des Schenkelgelenkes führen. Unter den beschriebenen haben drei Formen wieder die Verwendung der Schraube als Gelenkskörper nachweisen lassen. In mehrfachen Abänderungen als Gangkörper verwendet, gibt sie auch einen Hemmungsapparat ab. Dass auf einem Gelenkkörper gegenläufige Schraubenstücke vorkommen, ist bis jetzt ohne Beispiel gewesen. Der Effect dieser Anordnung kann freilich ein kaum bemerkbarer sein, da die Schraube nur in mikroskopischer Grösse vorkommt. Der Grund ihrer Bildung dürfte ein mehr morphologischer als mechanischer sein. Alle lateralen Faltungen zeigen eine kleine Torsion und bei genauer Symmetrie dieser Gelenksstücke an den Axenenden dürfte die Gegenläufigkeit der Torsion, daher mehr Ausdruck der Symmetrie sein.

Von Gelenkformen bei Käfern dürften noch die sogenannten freien Gelenke, à tête perforée nach Straus-Durkheim zu besprechen sein; ausser an den Antennen, und vielleicht auch den Tarsen, finden sie sich nur in der Symmetrieebene des Leibes.

Die reinsten Kugelform der Articulationsflächen finde ich am Kopfgelenke von *Calandra palmarum*. Die Bewegungsexcursionen des Kopfes sind nach allen Richtungen möglich, doch sind die Excursionswinkel nur klein, da sich die Gelenkhaut baldigst anspannt. Eine Drehung um die horizontale Längsaxe führt gleich zur Torsion der Gelenkhaut. So klein der Excursionswinkel auch ist, so werden sie für den Mund deshalb ausgiebig, weil er am Ende des langen rüsselförmigen Kopfes sitzt.

Auch die Umrisse des Kopfes bei *Procrustes* sind mehr kreisförmig und stellen ein ringförmiges Segment einer Kugel vor. Meistens aber sind die Bewegungen des Kopfes wohl nur auf eine Veränderung der Neigung zum Horizonte berechnet, da bei einer Reihe grösserer Formen, die ich in dieser Beziehung durchsah, stets der Querdurchmesser des geglätteten Hinterkopfes grösser ist als der Höhendurchmesser. Der Querschnitt ist eine Ellipse, und ich vermüthe, dass die geglätteten Flächen Theile eines Umdrehungsellipsoides sind, entstanden durch Umdrehung um die längere Axe.

Hydrophilus, *Lucanus*, *Buprestis* zeigen alle einen elliptischen Querschnitt. Bewegungsversuche an frischen oder aufgeweichten Käfern zeigen, dass mit Beibehalt des Contactes nur Bewegungen um diese horizontale Queraxe möglich sind.

Der Kopf von *Sc. Typhon* berührt oben nur in einem schmalen Ringe den Thorax. Die Peripherie des Querschnittes dürfte wohl ein Kreis sein; doch sind alle Dreh- und

Seitenbewegungen ganz ausgeschlossen durch einen abgerundeten Wulst, welcher unten am Kopfe median und sagittal liegt, und in der Symmetrieebene in eine Furche des Prothorax eingefügt ist.

Diese Vorrichtung dürfte die Bewegungen des Kopfes zu sichern haben, da der Käfer mit seinem Horne im Mulde wühlend gegen Widerstände anzukämpfen hat.

Betreffs des Gelenkes zwischen Prothorax und Mesothorax, welches gelegentlich wie bei *Sc. Typhon*, kreisförmig construirte Durchschnitte des Gelenkkopfes am Mesothorax ergibt, ist seine Beziehung zu den Flügeldecken bemerkenswerth. Da der Gelenkkopf mit von den Einlenkungsstücken der Flügeldecken gebildet wird, so können diese nur dann abgehoben werden, wenn der über den Kopf geschobene Ring des Prothorax darüber weggleitet, also nur bei niedergebeugtem Prothorax. *Lucanus*, *Typhon* zeigen dies.

Wie das Scutellum die Entfaltung der Flügeldecken gelegentlich bleibend hemmen kann, z. B. bei den Cetoniaden, ist bekannt.

Flacht sich der Leib des Käfers ab, dann ist mit Bestimmtheit jede andere als die neigende Bewegung ausgeschlossen, so im Maximo bei den Elateriden. Die Sprungfähigkeit dieses Thieres ist mit von dem Stachel der Vorderbrust bedingt, der plötzlich in die Grube der Mittelbrust abgleitet; allein eine nicht minder wesentliche Bedingung für das Gelingen des Sprunges ist die Muskelspannung. An Thieren, die z. B. durch Chloroform getödtet wurden, kann man erst dann das mit Schnellen verbundene Abgleiten des Stachels nachahmen, wenn die Vorderbrust eng an die Mittelbrust angedrückt wird, so lange das nicht geschieht, geht der Stachel in der Grube aus und ein, ohne einen Widerstand zu finden. Das Thier kann daher den Prothorax mit dem Kopfe neigen, ohne das Abschnellen des Stachels. Offenbar geschieht die Bewegung in beiden Fällen um eine andere Axe. In dem Falle, wo die Bewegung ohne zu schnellen geschieht, sieht man zwischen Vorder- und Mittelbrust einen Zwischenraum, im anderen Falle, beim Schnellen, zieht es die Vorderbrust eng an die Mittelbrust an. Das Thier erzeugt, so zu sagen, eine Incongruenz der Gelenkflächen, es verschiebt einleitend zum Sprunge den Excursionskreis des Stachels gegen die Curve der Pfanne des Mesothorax, so dass die Centra beider nicht mehr zusammenfallen.

Wahre Kugelsegmente sind auch die Gleitflächen der Antennenglieder bei den Cerambyciden. Die Köpfchen sitzen an dem centralen verjüngten Ende der Glieder und ruhen in kugeligen Schalen des etwas breiteren peripherischen Endes der Glieder. Glied für Glied ist durch allseitige, trichterförmige Faltenbildung (Gelenkshaut) in das andere geschoben. Die Beweglichkeit ist allseitig, natürlich sehr beschränkt. Das zweite Antennenglied hat z. B. bei *Hamatichaerus* über dem Gelenkköpfchen noch ein zweites Knötchen. Vom zweiten Gliede an ist die Gelenköffnung quer auf die Längsrichtung jedes Gliedes; das erste Glied trägt aber die Öffnung schief, wesshalb bei manchen Stellungen die Fühler scharf, knieförmig an diesem Punkte geknickt werden können.

Die Gelenkköpfchen der Tarsalglieder bei *Typhon* (Fig. 38 A und B) finde ich nicht kugelig geformt, eher kurz cylindrisch, durch eine kleine Halseinschnürung von dem Körper des Gliedes geschieden. An der dorsalen Seite der Halseinschnürung ist eine Art Achselfläche. Die Köpfchen (B) liegen auch da am centralen Ende, die Gelenköffnung (A) peripherisch; letztere ist schief auf die Längsrichtung des Gliedes, gegen die Plantarseite sehend aufgesetzt, wesshalb die Summe der Tarsalglieder immer plantarwärts concav gebogen ist. Die Excursion dorsalwärts wird erst durch die Achselfläche unter dem Köpfchen möglich,

doch geht sie nicht weiter, als bis zur geradlinigen Form des ganzen Tarsus. Die Achselfläche zeigt, dass die Winkelexcursion eine dorsal-plantare Richtung hat; fixe, axiale Punkte sind an diesen Gelenken nicht zu sehen, sie treten erst da auf wo das Gelenk zu einem straffen Charniere sich umgestaltet, wie an den Tarsen der Hinterbeine bei Schwimmkäfern.

Die Öffnungen der Tarsalglieder von *Typhon* sind von einer winkelig eingebogenen Duplicatur des Integumentes eingerahmt, an dem sich die Gelenkshaut befestigt.

Was die Beweglichkeit der Flügel und Flügeldecken bei Käfern betrifft, so kann man da, namentlich an den Flügeln von keinen eigentlichen Gelenken sprechen; was man darunter versteht, sind bloss Knickungen der festen Stäbchen, die durch Gelenkshaut locker verbunden sind. Da die Einknickung des Flügels nach der Breite und zugleich mit Torsion vor sich geht, so legt sich der Flügel auch in Längsfalten, und die Knickungsstellen des Flügels können nicht in eine Linie allein fallen. Die Knickung geschieht etwas vom Ansatz entfernt, es werden daher von den Stäbchen kleine Stückchen in der Wurzel des Flügels gleichsam abgebrochen liegen; sie haben eine ungleiche Länge und wurden von Straus-Durkheim mit verschiedenen Namen bezeichnet.

Von **andern Insecten** untersuchte ich den Gelenksbau nur mehr an einzelnen grösseren Species mehrerer Ordnungen. Unter Orthoptern bei *Acridium cristatum*, *Locusta verrucivora*, dann den Grabfuss von *Gryllotalpa*; unter den Lepidoptern bei *Saturnia*; den Neuroptern bei *Aeschna*; unter den Hymenoptern bei *Xylocopa*, *Bombus*, *Vespa Crabro* und *Foenus*.

Die Käfer haben offenbar den anatomisch am vollkommensten entwickelten Gelenksbau, selbst bei den Hymenoptern sind die Gelenke ohne Gleitflächen, es zeigen sich nur axiale fixe Punkte und das Schema des Gelenksbaues ist von dem bei Krebsen kaum wesentlich unterschieden; die einfache axiale Faltung des Integumentes ist nicht nur die Grundform der meisten dieser Gelenke, sondern auch kaum mehr ausgebildet. Zwischen Trochanter und Femur tritt sehr häufig wieder Beweglichkeit auf, so selbst an den Beinen der höheren Hymenopteren, z. B. bei *Xylocopa*, *Bombus* (Fig. 39, 40). Die Coxae articuliren nicht mehr in Pfannen der Brustringe wie bei den meisten Käfern, sondern sind nur durch Gelenkhaut mit den ventralen Öffnungen oder Zwischenräumen der Brustringe verbunden. Nur selten steht die Drehungsaxe der Coxa parallel zu ihrem längeren Durchmesser, meistens articulirt sie mit ihrem Breitedurchmesser am Thorax (Fig. 39 von *Bombus* das dritte Bein) und die Coxae ragen zapfenförmig vor, wie dies auch unter den Käfern z. B. die Staphiliden, Silphiden zeigen, und wie es bei Ichneumoniden meist sich findet.

Am zweiten Beine von *Bombus* und *Xylocopa* (Fig. 39) finde ich die Coxa nach ihrer Länge mit dem Thorax gelenkig verbunden, doch gleiten sie nicht in Pfannen, sie sind nur axial fixirt.

Die Trochanteren sind auf die bei Käfern beschriebene Weise in die Coxa eingelenkt, ihre Achselflächen ebenfalls schraubig, gegen einen axialen Fortsatz der Coxa ansteigend. Durch diese Einrichtung sind die Axen des Hüft- und Schenkelgelenkes wieder bis zum Durchkreuzen einander nahe gebracht.

Die Excursion des zweiten Beines ist wie die des ersten nach vorne gerichtet, zum Unterschiede von den Käfern, bei denen bloss das erste Bein mit nach vorne gerichteter

Excursion ausgestattet ist; deshalb stimmt die Form der Coxa am zweiten Beine links von *Bombus* in seiner Topik mit der zweiten Coxa rechts von *Sc. Typhon* überein. (Vgl. Fig. 19 mit Fig. 39.)

Die Femorotibialgelenke sind an ihren Seiten nur selten asymmetrisch, die Grundformen ihrer Glieder stimmen mit denen der Käfer überein und sind nur in der axialen Einlenkungsweise verschieden, so findet man bei *Locusta* und *Aceridium* (Fig. 41) die Tibia am Gelenkende knieförmig geknickt mit beugewärts gerichteter Öffnung, beiderseits erhebt sich am Mundsäume ein zugespitzter Fortsatz, der als axiale Faltung breit aufsitzt und scharf gespitzt endigt; sein gerader, oberer Rand ist axial eingestellt und durch einen Ausschnitt vom oberen Saume der Öffnung geschieden.

Dieser Falte der Tibia ist eine Falte innen am Schenkel gegenübergestellt; einwärts vorspringend, bildet der Faltungswinkel aussen eine Furche, welche beugewärts ein Stück der Schenkelwand abgrenzt, dieses springt klappenartig vor, und streicht bei der Bewegung seitlich an der Tibia vorbei, es stemmt sich im Maximo der Flexion an ein Höckerchen der Tibia an, welches beiderseits unter dem axialen Fortsatze vorsteht.

Die Hemmung im Maximo der Streckung geschieht durch das Anstemmen des oberen Öffnungscanales des Femur an das Knie der Tibia.

Bombus, *Vespa*, *Aeschna*, *Saturnia* zeigen im Wesentlichen denselben Bau ihres Femorotibialgelenkes. Bei *Grylotalpa* dagegen, an dessen Grabbeine die Glieder nicht auf einander klappen, sondern seitlich an einander wegstreichen und sich schichten, geht die Symmetrie beider Seiten aus demselben Grunde verloren, wie an der Coxa der Käfer. Es bekommen die Gelenksöffnungen schraubige Achselausschnitte, wie in Fig. 43 an der Coxa zu sehen; die Achselflächen werden theilweise Gleitflächen. Die Coxa und das Gelenk bekommt Ähnlichkeit mit dem Gelenke zwischen *P 1* und den vereinigten *P 2* und *P 3* an der Krebsschere.

Die gegebene Beschreibung einzelner Gelenksformen beabsichtigt, wie gesagt, nur im Allgemeinen den Gelenksbau bei den Arthrozoen zu erläutern und macht keinen Anspruch, eine Übersicht aller, selbst nicht der Repräsentantenformen zu sein. Ich zweifle nicht, dass eine systematische Revision der Gelenke dieser Thiere, mit Rücksicht auf ihre Locomotionsweise noch eine höchst interessante Ausbeute ergeben würde.

Schon aus der Beschreibung dieser geringen Zahl von Gelenksformen dürften sich ganz allgemein einige Bemerkungen über die Gesetzmässigkeit und die Bedingungen ableiten lassen, welche dem Gelenksbaue bei Arthrozoen zu Grunde liegen.

1. Die Gliederung des Arthrozoenleibes beruht zunächst auf der Unterbrechung des harten Skeletes durch weiches, nachgiebiges Integument, welches unter dem Namen Gelenkshäute bekannt, Glied für Glied des harten Integumentes verbindet.

2. Die einzelnen Glieder sind wie aufgeschichtete Trichter in einander theilweise eingeschoben, so dass das kleinere Ende des peripherischen Gliedes von dem erweiterten Ende des centralen so weit umfasst wird, als es das weiche, eingestülpte Integument gestattet. Ist ein Theil dieses so eingestülpten Integumentes noch hart, so kömmt ein, innen fester Trichter zu Stande, der als vertiefter Rahmen die Öffnung des centralen Gliedes umgibt und eine Art Pfanne bildet, in der das centrale Ende des peripherischen Gliedes als Gelenkskopf lagert.

Die Haltbarkeit der Fuge hängt von der Resistenz des eingestülpten Trichters und der Musculatur ab. Geben beide nach, wie an den Abdominalringen vieler Insecten, z. B. während