

# Zum Carpus und Tarsus der Saurier.

Von

**Dr. G. Born.**

*Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.*

Mit Tafel I.

Die Anregung zu den Untersuchungen, deren Resultate in diesem Aufsatz niedergelegt sind, hat das umfassende Werk GEGENBAUR'S über den »Carpus und Tarsus« der Wirbelthiere gegeben. Mein Bemühen ging im Anfange nur dahin, durch genaue Durchforschung der embryonalen Anlagen der Extremitäten mittelst Zerlegung derselben in zusammenhängende Serien mikroskopischer Schnitte sicherere Anhaltspunkte für die Beurtheilung der phylogenetischen Entwicklung des Baues der fraglichen Theile zu gewinnen, erst allmählich stellte es sich heraus, dass auch eine ernente Bearbeitung des Tarsus- und Carpusskelets erwachsener Saurier bemerkenswerthe Resultate gewähre. Die Methode der Untersuchung war je nach Grösse und Beschaffenheit der Objecte verschieden: einmal Präparation mit oder ohne Loupe, mit oder ohne nachträgliche mikroskopische Bearbeitung der einzelnen Theile; dann Zerlegung des ganzen Stückes in eine Reihe auf einander folgender, mikroskopischer Schnitte in der Weise, wie ich es näher in meiner Arbeit über die sechste Zehe der Anuren (dieses Jahrbuch B. I. H. 3.) angegeben habe. Statt der dort ausschliesslich benutzten Einbettung in Transparentseife, verfare ich jetzt nach dem Vorschlage meines Collegen WEIGERT mitunter einfacher so, dass ich die entkalkte, und durch Einbinden

zwischen gehärtete Leherstücke in Plattenform gebrachte Extremität mit Gummi auf einem zweckmässig zugeschnittenen Kork festklebe und dann auf einem LEYSER'schen Mikrotome Schnitt für Schnitt von derselben abhebe.

Der Carpus der fünfzehigen Saurier besteht, wie GEGENBAUR l. c. ausführt, allgemein aus acht Stücken, von denen zwei (vergl. Fig. I), als Ulnare (*u*) und Radiale (*r*) bezeichnete, den Vorderarmknochen und dem Zwischenknochenraum gegenüberliegen, während ein Drittes, das Centrale (*c*) von der distalen Seite her keilförmig zwischen diese beiden eingeschoben ist. Fingerwärts umgeben das *c* vier Träger von Metacarpalien ( $C_{1-4}$ ), während  $C_5$  nicht mehr das *c* erreicht. Ausserdem existirt noch ein ulnares Accessorium (*s*). Ein Stück, das dem Intermedium der Urodelen entspräche, konnte GEGENBAUR auch bei Embryonen von *Lacerta* nicht auffinden. In Bezug auf diesen letzten Punkt waren meine Forschungen von glücklicheren Resultaten gekrönt. Schon bei vier Cm. langen, also dem Auschlüpfen nahen Embryonen von *Lacerta agilis*, die ich in der hiesigen Sammlung vorfand, stiess ich auf eine knorpelige Anlage, die ich nur als ein echtes Intermedium deuten konnte; Controll-Untersuchungen an ausgewachsenen Thieren überzeugten mich aber bald, dass das fragliche Stück keineswegs, wie ich anfänglich glaubte, zu den vergänglichen Bildungen gehöre, die schon während der Ontogenese als individuelle Theile untergehen, wie z. B. nach ROSENBERG die Carpalien der zweiten Reihe bei den Vögeln, sondern dass dasselbe ganz constant auch im höheren Alter angetroffen würde. Bei *Lacerta agilis* (Fig. I.) findet man in der Ecke, mit welcher die zusammenstossenden Kanten des *u*, *c*, *r* den Zwischenknochenraum abschliessen, in einem Bande, das von *r* zur Ulna geht, in schiefer Richtung einen länglich ovalen, hyalinen Knorpel gelagert (Fig. I *i*) der mit seinem distalen Ende in der erwähnten Ecke den drei Knochen gegenüberliegt, in seiner Länge aber in einiger Entfernung, schief proximal- und ulnarwärts aufsteigend, neben der etwas ausgehöhlten Fläche hinzieht, die das *u* dem Zwischenknochenraum zuwendet; vom *u* wird der Knorpel ganz constant durch ein zwischen beiden hindurchgehendes Gefäss getrennt (Fig. I *g*). Während bei *Lacerta agilis* dies Stück knorpelig bleibt und so in Bandmasse eingehüllt ist, dass es nicht direct am Gelenk zwischen den Carpalien der ersten Reihe Theil nimmt, verknöchert es bei *Lacerta muralis* (*Merr.*) in der Weise, wie Fig. II zeigt, besitzt eine dem *u* zugewandte Gelenkfläche und ist auch etwas grösser, als bei der ersten Art. Die Deu-

tung dieses Stückes als ein freilich verkleinertes und wohl auch für die Mechanik des Carpus ziemlich bedeutungslos gewordenes Intermedium ist leicht durchzuführen. Seine Lage ist eine ganz charakteristische: zwischen ulnare und radiale von der proximalen Seite her eingeschoben steht es noch dem centrale gegenüber und reicht tief in den Zwischenknochenraum hinein. Weiterhin geht bei allen Urodelen, selbst bei Salamandra maculata und bei einzelnen Tritonen, wo das *i* mit dem *u* verschmilzt, ein Gefäss zwischen beiden hindurch — ein Verhältniss, auf welches GEGENBAUR nicht aufmerksam macht: — demselben Gefässe begegnen wir constant zwischen *u* und *i* der Saurier. — Ein, wie bei diesen beiden Arten von Lacerta gelegenes *i* fand ich ausserdem noch durch Präparation bei Lacerta ocellata (Daud.); Tejus Tejuexin (L.), Ameiva vulgaris (Licht.) und in der Schnittserie des Carpus eines Embryos, der in hiesiger Sammlung als Lacerta monitor aufgeführt war; dagegen vermisste ich es bei allen daraufhin untersuchten Aescalaboten (Platydactylus muralis (Dum.) Hemidactylus verrucatus (Cuv.) und marginatus), ebenso bei Scincus officinalis (Laur.), Varanus niloticus (D. B.) und Iguana tuberculata (Laur.) und endlich auch bei Chamaeleo vulgaris (Daud.). Wenn man in Ueberlegung zieht, welche Umstände wohl bei den Sauriern gegenüber den Urodelen und Cheloniern theils zu einer erheblichen Reduction, theils zum vollständigen Verschwinden des *i* geführt haben mögen, so fällt bei Vergleichung der im GEGENBAUR'schen Werke gegebenen Abbildungen der vorderen Extremitäten von Repräsentanten dieser Familien sogleich ein Umstand ins Auge, der die Urodelen und Chelonier, welche ein grosses und den beiden Vorderarmknochen angelagertes *i* besitzen, von den Sauriern leicht unterscheidet. Bei jenen sind nämlich die distalen Enden der Ulna und des Radius beinahe bis zur Berührung genähert, bei den Sauriern haben sie sich sehr weit von einander entfernt: dadurch hat sich wahrscheinlich die Berührung zwischen dem *i* und den Vorderarmknochen gelöst, den Schluss des Gewölbes, das die erste Reihe der Handwurzelknochen bildet, hat allmählich statt des durch Verlust seiner Unterlagen dazu untauglich gewordenen *i* das sich so charakteristisch für die Saurier zwischen *u* und *r* keilförmig vorschiebende *c* übernommen, und das so ausser Function gesetzte *i* ist theils rückgebildet, theils ganz geschwunden. Natürlich kann man sich den Process auch mit Vergrösserung und Verbreiterung des *u* und *r* beginnend denken, wo dann das Auseinanderrücken der distalen Enden der Vorderarmknochen erst als ein secundärer Vorgang erschiene, jedenfalls wird aber der Zusam-

menhang dieser Thatsachen mit der Rückbildung des *i* einleuchtend sein. Während ich abgesehen von dem Funde des *i* mit der GEGENBAUR'schen Darstellung und Deutung des Carpus der Saurier ganz übereinstimme, kann ich nicht das Gleiche von der von ihm wohl bloß nach den Angaben der Autoren reproducirten Schilderung des Carpus der Chamaeleonten sagen. Dieselbe ist so abweichend von meinem Befunde, den ich sowohl aus mehreren Schnittserien wie durch wiederholte Präparation übereinstimmend gewonnen habe, dass ich zu der Annahme gedrängt werde, alle bisherigen Darstellungen seien nur von der Betrachtung trockener Skelete ausgegangen mit gänzlicher Vernachlässigung der Rectificirung durch eigene Präparation. Die Betrachtung der Abbildung, welche OWEN (On the Anatomy of Vertebr. I. p. 175<sup>1)</sup>) von den Knochen der vorderen Extremität eines Chamaeleon, gibt, bestärkt mich in dieser Vermuthung. Der Carpus der Chamaeleonten soll eine ganz andere Beschaffenheit haben, als der der übrigen Saurier. GEGENBAUR beschreibt ein *u* und *r*, die dicht aneinander gerückt gegen das unter ihnen liegende *c* eine, die gelenkkopfartige Wölbung desselben aufnehmende Vertiefung bilden: an das *c* stossen dann fünf sehr gleichartige, nach Form und Structur Metacarpalien ähnliche Carpalia, die aber vielleicht Carpalia plus Metacarpalia repräsentiren. Verwirft man diese Unterstellung, so muss man zugeben, dass die Chamaeleonten eine Ausnahme von der unter den Sauriern sonst bewährten Gleichmässigkeit der Phalangenzahl machen. So die von GEGENBAUR wiedergegebene Darstellung. — Ich finde (Fig. III) ein *u*, das durchaus dem der übrigen Saurier ähnelt; es sitzt mit einer ziemlich tiefen Pfanne dem Kopfe der Ulna auf, seine distale Fläche ist ebenfalls ausgehöhlt, radialwärts zeigt es zwei unter einem Winkel zusammenstossende Flächen, mit der einen stösst es breit an das *r* — bei *Lacerta* stehen sich ebendasselbst nur zwei Kanten gegenüber — mit der andern grenzt es an ein deutliches, characteristisch keilförmiges, freilich nur knorpliges *c*, das man nicht nur auf den Schnitten constatiren kann, sondern dessen viereckige Endfläche auch leicht als Grund der Pfanne, die es mit dem *u* und *r* zusammen bildet, gesehen wird, wenn man das Gelenk vom dorsum her öffnet und unter Wasser genauer betrachtet. Das *r* wendet, wie bei den übrigen Sauriern dem Radius einen Gelenkkopf zu, dem »processus styloideus« desselben eine entsprechende Aushöhlung; dasselbe betheiligt sich nur zum kleinern

<sup>1)</sup> Das Original davon findet sich CUVIER, Rech. s. l. Oss. foss. pl. 245 Fig. 51.

Theile an der Bildung der Grube für den convexen Gelenkkörper, den die Carpalien der zweiten Reihe darstellen. Von diesen, die wohl zusammen das Centrale der Autoren ausmachen, sind drei nachweisbar. Nur das Mittelste, vielmal grösste, ist im Innern von Markräumen und Knochenbälkchen durchsetzt, die andern beiden sind knorplig (aber verkalkt). Sein mächtiger proximaler Kopf füllt zum grössten Theile die Pfanne, die zusammen *u*, *r* und *c* bilden, aus, es ist seinem radialen Nachbar grösstentheils durch Gelenk, dem ulnaren durch Bindegewebe verbunden und trägt auf seiner winklig gebogenen, facettirten distalen Gelenkfläche die Basen des III. und IV. und Theile der Basen des II. und V. Metacarpale. Das radialwärts an dasselbe angelegte Carpale ist ein platter Knorpel, der mit den breiten Flächen dem vorigen und dem Metacarpale<sub>I</sub> anliegt, und mit schmalen an das *r* und Metacarpale<sub>II</sub> grenzt. Es liegt wie das nächste etwas volarwärts neben dem grossen. Das ulnare Carpale zeigt auf den Schnitten dreieckige Form und trägt den grösseren Theil der Basis von Metacarpale<sub>V</sub>. Die fünf Carpalia der Autoren sind eben die wahren Metacarpalia; sie stehen ausser mit den Carpalien auch unter sich mit der Seitenfläche der Basen in Gelenkverbindung. Ein *i* konnte ich nie finden. Zu bestimmen bleibt nur noch, auf welche Metacarpalien die Carpalien der zweiten Reihe zu beziehen sind. Das ulnarste wird leicht als *C*<sub>5</sub> erkannt, da es nur Metacarpale<sub>V</sub> berührt. Das am meisten radialwärts gelegene *C* stösst sowohl an Metacarpale<sub>I</sub> als an <sub>II</sub>, könnte darnach ebenso gut als Carpale<sub>I</sub> wie als Carpale<sub>2</sub> gedeutet werden. Ich ziehe letztere Annahme vor, weil das fragliche Stück doch mit einer Fläche an Metacarpale<sub>I</sub> stösst, was *C*<sub>I</sub> bei den übrigen Sauriern nie thut; während umgekehrt, ebenso wie hier, auch bei den übrigen Sauriern (vergl. Fig. I) das einspringende Metacarpale<sub>I</sub> einer überknorpelten Seitenfläche des Carpale<sub>2</sub> anliegt. Darnach wäre bei den Chamaeleonten das auch sonst schon sehr unbedeutende Carpale<sub>I</sub> weggefallen. Das mittelste grosse Stück kann entweder dem bei den meisten Sauriern an Grösse bevorzugten Carpale<sub>I</sub> allein entsprechen, wo dann Carpale<sub>3</sub> verloren gegangen, während die Vergrösserung von Carpale<sub>I</sub> soweit fortgeschritten wäre, dass es das benachbarte Metacarpale<sub>III</sub> mit zu tragen bekommen, oder es entstand, was mir wahrscheinlicher erscheint, da wir sonst gar keine Andeutung für einen Ausfall des Carpale<sub>3</sub> besitzen, durch Verschmelzung des Carpale<sub>3</sub> mit dem Carpale<sub>I</sub>. Jedenfalls bilden alle drei bei den Chamaeleonten vorhandenen Carpalia der zweiten Reihe zusammen

mechanisch einen Gelenkkörper, der an seiner distalen über den Rand winklig gebogenen Gelenkfläche die zu zwei (aussen) und drei (innen) componirten Metacarpalien ebenso trägt, wie ein ähnlicher, nur morphologisch anders entstandener Gelenkkörper die Metatarsalien (drei aussen zwei innen) am Fusse. Ich komme darauf bei der Behandlung des Tarsus-Skelets noch einmal zurück. Aus dem Angeführten erhellt, glaube ich, deutlich genug, dass die bisherigen Angaben, welche das Chamaeleon in Bezug auf den Bau seines Carpus weit von den übrigen Sauriern entfernen, im Unrechte sind und dass vielmehr der Carpus der Chamaeleonten nach Form, Zahl und Lagerung der Theile nur in einigen unwesentlichen Puncten, gewissen Reductionen und Verschmelzungen, von dem der übrigen Saurier abweicht.

Der Tarsus der Saurier zeigt nach GEGENBAUR vier, mehr oder weniger von einander verschiedene Formen, von denen drei näher zusammengehören, während die vierte, welche den Chamaeleons eigen ist, den übrigen ganz fremd gegenüber stehen soll. Die Angaben über letztere werde ich erst später, wenn ich selbst an diese Gattung herantrete, recapituliren, hier folgt nur ein kurzes Resumé der am angegebenen Orte niedergelegten Darstellung des Tarsus-Baues bei den drei ersten Gruppen. Allen gemeinsam ist nach GEGENBAUR einmal ein grosser, in der ersten Reihe des Tarsus gelegener Knochen, ein Calcaneo-Astragalo-Scaphoideum; der allein wie sein Name schon erweist, vier Stücken entsprechen soll; dem mit dem Tibiale verschmolzenen Intermedium (Astragalus), dem Fibulare und dem Centrale der Urodelen und Chelonier. Die Trennung in ein grösseres mit der Tibia, und ein kleines mit der Fibula articulirendes Stück wird noch bei Lacerta, Iguana und Platydictylus durch Auftreten getrennter Knochenkerne in den entsprechenden Theilen der gemeinsamen Knorpelanlage angedeutet, auch bei weiterer Entwicklung bleibt zwischen beiden eine scheidende Schicht hyalinen Knorpels, die erst spät durch die Markraumbildung durchbrochen wird, bestehen. Das auch in der Entwicklung nunmehr spurlose Aufgehen des *c* in diesem grossen Stücke der ersten Reihe, erschliesst GEGENBAUR einmal aus dem Fehlen eines andern Vertreters dieses Theiles, dann aber auch positiver aus der eigenthümlichen Form des grossen Knochens der ersten Reihe, der genau an der Stelle, welche noch bei den Schildkröten das schon theilweise seiner Selbständigkeit beraubte Centrale einnimmt, einen ansehnlichen Vorsprung besitzt (Vergleiche GEGENBAUR Carp. u. Tars. Taf. V. Fig. 4 mit Fig. 1--3), dem bei Schildkröten durch das Centrale ge-

bildetem Vorprunge ähnlich<sup>1)</sup>. Weiter besitzen alle drei Formen ein grosses mit einem nach oben gerichteten Vorsprunge in die vom grossen ersten Tarsusknochen gebildete Vertiefung eingreifendes Cuboid, welches das eigenthümlich gestaltete Metatarsale<sub>v</sub> und das Met.<sub>iv</sub> trägt; ferner ein dem Cuboid tibialwärts angelagertes mehr oder weniger keilförmiges Tarsale<sub>3</sub>, auf dessen distaler Fläche, der Basis des Keils, das Metatarsale<sub>iii</sub> aufsitzt. Soweit reicht die Uebereinstimmung, im Uebrigen gehen nach GEGENBAUR folgende drei Gruppen: Lacerten, Leguane, Ascalaboten scharf auseinander. Bei den ersten springen »die Basen der zwei ersten Metatarsalien plötzlich weit in das durch die beiden vorerwähnten Stücke abgegrenzte Tarsusgebiet ein, so dass die ganze (tibiale) Aussenseite des Tarsale<sub>3</sub> von dem Metatarsale<sub>ii</sub> eingenommen wird«. Bei *Lacerta* und *Lygosoma* stossen diese Metatarsalien unmittelbar an den *As* an ohne dass Bandmasse oder Knorpelreste Andeutungen über den Verbleib des bezüglichen Tarsus-Abschnittes ( $T_1$  und  $T_2$ ) gewährten. Dagegen findet sich an dem Basalstücke des Met.<sub>ii</sub> bei jüngeren Eidechsen ein besonderer Knochenkern »der sich genau so verhält, wie ein am Tarsale<sub>3</sub> befindlicher. Das knorpelige Basalende des Metatarsale<sub>ii</sub><sup>2)</sup> zeigt zugleich in der Stellung seiner Knorpelzellen in einer mit der metatarsalen Endfläche des Tarsale<sub>3</sub> zusammenfallenden Ebene, dass es ein nicht ursprünglich dem übrigen Theile des bezüglichen Metatarsale zugehöriges Gebilde ist. Jener Knochenkern bleibt lange Zeit selbständig. Von ihm geht auch die Bildung eigener Markräume aus und erst bei alten Individuen fliessen diese mit dem grossen Raume des Mittelstückes zusammen. Am Metatarsale<sub>i</sub> ist der Vorgang zwar ein ähnlicher, aber es findet schon sehr früh eine Vereinigung beider Theile statt.« Aus diesem Befunde zugleich mit Rücksicht auf das eigenthümliche Einspringen der ersten beiden Metatarsalien in den Tarsus schliesst GEGENBAUR, dass bei den Lacerten die beiden ersten Tarsalien schon sehr frühe (phylogenetisch) mit den entsprechenden Metatarsalien vereinigt seien und dass sich als einzige Andeutung dieses Vorganges in der Ontogenese die ungewöhnliche Ausbildung und lange erhaltene selbständige Verknöcherung der proximalen Epiphyse namentlich des Metatarsale<sub>ii</sub> erhalten habe.

Bei den Leguanen dagegen sollen die Basalflächen des ersten

<sup>1)</sup> Ich werde künftig der Kürze wegen den fibularen Antheil des grossen Knochens der ersten Reihe blos mit *F* (Fibulare) und den tibialen mit *As*, Astragalus, den ganzen Knochen aber mit *AsF* bezeichnen.

<sup>2)</sup> Bei GEGENBAUR steht hier durch einen Druckfehler *M<sub>iii</sub>* statt *M<sub>ii</sub>*.

bis vierten Metatarsale in einer Ebene liegen, Metatarsale<sub>1</sub> und <sub>11</sub> aber lassen von dieser Fläche aus je eine mächtige Bandmasse ausgehen, die mit einer gleichen, von der Spitze des Tarsale<sub>3</sub> entspringenden zusammen am *As* inseriren. »Es füllt dieser Apparat den Raum aus, der zwischen den Basen der ersten Metatarsalien und dem *As* gegeben ist, welchen wir bei *Lacerta* durch die einspringenden Metatarsalien eingenommen sahen«. Auf Durchschnitten untersucht ergibt sich, dass das vom Metatarsale<sub>11</sub> entspringende konische Ligament im Innern ein Knorpelstück enthält, welches mit dem Tarsale<sub>3</sub> in gleicher Reihe gelagert ist. Bei *Draco* findet sich eine ähnliche Anordnung, nur vermisste GEGENBAUR den Knorpelstreif. Darnach wären bei *Iguana* und *Draco* die ersten beiden Tarsalien nicht mit den Metatarsalien verschmolzen, sondern in Bänder umgewandelt, von denen eines bei *Iguana* noch einen Knorpelrest enthielt. Bei den *Ascalaboten* endlich findet GEGENBAUR ein Tarsalstück, dem die Basis von Metatarsale<sub>1</sub> und ein Theil der keilförmig zugespitzten Basis von Metatarsale<sub>11</sub> angefügt ist, GEGENBAUR erachtet es für höchst wahrscheinlich, dass dieses Stück einem Tarsale<sub>1</sub> entspricht, während Tarsale<sub>2</sub> mit seinem Metatarsale, das weiter wie Metatarsale<sub>1</sub> in den Tarsus einspringt, verschmolzen zu sein scheint. Die Deutung jenes Stückes als ein den übrigen Sauriern fehlendes Centrale erachtet er für weniger begründet.

Meine Befunde weichen von denen GEGENBAUR's in vielen Beziehungen ab, namentlich bin ich genöthigt einen einheitlichen, für alle Saurier gültigen Typus des Tarsusbaues aufzustellen, von dem bei den einzelnen Gattungen nur geringe und unerhebliche Variationen vorkommen und durch welchen mir die Unterschiede, die GEGENBAUR macht, ausgeglichen erscheinen. Ich schliesse hier zunächst die *Ascalaboten* und *Chamaeleon* von der Schilderung aus und füge sie erst nachträglich an, aber nur aus dem Grunde, weil mir, wie später verständlich sein wird, die Darstellung so an Fasslichkeit zu gewinnen scheint und betone nochmals, dass der Bau des Tarsus bei diesen Gruppen durchaus derselbe ist, wie bei den übrigen Sauriern.

Aus dem reichen Material, das die Vorräthe des hiesigen Institutes enthalten, habe ich mit freundlicher Erlaubniss des Directors, Herrn Professor HASSE, folgende Saurier-Arten auf den Bau des Tarsus untersuchen können: — *Varanus niloticus* D. B. — *Hydrosaurus marmoratus* Wieg. — *Lacerta agilis* L. — *Lacerta muralis* Merr. — *Lacerta ocellata* Daud. — *Tejus Tejuexin* B. — *Ameiva vulgaris* Licht. — *Scin-*

cus officinalis Laur.<sup>1)</sup> — *Lygosoma smaragelinum* — *Cyclodus gigas* Gray — *Uromastix spinipes* Merr. — *Iguana tuberculata* Laur. (ein altes und ein junges Exemplar) — *Tropidurus torquatus* Wied. — Aus der Untersuchung des Tarsus dieser Saurier habe ich mir etwa folgende allgemeine Anschauung vom Bau desselben construiert:

Das *AsF'* ist ein abgeplatteter, an den Seitenrändern abgerundeter Knochen (Fig. IV und V *AsF'*), etwa doppelt so breit wie hoch und doppelt so hoch wie dick. Stärker auf der dorsalen, schwächer auf der volaren Seite ist durch eine der Längsrichtung der Extremität ziemlich parallel laufende Furchung die Entstehung des Knochens aus einem tibialen (*As*) und fibularen Theile angedeutet. Jeder dieser beiden Theile trägt eine besondere, dem entsprechenden Vorderarmknochen zugewandte Gelenkfläche, die aber nicht transversal liegt, sondern gegen die Mittellinie der vordern Extremität zu proximalwärts aufsteigt. Die distalen Enden der Vorderarmknochen fassen demnach das *AsF'* mehr oder weniger zwischen sich. Zwischen den Gelenkflächen sieht ein Rand des Knochens frei in den Zwischenknochenraum. Diese Anordnung gibt mit einem Beweis dafür ab, dass in dem grossen Knochen der ersten Reihe auch das Intermedium enthalten ist. Die distale Fläche des *AsF'* ist von einem meist zusammenhängenden Gelenkknorpel überzogen und zeigt durchgehends ein ganz charakteristisches Relief. Der *As* besitzt nämlich einen verschieden hohen Gelenkkopf, dessen Ueberknorpelung am weitesten auf die volare, weniger weit auf die dorsale Seite des Knochens übergreift und welcher an seinem fibularen Abhange eine rundliche rauhe Stelle zum Ansatz später zu erwähnender Bänder zeigt, etwa vom Ansehen der Fossa für das Lig. teres am Kopfe des menschlichen Femur. Neben dem Gelenkkopfe zieht sich, schon zum *F* gehörig, schief von der dorsalen zur volaren Seite eine überknorpelte Walze hin, der übrige Theil der distalen Fläche des Fibulare ist vom Fusse der Walze an eine nach dem Dorsum etwas abschüssige, bei einigen etwas gebogene Knorpelfläche, die durch einen Vorsprung, der sich von der dorsalen Seite des *AsF'* erhebt, etwa in der Weise erweitert wird, wie die Gelenkfläche an der obern Seite des menschlichen Calcaneus durch das sustentaculum tali. Das Cuboid, das auf dem

---

<sup>1)</sup> Dieses Thier, sowie den *Uromastix* und *Platydactylus muralis* entnahm ich einer werthvollen Collection, die unser Institut der Freundlichkeit des Herrn Dr. SACUS in Cairo verdankt, gern ergreife ich die Gelegenheit diesem eifrigen Förderer der Wissenschaft meinen besondern Dank auszusprechen.

*F* articuliert, ist an seiner distalen Fläche dem entsprechend geformt; es besitzt eine die Walze umfassende Aushöhlung und greift mit einer vorspringenden Kante in die Vertiefung zwischen Walze und Fläche ein. Die überknorpelte Zehenseite des Cuboid trägt die Basis des Metatarsale<sub>IV</sub>, an seine fibulare, zugleich volarwärts gewandte Gelenkfläche legt sich das winklig gebogene Metatarsale<sub>V</sub> an, an die schräge tibiale Fläche grenzt im Gelenk das keilförmige Tarsale<sub>3</sub>. Die dorsale Seite ist meist nur ein schmaler Knochenstreif, die volare ist klein und ganz von Band und Sehnenansätzen eingenommen; man bekommt sie schwer zu Gesicht, weil sie von einem hakenförmigen Vorsprung des Metatarsale<sub>V</sub> verdeckt wird. So wenig sich die Form des Kochens nach dem üblichen Verfahren mit irgend einem mathematischen Körper vergleichen lässt, so ist sie doch bei allen untersuchten Arten sehr ähnlich und sehr charakteristisch. Das erwähnte keilförmige Tarsale<sub>3</sub> trägt das Metatarsale von gleicher Zahl. Von seiner Spitze geht ein Band zu der Fovea am Kopfe des *As*, an seine tibiale Seite legt sich die ebensoweit, wie Tarsale<sub>3</sub> proximalwärts in den Tarsus reichende, keilförmige Basis des Metatarsale<sub>II</sub>, neben dieser aber liegt, wieder bis zu gleicher Höhe, die mehr abgerundet würfelförmige Basis von Metatarsale<sub>I</sub>. Die einander zugewandten Seitenflächen der Basen dieser Metatarsalia sind ebenfalls überknorpelt. Zwischen Metatarsale<sub>I</sub> und <sub>II</sub> und Tarsale<sub>3</sub> einerseits und dem Kopfe des *As* andererseits ist nun ein eigentümlicher Bandapparat eingeschaltet, welchen GEGENBAUR nur für Iguana und Draco und auch da nicht ganz vollständig beschreibt. Oeffnet man ein Gelenk vom Dorsum her und beugt es über die Vola, so dass es klafft, so übersieht man zunächst drei Bänder; eines geht von der Spitze des Tarsale<sub>3</sub> ( $B_3$  Fig. IV und V) eines von der Basis von Metatarsale<sub>II</sub> ( $B_2$ ) und das letzte von der fibularen Ecke der Basis von  $M_1$  ( $B_1$ ) aus; sie steigen Rand an Rand convergirend zu der erwähnten rauhen Stelle am Kopfe des *As* herab und zwar häufig so, dass  $B_3$  und  $B_1$ ,  $B_2$  am Ansätze verdecken. Wie leicht verständlich, sind diese Bänder bei der normalen, stark dorsalwärts gebeugten Stellung des Fusses nicht so senkrecht gespannt, wie es die Zeichnungen wiedergeben, welche nach Trennung der dorsalen Kapsel und volarer Hyperflexion abgenommen wurden, sondern sind in Wirklichkeit dorsalwärts umgelegt und liegen in einer zur Längsrichtung des Vorderarms beinahe transversalen Ebene. Bei einer erwachsenen Iguana tuberculata waren diese drei Ligamente an den Rändern untereinander verwachsen, bei einer jüngeren (vergl. Fig. V) aber ge-

trennt; bei *Varanus niloticus* erschienen sie ebenfalls verbunden und der Antheil vom Tarsale<sub>3</sub> sehr unbedeutend. Bei weiterer Präparation stellt es sich heraus, dass diese drei Bänder volarwärts noch einen complicirten Bandapparat hinter sich haben, am einfachsten fand ich ihn bei *Uromastix*, wo nur noch ein Band vom Metatarsale<sub>1</sub> entspringend schief hinter den übrigen herabließ und neben dem B<sub>3</sub> inserirte, zu ihm trat dann noch ein Verbindungsstrang vom Tarsale<sub>3</sub>; äusserst verwickelt war die Bandmasse bei *Ameiva* und *Tejus*; es hätte keinen Nutzen, dieselbe detaillirt zu beschreiben. Weiterhin fehlt nie ein beinahe kreisförmiger Meniscus, welcher gewöhnlich in der Furche, die am Dorsum den *As* vom *F* scheidet, entsteht und um den Gelenkkopf des *As*, frei auf ihm aufruhend, herumgelegt ist (Fig. IV und V *m*). Auf einem Querschnitt erscheint derselbe von keilförmiger Gestalt, also im Ganzen wie ein *Cartilago semilunaris* des Kniegelenks; die den kleinern Kreis bildende Schneide des Keils umgibt den Ansatz der oben erwähnten Bänder am *As*, ohne mit ihnen verwachsen zu sein; an dem dickeren Rande des Meniscus inserirt meist ein dreieckiges, von der *Tibia* absteigendes Band (Fig. IV). Das volare Ende des Meniscus verwächst mit der volaren Kapsel, dem Rande des Tarsale<sub>3</sub> und der angrenzenden Theile der Bänder hinter B<sub>3</sub> und B<sub>2</sub> untrennbar zu einer Art Knoten von Bandmasse; ja einzelne seiner Stränge ziehen am Tarsale<sub>3</sub> vorbei bis zum *Cuboid*. Am dicksten war der Meniscus bei *Ameiva*, am dünnsten, fast nur wie ein starker Rand des oben erwähnten Bandes von der *Tibia*, bei *Varanus*, immer war seine volare Hälfte besser ausgebildet, wie die dorsale; bei einzelnen fehlte der dorsale Ansatz am *AsF*. Auf dem Meniscus ruht in der Normalstellung der nicht vom Ansatz des Bandes B<sub>1</sub> angenommene Theil der Grundfläche des Metatarsale<sub>1</sub> (Fig. IV ist in dieser Beziehung nicht ganz genau, der Ansatz von B<sub>1</sub> am Metatarsale ist zu breit und das Metatarsale selbst ungünstig gedreht). Erwähnen will ich noch den sehr starken Theil der Kapsel, der auf der volaren Seite diese Bänder verdeckt, derselbe entspringt vom *As*, schleift bei den Bewegungen des Fusses auf der volaren überknorpelten Seite dieses Knochens (siehe oben), zieht am Rande des Meniscus vorüber, ohne mit ihm zu verwachsen, und inserirt an den Basen der ersten beiden Metatarsalien und am Tarsale<sub>3</sub>, fibularwärts geht derselbe direct in die Sehne eines Muskels über, der von der *Fibula* entsteht und dessen Sehne am *Fibulare* und *Cuboid* angeheftet ist. Die histologische Beschaffenheit dieses Theils der Kapsel wird unten zur Sprache kommen.

Die voranstehende Darstellung vom Bau des Tarsus der Saurier weicht von der GEGENBAUR'schen namentlich in folgenden Punkten ab: 1) Bei allen Sauriern springen Metatarsale<sub>I</sub> und <sub>II</sub> ebensoweit in den Tarsus ein, wie Tarsale<sub>3</sub>; Metatarsale<sub>II</sub> liegt mit seiner Basis neben demselben; GEGENBAUR hat dies für die Leguane geleugnet. 2) Bei allen Sauriern ziehen in gleicher Weise von den Basen des Metatarsale<sub>I</sub> und <sub>II</sub> und der Spitze des Tarsale<sub>3</sub> Bänder zum Kopfe des *As*; bei *Lacerta* und *Lygosoma* sollten dieselben fehlen; auch sind nicht bloß die zuerst nach Oeffnung des Gelenks vom Dorsum her sichtbaren drei Ligamente vorhanden, sondern hinter diesen volarwärts befindet sich noch ein complicirter Bandapparat. 3) Ist immer ein kreisförmiger Meniscus vorhanden, der auf dem Kopfe des *As* um den Ansatz obiger Bänder herumgelegt ist.

Ehe ich weiter gehe, muss ich vorher die Ergebnisse der histologischen Untersuchung der bisher kurzweg als Bänder bezeichneten Theile einschalten, da dieselbe für die Beurtheilung ihres morphologischen Werthes von Wichtigkeit ist. Selbstverständlich war es nicht möglich alle Bänder zu untersuchen, sondern ich hielt mich mit Vorliebe an die der grösseren Thiere.

Die Basis des Keils, den der Meniscus bei *Ameiva vulgaris* auf dem Querschnitte darstellt, zeigt ein Gewebe, das durchaus dem bekannten und vielbesprochenen »Knorpel« in der Achillessehne des Frosches gleicht. Man sieht an Schnitten, die mit Carmin und Hämatoxylin gefärbt sind, rothe Züge eines kernlosen, fasrigen Bindegewebes, zwischen ihnen dicht bei einander längliche Nester von plattenförmigen Zellen, die in einem homogenen leicht bläulich gefärbtem Zellenleibe einen körnigen, dunkler blauen, ovalen Kern mit Kernkörperchen erkennen lassen. Die Längsrichtung der Nester, in denen auf den ersten Blick Zelle an Zelle — meist hintereinander, weniger nebeneinander — zu liegen scheint, geht von der Basis zur Spitze des keilförmigen Querschnittes, ist also dem Radius des Kreises, den der Meniscus beschreibt, parallel. Die Zellen sind, von der Fläche gesehen, polygonale Platten von 15 — 17  $\mu$  Durchmesser, also nicht viel kleiner als die in dem erwähnten Knorpel der Achillessehne des Frosches, enthalten häufig zwei Kerne, oder liegen paarweise gruppiert, wie die des hyalinen Knorpels, und zeigen sich dann als mehr längliche Gebilde. Pinselt man einen feinen Schnitt aus, so erkennt man leicht, dass in der That nicht Zelle an Zelle liegt, sondern dass dieselben durch ein Netzwerk einer structurlosen ganz hellblau gefärbten Zwischensubstanz von einander geschieden sind. Diese

bildet aber keine allseitig geschlossenen Kapseln um die einzelnen Zellen, sondern stellt ein mannigfach durchbrochenes Maschenwerk dar, das sich peripherisch an die Bindegewebsbalken inserirt, übrigens aber von diesen durch die fehlende Structur und ganz andere Färbung leicht unterschieden wird. Ob dieselbe Substanz auch die Bindegewebsbalken »umspiint«, weiss ich nicht. Die gleich im voraus aufgestellte Uebereinstimmung dieses Gewebes mit dem »Faserknorpel in der Achillessehne des Frosches« wird jedem der diesen selbst untersucht hat und die Bilder und Beschreibungen der Autoren kennt einleuchten, ich glaube ich kann mir auch eine Zeichnung dieser so vielfach abgebildeten Structur ersparen (Vergleiche die Arbeiten von BOLL, v. TÖRÖK u. s. w.). Diese Beschaffenheit besitzt aber nur die Basis des keilförmigen Querschnittes, zur Spitze zu ändert sich das Bild dadurch, dass allmählich an Stelle der länglichen kürzere, spindelförmige Räume treten, deren Längsaxen in wechselnden Richtungen liegen und welche durch sternförmige Ausläufer miteinander in Verbindung zu stehen scheinen. Gefüllt sind dieselben mit den gleichen Zellen, wie die längeren Räume der Basis, sie liegen zu 2—6 dicht an einander gepresst, — nur fällt bald auf, dass die Leiber der Zellen zur Spitze des keilförmigen Querschnittes zu immer kleiner werden, namentlich verschmälern sie sich stark und liegen dann mit den langen Seiten an einander; am nächsten der Spitze sind die Leiber der Zellen kaum noch erkennbar, man sieht nur ein schniges Gewebe, in dessen engen nuregelmässigen und anastomosirenden Spalten Gruppen dunkler Kerne eingesprengt sind. — Die vom Dorsum her oberflächlichen Bänder, welche von der Basis von Metatarsale<sub>I</sub> und II und vom Tarsale<sub>3</sub> zum *As* ziehen, zeigen sich bei der mikroskopischen Untersuchung aus Zügen parallelfasrigen Bindegewebes zusammengesetzt, zwischen denen in langen Reihen dicht hintereinander schmale, länglich vierseitige kernhaltige Plättchen liegen, ein Bild, das gleich an die Schilderung RANVIER's vom Baue der Sehnen erinnert. Uebrigens bemerkt man bald, dass stellenweise, namentlich an den Rändern der Bänder, die Züge des Bindegewebes weniger parallel und regelmässig, und die Spalten zwischen ihnen breiter, zugleich aber auch die Zellen in ihnen grösser und ansehnlicher werden; solche Partien stimmen ganz mit dem Gewebe am Rande des Meniscus überein. Der Uebergang von der straffen Sehnenstructur zu dieser ist ein ganz allmählicher. Die volarwärts tiefer gelegenen Bänder wurden zusammen mit dem volaren Ende des Meniscus untersucht. es fand sich darin ein »Faserknorpelkern« mit

noch grösseren Zellen und schmäleren Bindegewebsbalken als an der Basis des Querschnittes des Meniscus.

Bei Teju bestanden die ganz ähnlich angeordneten Theile aus mehr sehnigem, als faserknorpeligem Gewebe.

Bei *Iguana tuberculata* war nur die volare Hälfte des Meniscus »faserknorpelig«, zum Dorsum zu gewann ein sehniges Gewebe die Oberhand. Die Bänder  $B_1$ ,  $B_2$  und  $B_3$  verhielten sich wie bei *Ameiva*. Ausserdem wurde noch der Theil der Kapsel, der auf der volaren Fläche des *As* schleift, untersucht. er enthielt ebenfalls einen grossen, schönen »Faserknorpelkern«.

Von *Uromastix* wurden die verschiedenen Bänder am genauesten bearbeitet. Der Meniscus zeigte auf dem Querschnitte an der Peripherie Bindegewebe mit Nestern der bekannten grossen Zellen, im Centrum einen zellenarmen, derbfasrigen Kern. Die drei getrennten, oberflächlichen Bänder von der Basis des Metatarsale<sub>I</sub> und II und des Tarsale<sub>3</sub> zum *As* bestanden nur aus parallelfasrigem Bindegewebe, mit denselben Reihen viereckiger Plättchen, wie bei *Ameiva*, nur hier und da ein Ansatz zur Vergrösserung der Zellen; dagegen die beiden volarwärts hinter ihnen gelegenen Bänder (siehe oben) enthielten fast nur prachtvollen »Faserknorpel«. Schon bei der Präparation bemerkte ich in dem volaren Theil der Kapsel der auf dem *As* schleift, eine besonders harte Platte; frisch untersucht, so gut sich das eben thun liess, fand ich Knorpel mit hyaliner, zum grössten Theile verkalkter Grundsubstanz und kleinen stark körnigen, meist charakteristisch zu zweit angeordneten Zellen, die ganze Platte in eine theils faserknorpelige, theils sehnige Umgebung eingebettet. Nach der Entkalkung constatirte ich auf Querschnitten direct unter der Oberfläche Knorpel mit rein hyaliner Grundsubstanz, in dieser abgeplattete, mit der breiten Seite zur Gelenkfläche parallel gestellte Zellen. Darauf folgt eine Schicht mit grossen, meist in Gruppen zusammenliegenden Knorpelzellen und einer Grundsubstanz, in der man auch mit starken Vergrösserungen kaum eine Schichtung oder Streifung wahrnimmt, an diese grenzen Markräume mit echter Knochenbildung und noch weiter volarwärts reiht sich wieder hyaliner Knorpel an allen Uebergängen zu dem oft geschilderten Faserknorpel an, der am Ende das Bild abschliesst. Sehr schön ist der allmähliche Uebergang der Gewebsarten nach der Doppelfärbung daran zu sehen, dass die Faserzüge des Bindegewebes roth und die Grundsubstanz des Knorpels blau erscheinen; man kann hier alle möglichen Nuancen nebeneinander beobachten. Uebrigens besitzen die Häufchen der Knorpel-

zellen, die als verschieden grosse, körnige Gebilde mit rundem Kern gesehen werden, meist noch eine besondere Kapsel, — Kapsel der Mutterzelle — die sich dadurch, dass sie reiner blau und vollkommen homogen ist, von der Umgebung unterscheidet. Endlich ergab sich bei weiterer Untersuchung, dass auch die Sehne der Zehenbeuger, die gar nichts mit der Gelenkkapsel zu thun hat, da, wo sie über den Tarsus hinweg gleitet, einen starken »faserknorplichen« Kern im Innern enthält.

Bei *Lacerta ocellata* besteht der Meniscus aus Faserknorpel, ebenso die tiefen volaren Bänder von den Basen der Metatarsalien. Die Platte im volaren Theile der Kapsel war wieder verkalkt und zeigte ein Gewebe, das in der Mitte zwischen »Faserknorpel« und hyalinem steht; indem die Zellen weniger in grossen Nestern, sondern meist zu zwei und drei in besser abgegrenzten Kapseln zusammenliegen, auch nicht die charakteristische Plattenform haben, während die Grundsubstanz ein körnig-streifiges Wesen aufweist, aber nirgends deutlich erkennbare, bindegewebige Faserzüge. — Auf günstigen Schnitten zeigten sich in dem Meniscus von *Lacerta agilis* Stellen, die sich durch nichts von dem angrenzenden Gelenkknorpel des Metatarsale<sub>1</sub> und des *As* unterschieden, also rein hyalin waren, an den Rändern des keilförmigen Querschnittes ging der hyaline Knorpel in »Faserknorpel« über. Faserknorplich ist auch der Meniscus bei *Seineus officinalis*. Bei *Lygosoma smaragelinum* ist wie bei *Uromastix* ein fester Kern in die Sehne der Zehenbeuger, da wo sie über den Tarsus hinwegzieht, eingelagert. Bei den übrigen wurde darauf, da ich auf diesen Punkt erst spät aufmerksam wurde, leider nicht geachtet. Bei *Lygosoma* besteht dieser Kern aber an der Peripherie aus hyalinem Knorpel, im Innern enthält er Knochenbälkchen und Markräume.

Die Discussion über die gewebliche Stellung des hier so häufig gefundenen »Faserknorpels«, ist in den letzten Jahren sehr lebhaft geführt worden (vergleiche über die einschlägige Literatur die Berichte von SCHWALBE und HOFFMANN 72, 73, 74 im Capitel Bindegewebe). Einige erklären ihn ganz bestimmt für wirklichen Knorpel und stützen sich dabei namentlich auf das unleugbare Vorhandensein einer vom faserigen Bindegewebe verschiedenen Intercellularsubstanz und auf den Umstand, dass derselbe theils in hyalinen Knorpel übergeht, theils durch denselben vertreten wird, wie es z. B. v. TÖRÖK am Knorpel der Achillessehne bei *Pipa* und stellenweise bei *Rana temporaria* nachgewiesen hat, einige erklärten ihn ebenso entschieden für eine Bindegewebsform, weil zum gewöhnlichen Sehngewebe alle möglichen

Uebergänge gefunden wurden, die Form der Zellen, homogene Platten, vielmehr denen der Sehne, als des Knorpels sich näherte, und der häufigste Fundort auch wieder Sehnen wären, z. B. die Sehnen des Vogelfusses. Nach dem oben weitläufig angeführten Untersuchungsergebnissen haben beide Parteien insofern Recht, als der fragliche »Faserknorpel« unzweifelhaft ebensowohl aus Sehnen- gewebe, wie aus hyalinem Knorpel hervorgeht, in beide Gewebs- arten übergeht und beide vertreten kann; z. B. kommt derselbe an der Sehne der Zehenbeuger bei Uromastix vor, wo man gewiss annehmen muss, dass er sich aus Bindegewebe entwickelt hat, bei Lygosoma findet sich sogar an derselben Stelle hyaliner Knorpel mit Knochenbalken und Markräumen; einen ebensolchen Kern echten Knorpels mit Knochen hat Uromastix in dem volaren Theile der Ge- lenkkapsel, wo andere nur »Faserknorpel« oder sehniges Gewebe zeigen, als Beispiel aber dafür, dass mitunter die Annahme der Ent- stehung des Faserknorpels aus hyalinem näher liegt, werde ich weiter unten die Umbildung des *m* aus dem hyalin knorpeligen Zustande der Ascalaboten näher ausführen. Darnach ist der »Faserknorpel« weder dem Sehnen- gewebe, noch dem Knorpel ohne Weiteres zuzusprechen, son- dern bildet zwischen beiden eine vermittelnde Stufe, die in Beide überge- hen und sich aus beiden entwickeln kann, über deren Vorhandensein man sich auch bei der Verwandtschaft der Bindegewebsformen untereinander nicht wundern darf. Zu demselben Resultate ist übrigens neuerdings auch RANVIER gekommen (vergl. Jahresbericht 1874, p. 58). Ueber die Bedeutung des »Faserknorpels« am Tarsus der Eidechsen lässt sich Folgendes sagen. Alle volaren Bänder und Sehnen sind bei der ge- wöhnlichen, stark dorsal gebogenen Stellung des Fusses der Saurier einer ausserordentlich starken Spannung ausgesetzt, haben den volar- wärts auseinander klaffenden Knochenreihen einen grossen Wider- stand entgegen zu setzen und erleiden bei der Bewegung eine starke Reibung, auf der knöchernen Unterlage, über die sie hinweg- gezogen sind; ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich diesen Um- ständen es zuschreibe, dass sich überall an den volaren Sehnen und Bändern der festere Faserknorpel und sogar hyaliner Knorpel mit Knochen ausgebildet hat. Für den Meniscus, der, wie ich unten zeigen werde, bei einer ganzen grossen Klasse der Saurier hyalin gefunden wird, glaube ich eher den umgekehrten Weg der Umwand- lung annehmen zu müssen, betone aber auch für diesen, dass sich fast immer gerade seine volare Hälfte hyalin knorpelig resp. faser- knorpelig erhalten hat. Aus dem eben Gesagten erhellt nun, dass

aus dem blossen Vorkommen von faserknorpligen und selbst von hyalin knorpligen Theilen nur mit grosser Vorsicht darauf zu schliessen ist, dass dieselben Reste integrierender, typischer Skeletstücke darstellen; es muss zuvor der Verdacht einer Entstehung durch Anpassung an secundäre mechanische Verhältnisse durchaus ausgeschlossen sein. Ich weiss nicht, ob GEGENBAUR den »knorpligen« Kern im Ligamente von der Basis des Metatarsale<sub>II</sub>, den er bei Iguana angetroffen, hyalin oder nur faserknorplig befunden hat (den »Faserknorpel« in der Achillessehne des Frosches erklärt er, Jenaische Zeitschrift III 1867 p. 307 u. f., für eine Abart des Knorpels), in letzterem Falle könnte ich seine Angabe bestätigen, da auch ich im Innern (mehr zur vola zu) dieses Bandes Faserknorpel fand, müsste aber dieser Thatsache jede morphologische Bedeutung absprechen; — auch bei meinem jungen Exemplare fand ich beim Zerzupfen der Bänder keinen hyalinen Knorpel — jedenfalls bedingt schon der Unterschied, dass GEGENBAUR die Metatarsalia<sub>I</sub> und <sub>II</sub> bei Iguana in der Höhe des Metatarsale<sub>III</sub> endigen lässt, während ich finde, dass sie, wie bei allen übrigen Sauriern, bis zur Höhe der Spitze des Tarsale<sub>3</sub> in den Tarsus einspringen, dass ich über den oben erwähnten Fund eines Knorpelrestes im Bande von der Basis von Metatarsale<sub>II</sub> nicht weiter urtheilen kann. Ich will aber wenigstens die Möglichkeit aufwerfen, dass bei GEGENBAUR's jüngerem Thiere noch eine Trennung zwischen der Anlage des Tarsale<sub>2</sub> und dem Metatarsale bestanden hätte, die auch bei dem kleinern meiner beiden Exemplare, bei dem freilich noch die Epiphysen knorplig waren (vgl. Fig. V) schon nicht mehr zu sehen war. Da ich in den Bändern, welche von den Basen des Metatarsale<sub>I</sub> und Metatarsale<sub>II</sub> (und vom Tarsale<sub>3</sub>) zum *As* ziehen, keine wirklichen Knorpelreste finde, sondern nur in ihren volaren Theilen, die mit dem volaren Ende des Meniscus zusammenhängen, Faserknorpel, der sich überall in der vola, — in der Kapsel, in den Muskelsehnen — in Folge mechanischer Verhältnisse bildet, so muss ich die Aufstellung als ob bei irgend einem Saurier diese Bänder die fehlenden Tarsalia<sub>1</sub> und <sub>2</sub> repräsentirten als die unbegründetere ablehnen, und dagegen die Hypothese, die GEGENBAUR allein für die Lacerten auf Grund des Einspringens der ersten beiden Metatarsalien in den Tarsus und der eigenthümlichen Verknöcherungsverhältnisse in ihren Basen annahm, eben weil ich bei allen Sauriern durchaus dieselben Verhältnisse, wie bei diesen, finde, auch auf alle Saurier ausdehnen, nämlich die Hypothese, dass bei den Sauriern schon sehr frühe die Tarsalia<sub>1</sub> und <sub>2</sub> mit den bezüglichen

Metatarsalien verschmolzen sind. Wir werden sehen, dass die Befunde bei den gleich zu schildernden Ascalaboten mit dieser Annahme gut harmoniren, werden aus bestimmten Ergebnissen bei diesen über den Verbleib des Centrale sprechen und dann zeigen, dass auch die entwicklungsgeschichtlichen Resultate, soweit sie vorliegen, jener Meinung günstig sind. Ich habe theils auf Schnittserien, theils durch Präparation folgende Ascalaboten auf den Bau ihres Tarsus untersucht: *Hemidactylus marginatus*, *Platydactylus murorum*, *guttatus* und *bivittatus*. Letzteren wie *Lygosoma* überliess mir freundlichst COLLEGE SOLGER zur Präparation (beide stammen aus dem Museum Godefroy). Die Unterschiede vom Tarsus der übrigen Saurier sind unerheblich; ich führe nur die stärkere Flächenkrümmung des ganzen Fusses, die grössere Höhe und unverhältnissmässige Grösse des Cuboids, den von GEGENBAUR erwähnten calcaneusähnlichen Fortsatz einiger an; im übrigen finde ich ein ganz charakteristisches *AsF* mit den oben beschriebenen Reliefverhältnissen, das Cuboid und Tarsale<sub>3</sub> in den bekannten Formen und mit denselben Beziehungen, dann ein neben dem Tarsale<sub>3</sub> bis zur Spitze desselben einspringendes, ganz identisch mit dem der übrigen Saurier gestaltetes Metatarsale<sub>I</sub> und ein Metatarsale<sub>II</sub> mit den bekannten Bändern von ihren Enden zum Askopfe, endlich den kreisförmigen Meniscus. Bei dem ersten Blicke ergab es sich weiter, dass eben dieser Meniscus das Tarsale<sub>1</sub> GEGENBAUR'S enthalte, und zwar als einen halbmondförmigen, bei allen untersuchten Ascalaboten hyalinen Knorpel, der auf dem Querschnitte keilförmig, um den Ansatz jener Basenbänder herumgelegt ist, so dass er den nicht vom Ursprung des Bandes eingenommenen Theil der Basis des Metatarsale<sub>1</sub> vom Astragaluskopfe trennt. Er liegt mit seiner Hauptmasse in der Vola, seine dorsale Fortsetzung ist bindegewebiger Natur. Abgesehen von der beinahe absoluten Identität in Form, Lagerung und Beziehung, die dieser Knorpel mit seinen sehnigen Verlängerungen mit dem als Meniscus beschriebenen Gebilde der übrigen Saurier aufweist, gibt es auch histologische Uebergänge, bei *Lacerta agilis* wurde, wie erwähnt, der Meniscus wenigstens theilweise hyalin knorplig gefunden. Es fragt sich nun, wie ist dieses Stück zu deuten. Da ich aus der Gleichheit aller Verhältnisse entnehmen muss, dass bei den Ascalaboten dieselbe Verschmelzung der Tarsalia<sub>1</sub> und <sub>2</sub> mit den bezüglichen Metatarsalien wie bei den übrigen Sauriern stattgefunden hat, kann jener Knorpel nicht, wie GEGENBAUR will, Tarsale<sub>1</sub> sein. Es scheinen dann noch zwei Möglichkeiten vorzuliegen; einmal könnte man den

Meniscus und den homologen hyalinen Knorpel der Ascalaboten als etwas ebenso Accidentelles betrachten, wie z. B. den hyalinen Knorpel in der volaren Kapsel bei Uromastix und in den Beugeschnen von Lygosoma; oder zweitens ihn für ein an den tibialen Rand des Tarsus gerücktes Centrale ansehen, ein Erklärungsversuch, der ebenfalls von GEGENBAUR stammt, den er aber als den unwahrscheinlicheren behandelt. Gegen die erste Deutung ist geltend zu machen, 1) die grosse Constanz des Gebildes, 2) dass es bei einer ganzen Familie, den Ascalaboten, als ein sehr selbständiger hyaliner Knorpel vorkommt (auch bei *Lacerta agilis* theilweise hyalin), 3) dass es auch den früheren Autoren als wesentlicher Tarsustheil erschienen ist. Ich möchte daher der zweiten Annahme, die durch Analogien bei anderen Wirbelthierklassen, bei denen ebenfalls das Centrale an den innern Faserrand rückt, unterstützt wird, mit dem Vorbehalt den Vorzug geben, dass die endgültige Lösung dieser Frage von dem Studium der Entwicklungsgeschichte zu erwarten ist. GEGENBAUR selbst sucht das Centrale in einem gewissen kopfförmigen Vorsprunge des grossen Tarsalknochens der ersten Reihe, und zwar mit Rücksicht darauf, dass die Schildkröten etwa an derselben Stelle ein theils noch ziemlich abgesetztes, theils schon vollständig in den grossen Knochen erster Reihe hineingezogenes, unverkennbares Centrale besitzen; mir aber scheint die Verschiedenheit zwischen dem Tarsusbau der Chelonier und der Saurier allzugross, als dass eine derartige Uebertragung der Deutung, nur auf ähnliche Reliefverhältnisse von Gelenkflächen gestützt, statthaft wäre. Das Centrale GEGENBAUR's ist, soviel ich sehe, mein »Kopf des *Asc.* Nach dieser Anschauung, die ich eben entwickelt habe, rechtfertigt sich auch die Benennung des grossen Knochens der ersten Reihe als *AsF.*

Leider reichte das entwicklungsgeschichtliche Material, das mir zu Gebote stand, nicht aus, die noch übrigen zweifelhaften Fragen zum sichern Entscheid zu bringen. Trotz grossem Aufwand an Zeit, Mühe und Mitteln gelang es mir nicht hier um Breslau frische Eidechsen-Embryonen aufzutreiben, ich musste mich mit denen begnügen, die ich aus den in schlechtem Spiritus conservirten Eiern der hiesigen Sammlung entnahm und verlor noch, da diese Untersuchungen in den Anfang meiner Arbeiten fielen, einen Theil dieses Materials durch die unvollkommene Methode der Untersuchung. Die brauchbaren Embryonen besaßen alle eine Länge von etwa 14 Mm. Eidechsen-Embryonen dieser Grösse haben stummelförmige Extremitäten mit einer Endplatte, an der die zukünftigen Finger durch

seichte Einkerbungen angedeutet sind. Die Platten stehen ebenso wie es HENKE und REYHER<sup>1)</sup> für menschliche Embryonen schildern parallel der Mediaebene. An dickeren Schnitten durch die Extremitätenanlage parallel der Fläche der Platte erkennt man die einzelnen Skelettheile (an gefärbten Präparaten) durch grössere Helligkeit im Innern und eine dunklere Randschicht, die sie von der Umgebung abhebt, ausserdem auch durch die für die Tarsalia und Carpalia charakteristische concentrische Anordnung der Zellen (in der Anlage der Metacarpalia und Metatarsalia stehen die Zellen senkrecht zu deren Längsaxe). An nur eine Zellenlage dicken Schnitten zeichnen sich die Anlagen der Skelettheile folgendermassen aus: Ihre mit einer minimalen Protoplasma-Umhüllung umgebenen Kerne sind grösser, als die der umgebenden Embryonalzellen, sie liegen in einer stärker lichtbrechenden und namentlich bei den grösseren Theilen — Tibia, Fibula — schon merklich reichlicheren hellen Substanz, die aber kein Continuum bildet, sondern von einem sich in Hämatoxylin lichtblau färbenden Maschenwerk durchzogen ist, das um jede einzelne Zelle, seltner um zwei zusammen, einen polygonalen »Hof« abgrenzt (Kapsel der Zelle). Natürlich sieht man das Maschenwerk nur an dem flächenhaften Schnitte, die bläuliche Substanz ist als ein zusammenhängendes, wabenartiges Gerüst, das die Zellen in seinen Räumen birgt, zu denken. Die dunklere Färbung der Peripherie der Knorpelanlagen, des künftigen Perichondriums, rührt, wie man mit starken Vergrösserungen an dünnen Schnitten sieht, theils von der dichteren Lagerung der Kerne in dieser Zone, theils aber auch davon her, dass zwischen diese eigenthümliche (nach Hämatoxylin) dunkelblaue, spindel- bis sternförmige Körperchen eingelagert sind, an denen durchaus kein Kern zu sehen war. Es schien mir, als ob dies der erste Anfang des oben für das Centrum der Knorpelanlagen geschilderten Maschenwerks sei und dadurch gewissermassen der Anfang zur Abgrenzung der Embryonalzellen zu Knorpelzellen mit »Kapseln« gemacht würde; übrigens überschritten jene Körperchen mitunter auch die nächsten Grenzen der Knorpelanlagen. Meine Beobachtungen sind zu wenig umfangreich, als dass ich damit mehr als eine Anregung zu weiteren Studien über die erste Bildung des hyalinen Knorpels gegeben haben wollte. Es gelingt leicht zwei getrennt angelegte Kerne zu

---

<sup>1)</sup> Sitzungsberichte der k. Academie d. Wissenschaften B. LXX. III. Abtheilung Octoberheft 1874.

sehen, der eine ein rundliches Stück, das vor der Fibula lagert, der andere, an dieses anstossend aber doch durch die beiden Perichondrium-Schichten deutlich abgesetzt, breiter, mehr queroval und vor der Tibia und dem Zwischenknochenraum sich hinziehend. In der ersten Anlage des grossen Knochens der ersten Reihe ist demnach ein kleinerer fibularer Antheil von dem grösseren tibialen getrennt, es entstehen aus gesonderten Kernen das Fibulare und der Astragalus. Leicht nachweisbar war auch das rundlich-viereckige Cuboid, an dem das schon hakenförmige Metatarsale<sub>V</sub> und das grosse Metatarsale<sub>IV</sub> angelegt gefunden wurden. Die Basis des Metatarsale<sub>V</sub> erschien oft als ein besonderer Kern mit eigenem Centrum, doch möchte ich bei der eigenthümlich gebogenen Gestalt dieses Stückes darauf keinen besonderen Werth legen. Neben dem Cuboid zeigte sich ein rundliches Tarsale<sub>3</sub> mit dem bezüglichen Metatarsale und neben diesem, in fast allen Präparaten deutlich nachweisbar, ein besonderer kleiner Kern, der nur in einzelnen Schnitten, mit seiner Peripherie die Basis des Metatarsale<sub>II</sub> berührte, — die Anlage eines Tarsale<sub>2</sub>. Diese drei Tarsalia lagen in einem proximalwärts offenen Bogen, der Raum zwischen ihnen und den grösseren Knorpeln der ersten Reihe war von unentschiedenem Embryonalgewebe ausgefüllt, indem ich einmal Spuren einer besonderen Anlage, etwa eines Centrale, zu sehen glaubte, doch muss ich gestehen, dass ich über die Anlage dieses und eines Tarsale<sub>1</sub> aus meinen Präparaten nichts gewisses auszusagen vermag. Als sichern Erwerb kann ich nur die ursprüngliche Trennung eines Fibulare und *As* und die besondere Anlage des Tarsale<sub>3</sub> hinstellen. Der Umstand, dass in diesen Präparaten Metatarsale<sub>II</sub>, wo es ganz von dem Tarsale<sub>2</sub> getrennt ist, in gleicher Höhe mit Metatarsale<sub>III</sub> endigt und die Annäherung, die das um ein besonderes Centrum angelegte Tarsale<sub>2</sub> an sein Metatarsale in andern Fällen zeigt, sprechen stark für die Annahme einer Verschmelzung der Tarsalia<sub>1</sub> und <sub>2</sub> mit den betreffenden Metatarsalien in dem Tarsus der erwachsenen Saurier. Weitere Beobachtungen an reichlicherem Material müssen diese fragmentarischen Befunde späterhin abrunden und ergänzen, aus ihnen wird sich erst mit Gewissheit ergeben, ob in der That der Meniscus dem Centrale der Urodelen gleich zu setzen sei.

Ich habe den Tarsus von Chamaeleon mir hier für eine gesonderte Besprechung vorbehalten, nicht weil ich denselben, wie die Autoren, dem Tarsus der übrigen Saurier als etwas Fremdes gegenüberstelle, sondern weil ich mich erst mit den Angaben der Au-

toren, die von GEGENBAUR zusammengefasst sind, auseinandersetzen muss, da dieselben von den meinigen fundamental verschieden sind. GEGENBAUR gibt zwei Knochen der ersten Reihe an, ein Tibiale und ein Fibulare; diese sollen ein drittes Stück unter und etwas zwischen sich haben, ein Intermedium, endlich soll noch ein viertes folgen, das theils von den vorigen, theils von den Metatarsalien begrenzt ist, ein Centrale. In den Metatarsalien sollten auch die Tarsalien der zweiten Reihe enthalten sein. Lange war ich im Zweifel, wie ich den Widerspruch zwischen diesen Angaben und meinen unten folgenden, an sechs Exemplaren als constant approbirten Befunden lösen könnte, bis mir endlich die Betrachtung der von OWEN (*Anatomy of vertebrates* I p. 193 f. 123) <sup>1)</sup> gegebenen Abbildung des Tarsus von *Chamaeleon* die, glaube ich, richtige Erklärung an die Hand gab. Es scheinen nämlich die Autoren, die am trocknen Skelete eines wahrscheinlich jüngeren Thieres sich scharf absetzenden Epiphysenkerne für besondere Knochen gehalten zu haben; diese wurden dann als Fibulare und Tibiale, das wirkliche *AsF* als Intermedium, und das Cuboid als Centrale gedeutet, das nur knorpelige Tarsale<sub>3</sub> wurde ganz übersehen. In der That existirt nur ein Tarsalknochen erster Reihe, der noch schärfer, als es bei den meisten übrigen Sauriern der Fall ist, zwischen die winklig zueinander gestellten Endflächen der Tibia und Fibula einspringt (Fig. VI *AsF*). Eine Abweichung von der gewöhnlichen Form des *AsF* besteht nur darin, dass hier der tibiale Theil weniger hoch ist, als der fibulare, während sonst zu meist das umgekehrte Verhältniss herrscht; das hängt wohl damit zusammen, dass hier die Endfläche der Tibia einen griffelförmigen Fortsatz vorspringen lässt, dem sich das *As* conformiren muss; ähnliches fand ich schon bei manchen Ascalaboten. Das dorsale »susten-taculum«, das die distale Gelenkfläche erweitert, ist vorhanden, dagegen sind die Reliefs der Gelenkfläche des Fibulare gegen das Cuboid nur sehr schwach ausgeprägt; im Ganzen bildet hier das f eine tiefe Pfanne, in welcher das mächtige, annähernd kugelförmige Cuboid articulirt. Der Kopf des Astragalus ist klein aber deutlich ausgebildet und in gewöhnlicher Weise von dem Meniscus umkreist, der in seinem volaren Ende einen schief absteigenden, verkalkten Hyalinknorpel (Fig. VI *m*) enthält, den ich wohl ohne Weiteres dem halbmondförmigen Knorpel bei den Ascalaboten homologisiren darf. Das Cuboid ist ein rundlicher Knochen, der an seinem distalen Ge-

<sup>1)</sup> Das Original davon findet sich *Cuv. Oss. foss. pl.* 245 f. 52.

lenkköpfe, das Metatarsale V, IV und die Hälfte der Basis von III trägt, an seiner tibialen Seite wird es durch Anlagerung eines linsenförmigen, verkalkten, hyalinknorpeligen Stückes (Fig. VI  $T'_3$ ) gewissermassen zur Kugel ergänzt. An dieses legen sich der übrige Theil der Basis von Metatarsale<sub>III</sub>, Metatarsale<sub>II</sub> und die dorsale Hälfte von der Basis des Metatarsale<sub>I</sub> an, während die volare Hälfte desselben auf dem Knorpel aufruht, der das volare Ende des Meniscus ausmacht und den ich, wie bei den Ascalaboten u. s. f., als Centrale zu deuten geneigt bin. Das linsenförmige Stück fand ich vollständig nur bei *Chamaeleo vulgaris*, bei mehreren *Chamaeleo dilepis* (Leach), die wir aus dem Museum Godefroy bezogen hatten, traf ich an Stelle desselben nur eine Bandmasse, die einmal auf dem Querschnitte einen Knorpelkern enthielt. Das linsenförmige Stück deute ich im Hinblick auf die ähnliche Lagerungsweise bei andern Sauriern als Tarsale<sub>3</sub>, zu welchem nur noch durch die veränderte Anordnung der Metatarsalien, Metatarsale<sub>I</sub> in Beziehung getreten ist. Die Bänder von den Basen der beiden ersten Metatarsalien zum Kopfe des *As* habe ich hier nicht so, wie bei den übrigen Sauriern nachweisen können, wohl aber derartige, die vom Tarsale<sub>3</sub> und vom anliegenden Rande des Cuboid ausgingen. Ich glaube, dass das ebenfalls mit der neuen Stellung der Metatarsalia, auf die ich gleich zurückkomme, zusammenhängt. Cuboid und Tarsale<sub>3</sub> bilden zusammen einen überknorpelten Gelenkkopf, dem die vereinigten Basen der Metatarsalien mit einer entsprechenden Pfanne, von welcher aus noch Gelenkspalten zwischen die einander zugewandten Seitenflächen der Basen der Metatarsalien eingehen, gegenüberstehen. Genauer gesagt, stellen die Basalflächen der Metatarsalien einen stark von rechts nach links, schwächer vom dorsum zur vola gekrümmten Reif dar, der zudem noch über den Rand, mit der Concavität nach der vola hin, gebogen ist. Der Scheitel dieser letzten Biegung fällt etwa in das Metatarsale<sub>III</sub>, nahe an dessen Verbindung mit dem Metatarsale<sub>II</sub>. Durch diese Anordnung der Basen der Metatarsalien in einem an der Grenze des Metatarsale<sub>II</sub> und <sub>III</sub> beinahe geknickten, zur Längsaxe des Fusses queren Bogen, kommt die Oppositionsstellung der zwei innern Zehen, gegen die drei äusseren zu Stande. Der bekannte Greiffuss des *Chamaeleo* wird dann noch dadurch vollendet, dass die beiden innern und die drei äussern Zehen zu je einer Platte verbunden sind, so dass in dem Spalt zwischen den beiden schräg aneinander gelehnten, dabei gegliederten und in den Gliedern beweglichen Platten ein Zweig beim Greifen gewissermassen eingeklemmt wird. Die

Hauptbewegung am Fusse des Chamaeleon ist die Dorsal- und Volarflexion, die im Gelenk zwischen *AsF* und Cuboid, und im Gelenk zwischen Cuboid und den Metatarsalia ausgeführt wird, doch schien mir auch Vergrösserung und Verkleinerung des Oppositionswinkels in geringem Maasse möglich zu sein. Offenbar ist an der hintern Extremität dieselbe Einrichtung, wie an der vorderen, der Greiffuss, dadurch hergestellt, dass alle Metatarsalien in einem volarwärts geknickten Bogen auf einem Gelenkkopf angeordnet, zu ungleichen Theilen zu zwei Platten vereinigt sind und auf und mit diesem Gelenkkopfe gebeugt und gestreckt werden können. Zu Erreichung dieser Anordnung ist offenbar am Fusse des Chamaeleon Metatarsale<sub>II</sub>, das schon bei den übrigen Sauriern dem Tarsale<sub>3</sub> anlag, noch stärker auf dieses bezogen und sogar Metatarsale<sub>1</sub> bis an dieses herangetreten, so erklärt sich der Wegfall der Basenbänder; der rechts über die volar gekrümmte Bogen, in dem die Basen der Metatarsalien schon bei den andern Sauriern und namentlich bei den Ascalaboten stehen, ist bedeutend verschärft und zusammengezogen; die Krümmung von rechts nach links, die die proximalen Enden der Metatarsalia auch sonst schon zeigten, ist ausgeprägter, die Metatarsalia sind stärker aneinandergedrückt; die unverhältnissmässige Grösse des Cuboid, die schon bei den Ascalaboten gefunden wurde, ist noch übertrieben. Es scheint mir interessant, wie sich dieselbe mechanische Einrichtung, der Greiffuss, an der vordern und hintern Extremität der Chamaeleonten aus verschiedenem morphologischen Materiale aufbaut; hier bilden den Kopf, auf dem die in beiden Fällen in gleicher Weise angeordneten Metatarsalia aufruhend, Tarsale<sub>3</sub> und (4, 5), dort Tarsale<sub>2</sub> (3, 4) und 5. Am nächsten schliessen sich, wie ich überall bei den Einzelheiten hervorgehoben habe, die Chamaeleonten den Ascalaboten an und es scheint mir auch die Stellung, welche die Basen der Metatarsalien in dem an der Wand mit den Enden der Zehen klebenden Fusse eines Gecko's einnehmen müssen, noch eher einen Uebergang zu der im Greiffusse eines Chamaeleon zu bieten, als die in dem mit der ganzen Platte aufruhenden Fusse der übrigen Saurier.

Die Resultate dieser Arbeit lassen sich etwa folgendermassen zusammenfassen:

1) Ein Theil der Saurier besitzt im Carpus ein dem der Urodelen und Chelonier homologes Intermedium, einem anderen Theile ist dasselbe im erwachsenen Zustande spurlos verloren gegangen. Für die Reduction, die auch im ersten Falle merklich ist, sowie für

das gänzliche Verschwinden lässt sich ein Zusammenhang mit anderen Veränderungen im Extremitätenskelet nachweisen.

2) Der Carpus von *Chamaeleo* besitzt ein  $u, r$ , keilförmiges  $c$ , von derselben Beschaffenheit, wie bei allen übrigen Sauriern, in zweiter Reihe ein Tarsale<sub>2</sub>, Tarsale<sub>5</sub> und ein Tarsale<sub>3,4</sub>, Tarsale<sub>1</sub> ist verloren gegangen. Im Ganzen also steht der Carpus des *Chamaeleo* nicht, wie nach den bisherigen Darstellungen anzunehmen, dem der übrigen Saurier fremd gegenüber, sondern ist demselben bis auf einige Reductionen und Verschiebungen, die mit der Ausbildung des Greiffusses zusammenhängen, gleichgebildet.

3) Der Bau des Tarsus ist bei allen Sauriern im wesentlichen derselbe. Alle besitzen ein  $AsF'$ , ein  $Cub$  und ein Tarsale<sub>3</sub>, während die Tarsalia<sub>1</sub> und <sub>2</sub>, die überall bis zum proximalen Ende von Tarsale<sub>3</sub> in der Basis einspringen, höchst wahrscheinlich mit den gleichnamigen Metatarsalien verschmolzen sind. Das Centrale ist wahrscheinlich durch den Meniscus, der bei den Asealaboten hyalinen Knorpel enthält (Tarsale<sub>1</sub> GEGENBAUR's), vertreten, also an den tibialen Rand gerückt. Die Bänder von den Basen der Metatarsalia<sub>1</sub> und <sub>II</sub> zum  $As$  besitzen keine morphologische Bedeutung. Der »Faserknorpel« der in ihren volaren Theilen gefunden wird, ist nicht anders aufzufassen, als die faserknorpeligen, hyalinknorpeligen und verknöcherten Kerne, die häufig in den Bändern und Sehnen der vola gefunden werden, d. h. sie sind durch Anpassung an secundäre mechanische Verhältnisse (Spannung und Reibung) im Bindegewebe entstanden. Embryologisch war die ursprüngliche Trennung des  $As$  und des  $F'$  in der knorpeligen Anlage, so wie ein besonderer Kern für ein Tarsale<sub>2</sub>, der oft schon dem Metatarsale<sub>II</sub> genähert erschien, nachweisbar.

4) Der Tarsus von *Chamaeleo* gleicht in allen Bestandtheilen dem der übrigen Saurier, nur dass zur Ausbildung des Greiffusses, wie an der vorderen Extremität, eine Verschiebung der Metatarsalia stattgefunden hat.

Breslau, Ende August 1875.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel I.

Carpus. Fig. I, II, III. In allen drei Figuren ist der Knorpel blau gehalten in Fig. I und II Bänder grau, und das Gefäss *g* roth, in Fig. II ausserdem der Knochen hellbraun und die Markräume grau. *U* = Ulna; *R* = Radius; *u* = ulnare; *r* = radiale; *i* = intermedium; *c* = centrale. Mit den deutschen Zahlen von 1—5 sind die Tarsalia der zweiten Reihe, mit den lateinischen die Metatarsalia I—V, vom inneren Rande gezählt, bezeichnet. Alle drei Bilder sind mit einem OBERHÄUSER'schen Zeichenprisma und stark (aber ungleich) vergrössert gezeichnet. In Figur I und III sind, um das Bild nicht unnöthig zu compliciren nur die Knorpelflächen farbig ausgeführt.

Fig. I: Flächenschnitt aus einer vollständigen Serie durch den Carpus von *Lacerta agilis*.

Fig. II. Theil eines Flächenschnittes aus einer vollständigen Serie durch den Carpus von *Lacerta muralis*. Nur geringe Einzelheiten sind aus dem benachbarten Schnitte ergänzt.

Fig. III. Flächenschnitt aus einer vollständigen Serie durch den Carpus von *Chamaeleon vulgaris*. Das *c*, welches auf diesem Schnitte nicht mehr in voller Grösse zu sehen war, ist aus den vorhergehenden mit seiner Umgebung eingezeichnet.

Tarsus. Fig. IV, V, VI. Alle drei Figuren sind von Präparaten gewonnen, an denen die dorsalen Kapseln geöffnet und weggenommen und alle Gelenke über die Vola auseinander geklafft waren. Es ist klar, dass in Folge dessen die »normale Lagerung« nicht vollständig wiedergegeben ist, aber es wäre ohne diese Massregel unmöglich gewesen alle wesentlichen Theile zugleich und neben einander zu zeigen oder es hätten noch schwer verständliche Schnitte zugefügt werden müssen. Der Knochen ist hellbraun, Epiphysen- und Gelenkknorpel hellblau gefärbt, die Bänder und bänderartigen Theile sind ungefärbt. *AsF* = Astragalo-Fibulare; — *Cu* = Cuboid; — 3. = Tarsale<sub>3</sub>; — I—V = die Metatarsalia; — B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, die Bänder von den Basen des Metatarsale I und II und vom Tarsale<sub>3</sub> zum *As*; — *M* = Meniscus. Alle drei Figuren sind unter einer ZEISS'schen Loupe, aber verschieden stark vergrössert, gezeichnet.

Fig. IV. Tarsus von *Lacerta ocellata*.

Fig. V. Tarsus von *Iguana tuberculata* juv. Das Exemplar maass von der Schnauzen- bis zur Schwanzspitze 27 Cm.

Fig. VI. Tarsus von *Chamaeleon vulgaris*.

Fig. 1



Fig. 3.

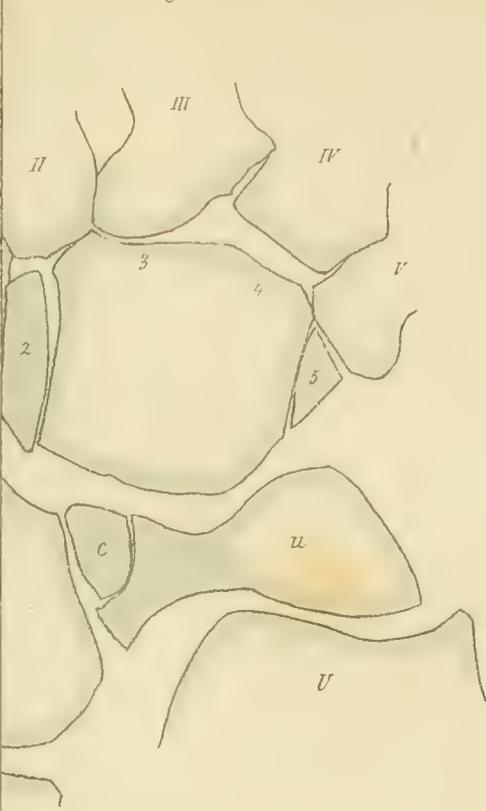


Fig. 6.

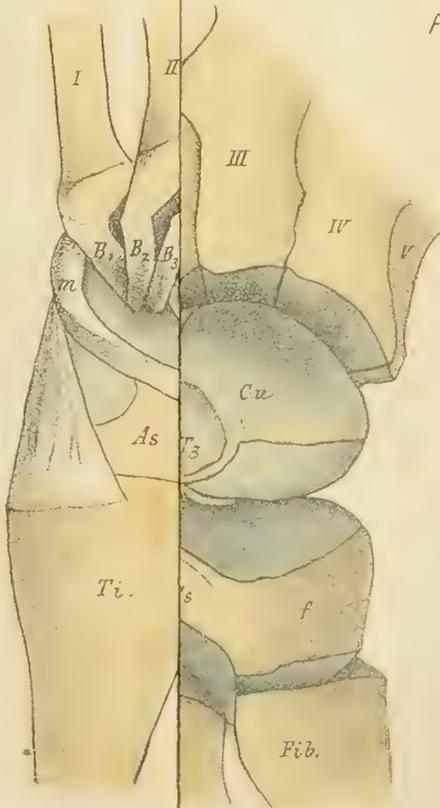


Fig 1

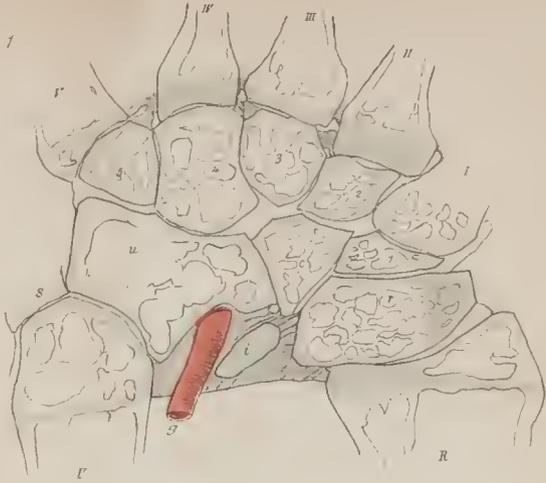


Fig 2.



Fig 3



Fig 4

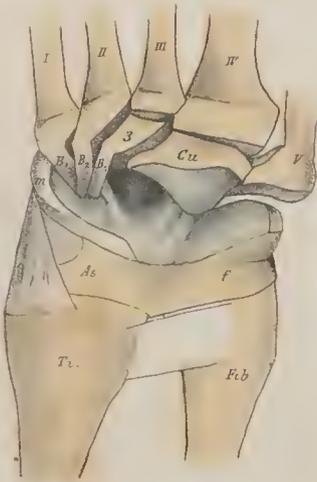
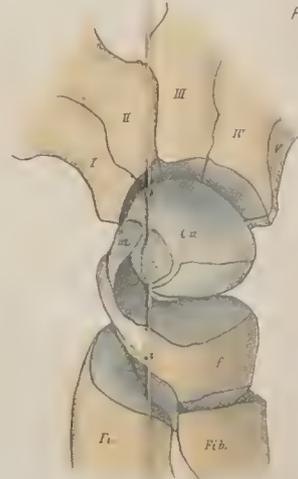


Fig 5



Fig 6



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch - Eine Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte](#)

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Born Gustav Jacob

Artikel/Article: [Zum Carpus und Tarsus der Saurier. 1-25](#)