© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ueber die Entwicklung des Extremitäten-Skeletes bei einigen durch Reductionen ihrer Gliedmassen characterisirten Wirbelthieren.

Von

Dr. med. **Alexander Rosenberg,**
Prof. d. Anat. u. Physiol. an d. Dorpater Veterinair-Schule.

Mit Tafel V—VII.

> There is no more convincing proof of the truth of a comprehensive theory, than its power of absorbing and finding a place for new facts, and its capability of interpreting phaenomena which had been previously looked upon as unaccountable anomalies.
>
> ALFRED WALLACE.

Die Frage nach der Berechtigung der Descendenz-Theorie bildet, wie allbekannt, das Cardinalproblem der heutigen Morphologie; sie hat auf allen Gebieten des ausgedehnten morphologischen Terrains zu Untersuchungen angeregt und altbewährte Forscher wie homines novi sind in gleicher Weise bestrebt, am concreten Stoff die Zulässigkeit der Theorie und ihre Tragweite zu prüfen. — Bei dem bedeutenden allgemeinen Interesse, welches die Frage nach dem Geltungswerthe der Descendenz-Theorie besitzt, und bei den ausserordentlichen Schwierigkeiten, auf welche die Versuche zu ihrer Lösung stossen, wird auch der geringfügigste Beitrag zu dem bereits vorhandenen, für die allendliche Entscheidung verwerthbaren empirischen Material nicht abgelehnt werden können. Diese Erwägung hat die Untersuchung veranlasst, über die Bericht zu erstatten die Aufgabe der folgenden Blätter ist.

Unter den Thatsachen, auf welche gestützt die für die Anschauung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von der Continuität alles organischen Lebens eintretende Descendenz-Theorie die Wandelbarkeit der organischen Form behauptet, beansprucht besondere Beachtung eine in stetigem Anwachsen begriffene Summe von Vorgängen, welche die Grunddisciplin der Morphologie, die Entwicklungsgeschichte, kennen lehrt. Es sind das diejenigen Fälle, wo im Verlauf der Entwicklung des Individuums vorübergehend specielle Organisationseigenthümlichkeiten sich ausbilden, deren Auftreten durch die Verhältnisse des entwickelten Organismus nicht gefordert wird, mithin etwas Unmotivirtes hat, und deren Existenz für das betreffende Individuum zwecklos ist, da alle diese Bildungen keinerlei Function übernehmen; dieselben verschwinden zudem, wie bereits angedeutet, nach einiger Zeit entweder vollkommen wieder, oder unterliegen doch wenigstens insoweit der regressiven Metamorphose, dass sie nur noch in Rudimenten persistiren. Die hohe Bedeutsamkeit dieser Thatsachen, für die bei hochdifferenzirten Thierformen alle Körpersysteme Beispiele bieten, liegt in dem Umstande, dass immer nur solche Bildungen temporär auftreten, die in den indifferenteren, geologisch älteren Formen desselben Grundtypus wohlentwickelt waren und in bestimmter Weise functionirten; ein Verständniss für dieselben kann erst gewonnen werden, wenn man mit der Descendenz-Theorie die Annahme macht, dass die Vorgänge während der Entwicklung des Individuums zugleich eine gedrängte Skizze des Entwicklungsganges seien, den die Art genommen.

Bei den Wirbelthieren sind unter den in Rede stehenden transitorischen Organisationsverhältnissen diejenigen die interessantesten, welche das Skelet betreffen, da aus leicht ersichtlichen Gründen das Skelet dasjenige System des Wirbelthierleibes ist, welches bei allen Untersuchungen über genealogische Beziehungen die meisten Anhaltspuncte liefert. Es war deshalb nahe gelegt, aus diesem Gebiete das Thema zu wählen: angeregt durch die bahnbrechende Arbeit von Carl Gegenbaur über den Carpus und Tarsus habe ich bei einigen durch mehrfache Reductionen ihrer Gliedmassen characterisirten Wirbelthierformen die Entwicklung ihres Extremitäten-Skeletes hinsichtlich der Frage untersucht, wieviel von dem durch die Theorie Geforderten sich noch würde nachweisen lassen. Diese Forderungen sind durch Gegenbaur präcise formulirt, seine eben genannte Untersuchung und die Nachträge zu derselben haben als Hauptresultat bekanntlich den Nachweis ergeben, dass die gesammte Formenfülle beider Extremitätenpaare der Wirbelthiere von einer und derselben Grundform, dem Archipterygium, sich ableitet. Eingehend sind dabei die Vorgänge dargelegt worden, welche für die vier oberen Wirbelthierclassen, deren primitives

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Extremitäten-Skelet durch Reduction und »Umgliederung« aus dem Archipterygium entsteht, das schliessliche Zustandekommen auch der am Meisten von der Grundform sich entfernenden Extremitätenformen bedingt haben, und als specielles Beweismaterial wird eine grosse Zahl prägnanter, jedem nicht auf dem Boden der Descendenz-Theorie stehenden Erklärungsversuche trotzender Thatsachen mitgetheilt. Ungeachtet dieses letzteren Umstandes konnte es gleichwohl, — und darin fand die Aufnahme des Thema's ihre Motivirung —, fraglich bleiben, ob hinsichtlich der Specialitäten der Gegenstand bereits erschöpft sei, und die Annahme durfte statthaft erscheinen, dass eine auf eine möglichst geringe Zahl von geeigneten Untersuchungsobjecten sich beschränkende erneute Behandlung der in Rede stehenden Verhältnisse möglicherweise noch Einzelnes eruiren werde, was der mehrerwähnten Fundamentalarbeit, die ein kolossales Material hatte bewältigen müssen, entgangen sein konnte. Da gerade die Säugethiere bei Gegenbaur weniger eingehend behandelt worden, lag es nahe, das specielle Untersuchungsmaterial aus dieser Classe zu wählen. Welche Säugethierordnung hierbei in Betracht zu kommen habe, konnte nicht zweifelhaft sein; aus mehrfachen Gründen musste die Wahl auf die Ungulaten fallen. Einmal konnten aus der Artiodactylengruppe derselben mehrere verschieden weit reducirte Formen untersucht werden; sodann musste die Untersuchung des einzigen hierfür in Betracht kommenden Repräsentanten der Perissodactylen schon deshalb ein erhöhtes Interesse bieten, weil das betreffende Object in Bezug auf seine Extremitäten die reducirteste Form darstellt, die wenigstens unter Landsäugethieren gegenwärtig überhaupt existirt; und schliesslich war der Umstand massgebend, dass für keine Säugethierordnung ein reicheres paläontologisches Material vorliegt, als gerade für die Ungulaten. — Auf die Ungulaten sollte nach dem ursprünglichen Plane die Untersuchung sich beschränken; eine nachträgliche Erweiterung hat dieselbe insofern erfahren, als aus einem später zu erwähnenden Grunde auch die Entwicklung des bekanntlich ebenfalls stark reducirten Extremitäten-Skeletes der Vögel berücksichtigt worden ist. —

Hinsichtlich der Untersuchungsmethode ist zu bemerken, dass ich, — von ein paar vereinzelten Fällen, wo es sich um die Feststellung relativ grober Verhältnisse handelte, abgesehen —, durchweg die Zerlegung der Objecte in zur mikroskopischen Untersuchung geeignete Schnittserien geübt habe, da nur diese Methode genügende Garantieen dafür bietet, dass nichts übersehen werde. Betreffs der hierbei befolgten Technik auf das an einem andern Orte (Unters. üb. d. Entw. d. Teleostier-Niere. Diss. Dorpat 1867. S. 35 sqq.) darüber Gesagte

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mich beziehend, habe ich hier nur eine, mehrfache Vortheile bietende Modification der Färbungsweise zu erwähnen. Die Carmintinction der Objecte, die besonders für diejenigen Stadien, in welche der Beginn der Knorpeldifferenzirung fällt, kaum zu entbehren ist, aber auch die Untersuchung älterer Stadien sehr wesentlich erleichtert, wird zweckmässig erst vorgenommen, wann das in Chromsäurelösungen verschiedener Concentration erhärtete und, falls erforderlich, in verdünnter Salzsäure entkalkte Material bereits einige Zeit in möglichst wasserfreiem Alkohol gelegen hat; selbstverständlich muss hierbei in geeigneter Weise das Schwimmen der wegen der Durchtränkung mit Alkohol specifisch leichter gewordenen Objecte auf der Carminlösung verhütet werden. Es imbibiren sich alsdann auch voluminösere Objecte vollständig und ohne den Uebelstand einer zu saturirten Färbung der peripheren Schichten; die Consistenzverminderung bleibt unbedeutender und die vollkommene Schnittfähigkeit lässt sich leicht dadurch wieder herstellen, dass man die gefärbten Objecte neuerdings für einige Zeit in starken Alkohol bringt. — In Bezug auf die Schnittrichtungen wäre noch anzuführen, dass die Zerlegung der Objecte, je nach dem speciellen Zwecke, entweder in Querschnitte (Schnittebenen senkrecht zur Längsaxe der Extremität), oder in Flächenschnitte (Schnittebenen der Längsaxe parallel, vom Radial- resp. Tibial- zum Ulnar- resp. Fibularrande gehend), oder aber in Dorsovolarschnitte (Schnittebenen senkrecht auf den beiden vorigen) geschah; in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle sind Querschnittserien hergestellt worden. Zur Feststellung des für ein beliebiges Entwicklungsstadium geltenden Thatbestandes reichte meist die Untersuchung blos einer Extremität hin, seltener wurde das Extremitätenpaar untersucht und in vereinzelten Fällen lieferten mehrere gleich weit entwickelte Exemplare das erforderliche Material, wobei für die Richtigkeit der Auffassung schwierigerer Formverhältnisse die Zerlegung verschiedener Extremitäten nach verschiedenen Schnittrichtungen eine vorzügliche Controle abgab.

Die Untersuchungen, deren Beginn aus dem Anfange des II. Sem. 1868 datirt, haben im Allgemeinen nur langsam und nicht ohne mehrfache Unterbrechungen zu erfahren weitergeführt werden können, und auch jetzt noch besitzen einige Abschnitte, für die das Material nicht in der ausreichenden Zahl von Stadien zu beschaffen war, einen aphoristischen Character und entbehren der erforderlichen Abrundung. Dass trotz dieser Sachlage die Veröffentlichung nicht weiter hinausgeschoben wird, ist in dem Umstande begründet, dass ich für geraume Zeit, auch wenn ich in den Besitz des zur Ausfüllung der Lücken erforderlichen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Materiales gelangte, keine Gelegenheit zur Untersuchung desselben haben werde.

Bevor ich in die Erörterung der speciellen Verhältnisse eintrete, erübrigt nur noch, hier nochmals hervorzuheben, dass es nicht meine Aufgabe hat sein können, eine Darstellung der Entwicklung aller das Extremitäten-Skelet zusammensetzenden Einzelgebilde zu liefern, da hierbei nothwendiger Weise viel bereits Bekanntes umständlich hätte reproducirt werden müssen. Es werden deshalb nur für diejenigen Skeletstücke, über deren Deutung noch Meinungsverschiedenheiten bestehen, specielle Angaben über ihre Entwicklung behufs Feststellung der Homologieen gemacht werden; die eigentliche Aufgabe der nachstehenden Mittheilungen bildet die Berichterstattung über den Ausgang der Versuche, die gemacht worden sind, diejenigen speciellen Organisationsverhältnisse aufzufinden, deren zeitweiliges Bestehen vom Standpuncte der Descendenz-Theorie aus postulirt werden muss. Immer hat das Hauptinteresse den Thatsachen nur insofern gegolten, als dieselben für oder wider die Descendenz-Theorie verwerthbar erscheinen; aus diesem Grunde hat die eingehende Besprechung der histiologischen Verhältnisse, die in Bezug auf die erst ungenügend gekannten wichtigen Vorgänge der regressiven Metamorphose den Vorwurf einer eigens auf ihre Untersuchung gerichteten Arbeit zu bilden verdienen, als ausserhalb der Grenzen des Thema's liegend angesehen werden müssen. —

I. Ungulata.

A. Artiodactyla.

Das Schwein.

Die erneute Behandlung der sogleich anzuführenden, schon von Gegenbaur (43 S. 45, 50, 53, 68, 69, 110, 114) an einer grössern Reihe von Objecten untersuchten, auf Verhältnisse des Carpus und Tarsus sich beziehenden speciellen Fragen war durch die Vermuthung bedingt, dass von den negativen Resultaten, welche Gegenbaur hinsichtlich des Nachweises der präsumirten primitiven Zustände für dieselben erhalten hatte, einzelne sich noch würden eliminiren lassen; die Berechtigung dieser Erwartung konnte am ehesten durch die Untersuchung des in Rede stehenden Objectes, dessen Extremitäten erst verhältnissmässig wenig reducirt sind, dargethan werden. Was die er-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wähnten Fragen anlangt, so war hinsichtlich des Carpus zunächst zu untersuchen, ob das Centrale vorübergehend angelegt werde und ob dasselbe eine Zusammensetzung aus zwei distincten Elementen (cf. 44 S. 165 und 47 S. 688, 689) erkennen lasse. Sodann musste ermittelt werden, ob das dem Carpale $^{4.\,5.}$ des primitiven Handskeletes homologe Hamatum ursprünglich gleichfalls aus zwei discreten Elementen bestehe. Ferner war festzustellen, ob, — vom Pisiforme, welches Gegenbaur neuerdings (48 S. 348, 349) als letzten Rest eines fünften Radius gedeutet hat, abgesehen —, vorübergehend Verhältnisse sich ausbilden, die an die Zustände des radienreichen Archipterygium [1]) anknüpfen. Für den Tarsus war zu ermitteln, ob der dem Tibiale und Intermedium homologe Talus aus zwei isolirten Anlagen sich entwickle, und ob das gleiche Verhalten auch für das die beiden Centralien (cf. 44 S. 165 und 47 S. 701) repräsentirende Naviculare und das dem Tarsale $^{4.\,5.}$ homologe Cuboideum statthabe. — Für keinen der angeführten Einzelfälle hat die betreffende, an einem sehr dürftigen Material [2]) angestellte Untersuchung ein anderes Ergebniss gehabt, als das von Gegenbaur bereits mitgetheilte negative, für die untersuchten Stadien ist demnach die Agenesie [3]) des Centrale und der präsumirten Radien,

1) Es war vorauszusehen, dass die von Gegenbaur gegebene Definition des Archipterygium (49 S. 416, 425; cf. auch S. 400, 434, 441) wegen des Verhaltens, welches das Extremitätenskelet des seither beschriebenen, in mannigfacher Beziehung äusserst interessanten Ceratodus zeigt (cf. 55 S. 331, 334, Taf. VIII Fig. 3), von ihm dahin werde erweitert werden, dass die Stammreihe des Archipterygium durch eine zweizeilige Befiederung mit Radien characterisirt sei. Es stand das um so eher zu erwarten, als gewisse Verhältnisse im Brustflossenskelet der Notidaniden Gegenbaur selbst schon veranlasst hatten, die Frage zu discutiren, ob nicht die Stammreihe eine doppelte Fiederung zeige (cf. 49 S. 432, 433). Neuerdings ist diese Erweiterung der Definition erfolgt (51 S. 138); bei dieser Gelegenheit werden mehrfache Fälle von Persistenz medialer Radien (bei den Notidaniden, Centrophorus, Acanthias) mitgetheilt und zugleich ist die sehr bemerkenswerthe Thatsache festgestellt worden, dass die Reduction medialer Radien ein zum Theil noch im Verlauf der individuellen Entwicklung zu beobachtender Vorgang ist (S. 133—137, Taf. X, Figg. 2—6).

2) Von den wenigen Stadien, die überhaupt untersucht werden konnten, kommen für den vorliegenden Zweck nur zwei in Betracht; beim Embryo des Stad. I. beträgt die Entfernung vom Grunde der Inguinalfalte bis zum distalen Rande der plattenförmigen hinteren Extr. 3,2 mm.; der Embryo des Stad. II. misst vom Tuber calcanei bis zur Spitze der 4. Zehe 5,3 mm.

3) Das am ausgebildeten Skelet constatirte Fehlen eines beliebigen Elementes kann bekanntlich sowohl dadurch bedingt sein, dass das betreffende Stück überhaupt nicht mehr angelegt worden, als dadurch, dass die Anlage desselben nachträglich eine vollständige Reduction erfahren hat. Für die der erstgenannten Kategorie angehörenden Fälle wird die im Text gebrauchte, einem Gebiete, mit dem Collisionen nicht zu erwarten stehen, entlehnte Bezeichnung verwendet werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und die Connascenz[1]) des Hamatum und der übrigen, mehr als ein Element repräsentirenden Stücke zu constatiren; zugleich ist es nicht wahrscheinlich, dass fortgesetzte Nachprüfungen die Gegenbaur'schen Angaben modificiren werden, da auch für die übrigen Untersuchungsobjecte, was ich, um Wiederholungen zu vermeiden, hier gleich mit anführen will, die Untersuchung der in Rede stehenden Verhältnisse das gleiche negative Resultat ergab. Bei der Beurtheilung desselben ist der von Gegenbaur hervorgehobene Umstand in Betracht zu ziehen, dass es sich in den vorliegenden Fällen, von einer leicht erkennbaren Ausnahme abgesehen, um für die ganze Classe der Säugethiere typische Verhältnisse handelt, die, wie aus dem Vergleich mit niederen Formen hervorgeht, schon sehr früh zur Ausbildung gelangt sein müssen. — Hinsichtlich der übrigen Abschnitte des Extremitäten-Skeletes war zu untersuchen, ob das Metacarpale I[2]) und der erste Finger einerseits, und das Metatarsale I[3]) und die erste Zehe andererseits vorübergehend angelegt würden. Letzteres ist für die untersuchten Stadien (in denen die zur Entwicklung gelangenden Metacarpalien resp. Metatarsalien in mehrfacher Hinsicht primitivere Zustände zeigen, was auch für die Unterarm- und Unterschenkelknorpel gilt) allerdings nicht der Fall; indess würde bei fortgesetzter Untersuchung vielleicht noch das Metacarpale I sich nachweisen lassen, da dasselbe, wie aus Gründen der Analogie gefolgert werden muss, später geschwunden ist als das Metatarsale I. Im Verhalten des Trapezium, welches letztere in seiner Differenzirung hinter den übrigen Carpusstücken etwas zurückbleibt,

1) Letztere Bezeichnung, die Flower (32 S. 62) vorgeschlagen hat, wird im Folgenden für die Fälle zur Verwendung kommen, wo für gewisse Skeletstücke, die aus andern Gründen notorisch mehr als ein Element enthalten, nicht mehr direct nachgewiesen werden kann, dass sie ursprünglich aus discreten Elementen bestanden haben (compound bone Ow. 94 S. 27). Im Gegensatz hierzu werden diejenigen Fälle, in denen der Vorgang des Aufgebens der Sonderexistenz sich unmittelbar beobachten lässt, als Verschmelzung bezeichnet werden (Coalescence Flower; — confluent bone Ow. l. c.).

2) Nach einer von Franck (35 S. 69 und 36 S. 239, 243) gemachten, unbegründeten Annahme soll ein Rudiment des Metacarpale I mit dem Trapezium verschmolzen sein. In Betreff des Trapezium, dessen Existenz Gegenbaur (43 S. 46), Owen (99 S. 480) und Flower (31 S. 267) in Abrede gestellt haben, cf. Bendz (5 Taf. XI, Fig. 1,3; 6 S. 401) und Blainville (9 G. Hippopot. et Sus S. 122, Sus Taf. I und VII).

3) Dass das hinter dem Basaltheil des Metatarsale III gelegene Sesambein (cf. Bendz 5 Taf. XI, Fig. 4,6; 5a S. 148; 6 S. 507 und Blainv. 9. Sus. Taf. VII) nicht als Rudiment des Metatarsale I angesehen werden könne, wie das neuerdings noch von Perosino (105 S. 216) und Chauveau (21 S. 117) geschieht, bedarf kaum der Erwähnung.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ist, wie kaum bemerkt zu werden braucht, nichts gelegen, was die Behauptung, ein Theil desselben sei als Metacarpale I anzusehen, stützen könnte.

Das Elen.

Die Berechtigung, das Elen, von dem ich nur einen, in seiner Entwicklung schon sehr weit vorgeschrittenen Embryo habe untersuchen können, in einer eigenen Rubrik aufzuführen, liegt in dem Umstande, dass noch beim erwachsenen Thier, wie bei der Untersuchung einiger Exemplare[1]) sich herausgestellt hat, einige Verhältnisse sich erhalten haben, die das Extremitätenskelet in noch geringerem Grade reducirt erscheinen lassen, als dieses der allgemeinen Annahme nach der Fall ist. Unter diesen Verhältnissen besitzt das meiste Interesse das Vorkommen des Trapezium[2]), durch dessen Agenesie nach einer verbreiteten und, wie später erwähnt werden wird, für andere Wiederkäuer zutreffenden Anschauung der Wiederkäuercarpus characterisirt ist; es liefert dieses Vorkommen einen weiteren Beleg zu der von Brandt (14 S. 9, 48) vertretenen Anschauung, das Elen sei eine sehr alte Form. Das Trapezium, das ein dem Elen constant zukommendes Skeletstück ist, scheint, wie schon das vorliegende Material erkennen lässt, in Bezug auf Form und Grösse und hinsichtlich der Configuration und Ausdehnung der Gelenkflächen innerhalb weiter Grenzen zu variiren[3]) (cf. Fig. 1). Dasselbe besitzt annähernd die Gestalt des homologen Knochens beim Schwein, ist im Allgemeinen spindelförmig, etwa 2½ cm. lang und in seinem proximalen Theil meist stärker entwickelt; distal-

1) Das Untersuchungsmaterial bilden 6 mehrjährige Elene und ein Embryo, bei dem die Entfernung vom Tuber calcanei bis zur Spitze der vierten Zehe 5 cm. beträgt; die Untersuchung des Carpus und Tarsus mit den proximalen Theilen des Metacarpus und Metatarsus von 5 Thieren wurde mir durch die gütige Vermittlung des H. Dr. E. Schönfeldt ermöglicht, die Extremitäten des sechsten Thieres verdanke ich H. Prof. Reissner, den Embryo H. Conservator V. Russow.

2) Die zufällig (an einem Elen der zootomischen Sammlung) gemachte Wahrnehmung einer vertieften Gelenkfläche am Trapezoidtheil des Trapezoideo-Capitatum, die ihrer Lage nach nur für ein (nicht mehr vorhandenes) Trapezium bestimmt gewesen sein konnte, hat die Untersuchung des Verhaltens dieses letzteren veranlasst.

3) Das Variiren von Skeletstücken, das bekanntlich im Allgemeinen um so stärker wird, je rudimentärer das betreffende Gebilde ist, hat einen der competentesten Beurtheiler osteologischer Verhältnisse, Rütimeyer (112. S. 308), zu dem Ausspruch veranlasst, auch unter sehr günstigen Bedingungen sei es geradezu unmöglich, identische Formen zu finden. Ueber interessante Fälle von grosser Variationsbreite und Heteromorphie berichten Hensel (58 S. 70, 86, 87), Fürbringer (37 S. 13–15, 40) und Gegenbaur (49 S. 435, 439 und 50 S. 168, 171, 185).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wärts läuft es in eine stumpfe Spitze aus. Am erheblichsten variirt die Gelenkfläche für's Trapezoideo-Capitatum, sie ist entweder unregelmässig sattelförmig oder mehr plan oder convex, von sehr verschiedener Ausdehnung, ihr Contour hat meist die Form eines ungleichseitigen Dreiecks mit abgerundeten Winkeln; der untere mediale Winkel steht am tiefsten, zugleich springt der mediale Theil der Gelenkfläche stärker aus dem Niveau der Umgebung vor und hieran, so wie an dem Vorhandensein unregelmässiger Vertiefungen und Einziehungen in der Nachbarschaft des medialen Randes der Gelenkfläche lässt sich an isolirten Trapezien leicht bestimmen, welcher Seite sie angehört haben, auch wenn sie keine Gelenkfläche für's Scaphoideum besitzen sollten. Diese letztere Gelenkfläche, die etwa in der Hälfte der Fälle vorhanden ist, geht continuirlich aus der früher erwähnten hervor und nimmt einen grösseren oder geringeren Theil der oberen lateralen Partie der Volarfläche ein; manchmal ist sie nur ein schmaler Saum, am stärksten ausgebildet war sie im Fall Fig. 1 b. Die Gelenkfläche am Trapezoideo-Capitatum ist meist sehr deutlich ausgeprägt, in der Mehrzahl der Fälle stark vertieft. Nur selten wird sie vom Trapezoides, dessen Abgrenzung gegen das Capitatum fast immer leicht zu erkennen ist, allein gebildet, meist betheiligt sich auch das Capitatum dabei (cf. Fig. 2). Ihre Lage ist eine derartige, dass das Trapezium mit seiner distalen Hälfte unter dem Niveau der proximalen Endfläche das Metacarpale III liegt, aus diesem Umstande kann indess selbstverständlich nicht gefolgert werden, dass ein rudimentäres Metacarpale I mit dem Trapezium verschmolzen sei, da bei den Proboscidiern, die ein mit einem functionirenden Finger versehenes Metacarpale I besitzen, das Trapezium bis zur Mitte des Metacarpale II hinabreicht (cf. Owen 99 S. 442, Vrolik 118 S. 64, 65 und Burmeister 19 Taf. XIV, Fig. 5); auch bei Hippopotamus ragt das weniger als beim Elen sich verjüngende Trapezium ziemlich tief hinab (cf. Cuvier 25 Taf. 31 Fig. 13 und Blainville 9 G. Hippopot. Taf. I, V). Bei Anoplotherium ist das Trapezium bereits sehr klein, articulirt aber meist noch mit dem Rudiment des Metacarpale II und ist manchmal mit dem Trapezoides verschmolzen (cf. Cuvier 25 S. 217, Taf. 128, Fig. 5, 7, 8 und Blainv. G. Anopl. S. 27, Taf. III), das Trapezium des Elens repräsentirt sonach noch ziemlich primitive Zustände. — Da es nicht wahrscheinlich war, dass das Trapezium bisher übersehen sein sollte, habe ich es mir natürlich angelegen sein lassen, die betreffende nicht gerade reichhaltige Literatur zu vergleichen; was ich hierbei habe finden können, beschränkt sich auf eine Notiz bei Owen (93 S. 452, 453). Nachdem der genannte Autor bei Megaceros ein offenbares Trapezium (slender pointed style, about tree inches in length,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

articulated to the bone formed by the confluent trapezoid and os magnum) als proximales Stück des Metacarpale II beschrieben, fährt er fort: »in the Elk the upper end of the inner supplemental metacarpal is not an inch in length.« Aus dieser Notiz (hinsichtlich des Metacarpale II cf. Richardson 107 S. 113, Taf. 24, Fig. 3 und Kinberg 73 S. 785) geht hervor, dass das Trapezium allerdings schon beobachtet worden ist, aber eine Deutung erfahren hat, der selbstverständlich nicht beigepflichtet werden kann. An einem späteren Orte (94 S. 31) hebt Owen ausdrücklich hervor: »both trapezium and thumb have disappeared in all Ruminants«. — In Bezug auf die Frage, ob ausser den beiden genannten, einander nahestehenden Formen noch anderen Wiederkäuern ein Trapezium zukomme, ist anzuführen, dass das Reh, wie an einem Skelet der zootomischen Sammlung (dem einzigen hierfür verglichenen) zu ersehen ist, ein zwar kleines und mit dem Trapezoides verschmolzenes, aber doch sehr deutlich erkennbares, seitlich comprimirtes Trapezium besitzt, dessen detachirte abgerundete Spitze das Niveau der distalen Fläche des Trapezoides schon nicht mehr erreicht. (Für das Schwein liegt mir ein Fall vor, wo diese Verschmelzung gleichfalls beiderseits statthat, es wäre deshalb möglich, dass das Trapezium des Rehes in andern Fällen noch isolirt erscheint.) Dass Hyaemoschus sich wie das Reh verhalte, lässt sich aus der Fig. bei Blainville (G. Anopl. Taf. III) vermuthen; ausser Hyaemoschus würden vorzugsweise die Tragulusarten, das Rennthier und Moschus in Betracht zu kommen haben.

Hinsichtlich des Metacarpale V ist die Ansicht Richardson's (l. c.), ein proximaler Theil desselben sei mit dem Metacarpale IV verschmolzen [1]), zu bestätigen und hinzuzufügen, dass in einzelnen Fällen noch ein weiterer isolirter, dem proximalen Ende des grossen distalen Stückes genäherter Antheil des Metacarpale V vorkommt, der einige mm. lang ist und mit dem Mc. IV nicht verschmilzt; es steht deshalb mit Sicherheit zu erwarten, dass in frühen Stadien das Mc. V in ganzer Länge vorhanden sein werde. Bei dem Embryo, wo der proximale Theil des Mc. V in eine verjüngte feine Spitze sich fortsetzte, war die Continuität bereits unterbrochen.

Für das Cuneiforme I (hinsichtlich der Bezeichnung cf. d. nächste Abschn.) ist zu erwähnen, dass dasselbe, welches noch nicht so entschieden plantarwärts gelagert ist, wie etwa beim Schaf, in seiner Form

1) »Near the articular surface which applies to the unciform, there is a small projection of the cannon-bone which may perhaps be a coalesced rudiment of the proximal end of the fifth metacarpal.«

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und in seinen Beziehungen zu den beiden anderen, miteinander verschmolzenen Cuneiformien beträchtlich variirt. Die distale Fläche beispielsweise ist manchmal fast plan, andere Male aus zwei in einer scharfen Kante aufeinander stossenden Facetten gebildet; mehrfache Zwischenstufen verbinden beide Formen. Bei einem Thier articulirt des Cuneiforme I beiderseits mit dem Nachbarstück und bei zwei anderen ist es, ebenfalls beiderseitig, mit ihm verschmolzen, so dass damit ein Verhalten zu Stande gekommen ist, welches die Giraffe (cf. Pander und d'Alton 102 S. 5, Taf. I) und nach Cobbold (23 S. 523) auch einige, nicht näher bezeichnete Antilopen und Hirsche zeigen.

Schliesslich bleibt anzuführen, dass beim Elen Rudimente des Metatarsale II und V persistiren. Dieselben liegen an den Seitenflächen des proximalen Abschnittes der andern beiden Metatarsalien, mit denen sie meist in ganzer Ausdehnung verschmolzen sind, und nähern sich in ihrem Verlauf nach abwärts dem Plantarrande, den sie manchmal erreichen. In vereinzelten Fällen sind beide (im Allgemeinen ist das Mt. II länger, aber weit graciler als das Mt. V) auf Spuren reducirt; bei einem Exemplar erscheint das Mt. V vollständig geschwunden; meist lassen sie sich ohne Weiteres erkennen. Bei dem Thier, wo sie am wenigsten verkümmert sind, hat das durchschnittlich 2 mm. breite, distalwärts sich verdickende und in eine sehr kurze abgeplattete freie Spitze auslaufende Mt. II eine Länge von ca. 6 cm., während das relativ sehr dicke und eine längere freie Spitze zeigende Mt. V etwa 5 cm. misst. Bei dem Embryo war das gracile cylindrische Mt. II mit seiner proximalen Spitze mit dem Mt. III verschmolzen; das einen sehr bedeutenden Durchmesser besitzende, gleichfalls cylindrische Mt. V hatte sich dem Mt. IV noch nicht angelagert.

Das Schaf.

Für dieses Untersuchungsobject[1]) war zunächst zu ermitteln, ob

1) Das untersuchte Material vertheilt sich auf folgende Stadien:

Stad.	I,	Entfernung vom Grunde der Inguinalfalte bis zum Rande der plattenförm. b. Extr.	2,1 mm.
—	II	desgl.	2,3 —
—	III	—	4 —
—	IV	Entfernung vom Tuber calcanei bis zur Spitze der 4. Zehe	3,1 mm.
—	V	desgl.	4,2 mm.
—	VI	—	5 —
—	VII	—	6,7 —
—	VIII	—	7,5 —
—	IX	—	8,9 —

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

das Trapezium als transitorisch [1]) auftretendes Gebilde nachzuweisen sein werde. Für die untersuchten Stadien ist, in Uebereinstimmung mit einer desfallsigen Angabe von Gegenbaur (43 S. 48), seine Agenesie zu constatiren; nach den übrigen in diesen Stadien gemachten Befunden ist es auch sehr unwahrscheinlich, dass fortgesetzte Nachforschungen es würden entdeckt haben. Für das Metacarpale I und den ersten Finger gilt das Gleiche, auch von ihnen hat nichts nachgewiesen werden können. Dagegen sind das Metacarpale II und V, welche beim erwachsenen Thier bekanntlich nur in Rudimenten erhalten sind (cf. Bendz 5 Taf. XII Fig. 1—3, 5a S. 164, 6 S. 420), in frühen Stadien (IV) in ganzer Ausdehnung angelegt und setzen sich ohne Unterbrechung in die Zellenmasse fort, aus der sich später die 2. und 3. Phalanx (beim erwachsenen Thier findet sich nach Bendz Taf. XII Fig. 1, 5a S. 165, 6 S. 434 nur die 3. Phalanx) des 2. und 5. Fingers differenziren. Die spätere Atrophie stellt sich zuerst an den distalen Theilen ein; im Stad. VIII hat auch der Schwund der proximalen Enden begonnen; die restirenden Theile sind in ihren proximalen Abschnitten sehr erheblich entwickelt (Fig. 3), liegen aber vom Metacarpale III und IV, deren isolirtes Auftreten seit Fougeroux (33 S. 502, 503, 505, Taf. XIV Fig. 6—11) bekannt ist, noch verhältnissmässig weit ab.

Was die Verhältnisse der hinteren Extremität betrifft, so habe ich zunächst, da mir unbekannt geblieben war, dass eine gelegentliche Beobachtung von Bruch (17 S. 97, 140) die betreffende Frage bereits entschieden hatte, hinsichtlich der Fibula die Frage untersucht, ob dieselbe als continuirliches Gebilde angelegt weder und ob der beim erwachsenen Thier mehr oder weniger vollständige Schwund der Diaphyse (häufig auch der proximalen Epiphyse, cf. Brühl 18 S. 35 und Bendz 6 S. 478, 479) erst secundär zu Stande komme. Da die Bruch-

Stad. X	Entfernung vom Tuber calcanei bis zur Spitze der 4. Zehe	12,5 mm.
— XI	desgl.	17,7 —
— XII	—	22,2 —
— XIII	—	30. —

Für die der Zeit nach spätere Untersuchung des weniger Interesse darbietenden Verhaltens der vorderen Extremität sind nur vier ausgewählte Stadien (II, IV, VI, VIII) verwendet worden.

1) Nach einer irrigen, von Joly und Lavocat (68 S. 34) und Milne Edwards (82 S. 92) vertretenen Anschauung soll im Trapezoideo-Capitatum, das sich bekanntlich aus zwei isolirten Stücken entwickelt (cf. Gegenbaur 43 S. 48), auch das Trapezium mitenthalten sein. Eine Reihe anderer Autoren (Blainville, G. Camelus S. 12, Brühl 18 S. 32, Richardson 107 S. 85, Leisering 78 S. 136, Gaudry 39 S. 251, Fürstenberg 38 S. 35, Perosino 105 S. 496, Müller 84a S. 129) sieht in dem Trapezoideo-Capitatum nur das Capitatum.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schen Angaben sehr kurz gehalten sind, scheint es mir nicht überflüssig, auf das Verhalten der Fibula etwas näher einzugehen. Der Beginn der Differenzirung der Fibula, deren proximaler Theil langsamer sich entwickelt und erst im Stad. V die Tibia erreicht, fällt in's Stad. I, die Fibula ist von der Tibia, der sie an Umfang nur wenig nachsteht, sehr beträchtlich entfernt (Fig. 4) und in ihrem distalen Antheil am stärksten ausgebildet, zeigt also sehr ursprüngliche Verhältnisse. In den späteren Stadien rückt die Fibula, an Umfang zunehmend, der Tibia allmälig näher; im Stad. V ist sie schon ein starker cylindrischer Knorpel, für den es in einer beschränkten Zone seines proximalen Theiles bereits zur Differenzirung von Osteoblasten und zur Bildung der homogenen, den Knorpel umschliessenden Lamelle gekommen ist, die Bruch (15 S. 112) und eingehender Gegenbaur (40 S. 13, 16 und 42 I S. 352) beschrieben haben. Diese structurlose Schicht ist an dem der Tibia zugewendeten Theil am stärksten ausgebildet und zeigt hier den Beginn der Einbettung der Osteoblasten. Im Stad. VI hat die Ausbildung der Fibula in Bezug auf Grössenverhältnisse (cf. Fig. 5) und Gewebsdifferenzirung ihr Maximum erreicht, sie ist im Vergleich zur Tibia stärker entwickelt, als die ihr im Uebrigen sehr ähnliche Anoplotherien-Fibula (cf. Cuvier 25 S. 284, 285, Taf. 109 Fig. 9, 110 Fig. 1, Blainville G. Anopl. S. 30), ihr distales Ende steht noch um etwas mehr, als seine Breite beträgt, von der Tibia ab. Sodann beginnt die Reduction des Diaphysentheils; im Stad. VIII, wo von mehrfachen Puncten aus Gefässschlingen in den Knorpel hineingedrungen sind (cf. Wolff, 121 S. 38), ist es bereits zu einer partiellen Einschmelzung sowohl der perichondralen Lamelle (cf. Dugès, 27 S. 114) als auch des Knorpelstabes gekommen. Im Stad. X ist die Continuität schon in beträchtlicher Ausdehnung unterbrochen und das frühere Perichondrium zu einem soliden cylindrischen Strange, dem Lig. fibulare von Bendz (6 S. 491) oder peronoides von Bergmann (8 S. 5, 11) zusammengeschrumpft (cf. Fig. 6, Stad. XIII); im Stad. XII war auch die proximale Epiphyse, die im Stad. XIII sich erhalten zeigte, geschwunden.

Hinsichtlich der Cuneiformien musste ihre Entwicklung untersucht werden, da in Bezug auf die Deutung der zwei beim Schaf, wie bei der überwiegenden Mehrzahl der Wiederkäuer, nicht mit einander verschmelzenden, zwischen Navi-Cuboideum und dem Metatarsus gelegenen Elemente noch keine Uebereinstimmung erzielt ist. Cuvier (26 S. 534) und ihm folgend Joly und Lavocat (68 S. 36), Leisering (78 S. 136) und Müller (84a S. 162) halten das kleinere, plantarwärts gelegene Stück für eine Verschmelzung des Cuneiforme I und II, das andere mithin für's Cun. III; Bendz (5a S. 158, 171 und 6 S. 492,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

495), Bergmann (8 S. 4), dem sich Fraas (34 S. 124) angeschlossen, und Lavocat (76 S. 415) sehen im kleineren Stück das Cun. I, im grösseren eine Verschmelzung des Cun. II mit dem III; Bojanus (12 S. 447), Rigot (108 S. 277), Weber (120 S. 13), Gurlt (56 S. 167), Milne Edwards (82 S. 95), Gegenbaur (43 S. 111), Owen (99 S. 486, 487), Fürstenberg (38 S. 45), Flower (31 S. 319) und Franck (35 S. 71 und 36 S. 264) endlich deuten das erstgenannte Stück als Cun. II, das andere als Cun. III, statuiren sonach, — mit Ausnahme von Rigot und Milne Edwards, die das Cun. I im Sesambein[1]) hinter dem Metatarsale III wiederfinden —, den vollkommenen Schwund des Cun. I. Es ist leicht zu erweisen, dass die Ansicht der Autoren der zweiten Gruppe die zutreffende ist. Alle drei Cuneiformien differenziren sich (Stad. III) als isolirte Gebilde; das Cun. I stellt eine im Querschnitt halbmondförmige Zellengruppe dar, deren Convexität medianwärts gerichtet ist; das sehr kleine Cun. II ist kugelig, das umfangreiche Cun. III im Querschnitt dreieckig. Durch ihre Lagerungsverhältnisse werden sehr primitive Zustände repräsentirt; die Abstände zwischen den einzelnen Stücken sind sehr erheblich, das Cun. II liegt ebensoweit vom III. ab als vom I., und die Centra der drei Stücke bilden Puncte eines Kreisbogens, dessen dorsalwärts gerichtete Krümmung sehr gering ist. Dieses primitive Verhalten ändert sich allmälig dahin ab, dass das Cun. II sich dem III. nähert, wobei es zugleich mehr plantarwärts zu liegen kommt; das Cuneiforme III erfährt letztere Lagenveränderung in noch höherem Grade. Hierbei nimmt das Cun. II zugleich die Gestalt eines Kegels an, dessen Basis gegen das Naviculare gerichtet ist. Im Stad. VI (Fig. 7) sind diese Zustände schon ziemlich deutlich ausgesprochen, im Stad. VII ist der proximale, etwas sich abplattende Theil des Cun. II dem III. schon sehr nahe gerückt, im Stad. VIII (Fig. 8) liegen die beiden Knorpel einander schon dicht an und in Stad. IX ist die Verschmelzung ihrer proximalen Antheile erfolgt. Die distale Spitze des Cun. II bleibt dabei zunächst noch detachirt, später (Fig. 9) verschmilzt sie gleichfalls und so kommt schliesslich das Verhalten zu Stande, welches die Fig. 10 zeigt, wo nur noch aus der Stellung der Knorpelzellen und sehr seichten Einkerbungen die früheren Zustände erschlossen werden können. So lange das Cuneiforme II isolirt bleibt,

1) Andere eigenthümliche Deutungen, die dieses dem beim Schwein erwähnten natürlich homologe Sesambein, hinsichtlich dessen man Bendz (5 Taf. XII, Fig. 4, 6; 5a S. 171; 6 S. 508) und Bergmann (8 S. 8) vergleiche, erfahren hat, sind von Lavocat (75 S. 261 und 76 S. 415) und Gaudry (39 S. 281), die es für's Metatarsale I halten, und von Franck (35 S. 71 und 36 S. 264, 266) und Müller (34 a S. 50, 162), die es als Metatarsale II ansehen, gegeben worden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ist es in seiner Form noch am ehesten dem homologen Stück bei Xiphodon (Cuvier 25 S. 181, Taf. 96, Fig. 1 [n]) zu vergleichen; bei Anoplotherium (Blainville G. Anopl. S. 35, Taf. IV) ist es weit weniger reducirt; bei Hyaemoschus und Tragulus, bei denen auch die distale Epiphyse der Fibula mit der Tibia verschmilzt, ist das Cun. II nicht nur mit dem III. zusammengeflossen, beide Stücke sind auch noch mit dem Navi-Cuboideum vereinigt und diese sehr bemerkenswerthen, mit dem Verhalten des Metatarsus contrastirenden Zustände sind schon bei Hyaemoschus crassus eingetreten (cf. Milne Edwards 82 S. 94, 95, 135, 146, Taf. VIII, Fig. 3, 4; IX 6, 7; XI 1c, 1d; XII 1d; und Fraas 34 S. 32, Taf. VII, Fig. 5). — Von den Autoren, deren Angaben bestätigt worden sind, scheint das der Verschmelzung voraufgehende Stadium nicht beobachtet worden zu sein. Lavocat constatirt nur die Thatsache des Verschmolzenseins; Bendz sagt: »in origine septem ossa adsunt, ex quibus . . . os cuneiforme medium cum externo concrescit« und in dem über die Entwicklung der Extremitäten handelnden Abschnitte seines Handbuches: »det udvendige og mellemste Kilebeen (ved Födselen af Kalven og Lammet) have faelles Brusk, men hver sin saerskilte Beenkjaerne, hvilke sammensmelte kort förend Födselen; Bergmann, der einen interessanten Fall mittheilt, wo bei einem erwachsenen Reh das Cun. II noch isolirt geblieben war (Fig. VII *A*), fand bei einem Ziegenembryo »einen sehr kleinen Knochenkern für das zweite Keilbein, welcher noch durch eine dicke Knorpelwand von dem grösseren Kern getrennt war, mit welchem er später verschmelzen sollte« und bei einem neugebornen Ziegenlamm »die Knorpelschicht zwischen beiden Kernen schon sehr dünn, doch noch überall vorhanden.« Mit Sicherheit geht aus den mitgetheilten Angaben hervor, dass durch die Verknöcherung[1]) im betreffenden Falle das ursprüngliche Verhalten imitirt wird.

1) Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass ich mich nach den über die »enchondrale« Ossification gemachten Erfahrungen der von Gegenbaur (45 S. 63, 64) und Rolleti (109 S. 97, 98) vertretenen Ansicht, die Osteoblasten hätten mit den Knorpelzellen, als deren späte Abkömmlinge sie meist gelten, nichts zu thun und die Knorpelzellen theilten das Schicksal der Grundsubstanz, anschliessen muss. Die Substitution des Knorpelgewebes durch das Knochengewebe, — ein Vorgang, den festgestellt zu haben, bekanntlich das Verdienst von Bruch (15), H. Müller (86 und 87) und Gegenbaur (42 und 45) ist —, ist in diesem Sinne eine absolute. — Bekanntlich hat bereits K. E. v. Baer (3 S. 335, 340, 374) die Anschauung vertreten, die Grundlage des Wirbelthier-Skeletes bilde ein fibröses System mit der Chorda als Axe, sodann entwickele sich das Knorpelskelet und schliesslich trete, das vorige verdrängend, das Knochenskelet auf; auf Grundlage dieser Anschauung ist später durch Bergmann (7 S. 200) das Chordaskelet als primäres, das Knorpelskelet als

© Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Vom Metatarsale I und der 1. Zehe war nichts nachzuweisen, das Metatarsale II und V, welche dem Schaf, dem Rinde und den meisten übrigen Wiederkäuern bekanntlich vollständig fehlen (cf. Meckel 80 S. 15 und 81 S. 462, Bendz 5a S. 158, 171; 6 S. 509 und Rütimeyer 111 S. 670 im Gegensatz zu den willkürlichen Deutungen von Lavocat 75 S. 261 und Franck 35 S. 71), gelangen indess vorübergehend zur Entwicklung. Sie differenziren sich etwas später als das Metatarsale III und IV, der Metatarsus zeigt alsdann Verhältnisse, die viel primitiver sind als die Zustände, die bei Cainotherium (cf. Pomel 106 S. 17) und Hyaemoschus (cf. Falconer 29 S. 196, 197 und Milne Edwards 82 S. 135, 146, Taf. XI, Fig. 1c) persistiren; in ihren proximalen Theilen erreichen sie, während die distalen Partieen schon früh der Reduction verfallen, eine erhebliche Ausbildung und verschmelzen sodann mit ihren proximalen Spitzen mit dem Metacarpale III und IV, um schliesslich vollständig in ganzer Länge wieder zu schwinden. Ihre erste Differenzirung fällt in's Stad. II; sie bilden im Stad. III sehr kurze cylindrische, in Carmin stärker sich tingirende Zellengruppen, in denen ein Gegensatz zwischen Centrum (dem späteren Knorpel) und Peripherie (dem Perichondrium) noch nicht erkennbar ist. Das Metatarsale II beginnt hart unter dem Cun. II, das Metatarsale V in der Nähe der lateralen Seitenfläche des Cuboideum; beide verlaufen stark divergirend lateral- und nur wenig plantarwärts (cf. Fig. 11); auch das Metatarsale III und IV divergiren stark. Das Stad. IV zeigt den Beginn der Knorpeldifferenzirung in den proximalen Theilen des Mt. II und V; dieselben haben sich etwas verlängert und erstrecken sich, stark divergirend, bis an die Orte des plattenförmigen Theiles der Extremität (in der Höhe der distalen Enden des Mt. III und IV), wo später die Knorpel der 2. und 3. Phalanx der 2. und 5. Zehe (das erwachsene Thier besitzt nach Bendz 5 Taf. XII, Fig. 4; 5a S. 170, 6 S. 510 nur noch die 3. Phalanx) sich differenziren. Im Stad. V beginnt das proximale Ende des Mt. II sich stärker zu entwickeln als beim Mt. V; die Differenzirung des Knorpelgewebes reicht bis gegen das Ende des distalen Theiles hinab; letzterer geht noch ohne Continuitätsunterbrechung in die Phalangenanlage über und lässt damit das Verhalten erkennen, welches die ungegliederten Radien des Archipterygium zeigen; der distale Theil der

secundäres und das Knochenskelet als tertiäres Skelet bezeichnet worden. Es wäre wünschenswerth, dass diese Bezeichnungsweise, der H. Müller (86 S. 223, 224) zugestimmt hat, von den vergleichenden Anatomen allgemein adoptirt werde; sie erinnert, was noch immer nicht überflüssig ist, an die Thatsache der Substitution und bietet zugleich der Anschauung, die noch ferner zwischen »primärer« und »secundärer« Ossification unterscheiden will, keine Anhaltspuncte.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

beiden Knorpel liegt jetzt schon entschiedener plantarwärts (Fig. 12). Im Stad. VIII ist die Continuitätsunterbrechung des distalen Endstückes der in ihrem mittleren Theile gut entwickelten Knorpel (Fig. 13) erfolgt; im Stad. X hat die Verschmelzung mit dem Mt. III und IV (cf. Fig. 15 und 17) stattgefunden, das proximale Stück des Mt. II hatte sich mittlerweile (cf. Fig. 14, Stad. IX) sehr erheblich verdickt; zugleich hat die Reduction der distalen Antheile weitere Fortschritte gemacht, im Stad. X ist eine Continuitätstrennung für das Mt. II auch im mittleren Theile desselben (cf. Fig. 16) eingetreten; auf Einzelheiten hinsichtlich der Reduction und des Verhaltens der zunächst noch verschont bleibenden Partieen einzugehen, liegt umsoweniger Veranlassung vor, als individuelle Unterschiede hierbei stattfinden. Es reicht die Angabe aus, dass im Stad. XIII die Knorpel des Mt. II und V in ihrer ganzen Länge geschwunden sind, und dass nur noch Strecken des zu einem dünnen soliden Strange zusammengeschrumpften ehemaligen Perichondrium sich nachweisen lassen. Dass in vereinzelten Fällen auch noch beim erwachsenen Thier Reste des Mt. II und V zu finden seien, darf erwartet werden. —

Das Rind, für welches einige Stadien untersucht worden sind, stimmt in allen wesentlichen Beziehungen so sehr mit dem Schaf überein, dass nähere Angaben nicht erforderlich erscheinen. Erwähnenswerth wäre vielleicht, dass das Mt. V relativ stärker entwickelt ist, als beim Schaf.

B. Perissodactyla.

Das Pferd.

In Betreff der speciellen Fragen, welche die Untersuchung dieses, wegen der extremen Verarmung seines Gliedmassenskeletes interessantesten Vertreters der Ungulaten [1]) zu behandeln hatte, war zunächst zu

1) Das Untersuchungsmaterial ist leider ein sehr spärliches gewesen, es konnten nur drei Stadien untersucht werden:

Std. I, Entfernung vom Grunde der Inguinalfalte bis zur Spitze der spatelförmigen hinteren Extrem. 2,3 mm.

Std. II, Entfernung vom Tuber calcanei bis zur Spitze der 3. Zehe 4,3 mm.

Std. III, desgl. 18,2 mm.

Das Stadium I verdanke ich meinem verehrten Collegen Jessen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ermitteln, ob die Ulna, deren sich stark verjüngende Diaphyse in ihrem distalen Theil beim erwachsenen Thier bekanntlich vollständig geschwunden ist, so dass die untere Epiphyse[1]) isolirt erscheint, als ein ursprünglich einheitliches Gebilde, dessen Continuität erst nachträglich durch eine partielle Reduction aufgehoben wird, angelegt werde[2]). Die betreffende Untersuchung hat ergeben, dass Letzteres in der That stattfindet, die Ulna ist in frühen Stadien vollkommen ausgebildet und zeigt sehr primitive Verhältnisse. Sie ist im Stad. I ein starker, im Allgemeinen cylindrischer Knorpel, der in seinem proximalen Theil fast den Umfang des Radius besitzt und sich nach abwärts nur allmälig verjüngt; das distale Endstück, die spätere untere Epiphyse, hat die geringste Mächtigkeit. Radius und Ulna divergiren stark, so dass in der Region des Unterarms, wo der distale Theil der Ulnadiaphyse verläuft, der Abstand ein sehr beträchtlicher ist (Fig. 18). Im Stad. II ist die Ulna, deren proximaler, im Querschnitt elliptischer Theil sich erheblich verdickt hat, dem Radius näher gerückt; die untere, mehr cylindrische Partie der Diaphyse ist kaum merklich verjüngt und noch eben so stark als die spätere untere Epiphyse; sie liegt dem Radius, der eine seichte Furche zu ihrer Aufnahme besitzt, schon verhältnissmässig eng an und das Perichondrium der beiden Knorpel berührt sich (Fig. 19). — Im weitvorgeschrittenen Stad. III ist die Continuität der in ihrem

1) Auf die Thatsache, dass die untere Epiphyse der Ulna nicht fehlt, wie allgemein angenommen worden war, sondern mit der unteren Epiphyse des Radius verschmilzt, hat zuerst Christol (22 S. 565, 566) aufmerksam gemacht: »Dans le genre des chevaux le cubitus est interrompu vers son tiers inférieur, il y a là arrêt de développement . . . ces faits ont été signalés par moi depuis plus de quinze ans.« Später sind durch Lavocat (74 S. 60) und Müller (84 S. 106, 108) nähere Angaben mitgetheilt worden und darauf hat Hensel in seiner umfassenden, an geistvollen Argumentationen reichen Abhandlung über Hipparion (58 S. 32) eine eingehende Schilderung der betreffenden Verhältnisse geliefert. Gleichwohl wird die in Rede stehende Thatsache noch mehrfach (van der Hoeven 60 S. 153, Owen 99 S. 456, Vrolik 118 S. 62, Carus 20 S. 158, Flower 31 S. 249, 266, Gegenbaur 47 S. 691, Schmidt 115 S. 297) ignorirt; unter den Zootomen von Fach haben nur Franck (36 S. 229, 230) und Chauveau (21 S. 86, 87) dieselbe anerkannt.

2) Die Wahrscheinlichkeit dessen, dass das Untersuchungsresultat ein positives sein werde, ist von Gervais (52 S. 50, 51) aus Gründen der Analogie betont worden. Der genannte Autor, der mit Recht die von Christol gemachte Annahme eines arrêt de développement unstatthaft findet, drückt seine Ansicht folgendermassen aus: »A mon sens l'opinion contraire est celle qu'il faudrait en avoir, et je suis bien persuadé que si l'on recherchait la disposition de ces os cubitus et péroné dans le foetus du cheval ou de l'âne, on les trouverait plus complets qu'ils ne le sont à un âge plus avancé. J'ai vu dans le vespertilion mystacin un cas de ce genre pour le cubitus, que l'on suit dans toute sa longueur chez le foetus, et qui est réduit chez l'adulte à deux petites pièces osseuses . . .«

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

oberen Antheil bereits verknöcherten Diaphyse schon in ziemlicher Ausdehnung unterbrochen, die untere, nunmehr erheblich verdickte Epiphyse mit dem correspondirenden Abschnitt des Radius aber noch nicht zusammengeflossen. Die Untersuchung von Zwischenstadien wird darzuthun haben, ob die Ulna während ihrer Reduction ein Stadium durchläuft, wo sie als allerdings noch einheitliches, aber schon sehr graciles, dem Radius eng angelagertes Gebilde erscheint und damit im Wesentlichen die Verhältnisse der Hipparien-Ulna (cf. Christol, 22 S. 566) wiederholt.

Hinsichtlich des Trapezium, welches bekanntlich nicht gerade selten dem Pferde noch zukommt, war zu untersuchen, wie dasselbe in frühen Stadien sich verhalten werde. Das Trapezium war im Stad. II und III (das Stad. I, in welchem die Differenzirung des Carpus kaum erst begonnen hatte, kommt nicht weiter in Betracht) nicht zu finden. Da der Carpus des Stad. III seine definitiven Verhältnisse fast vollständig erlangt hat, wird durch die Untersuchung von Zwischenstadien zu entscheiden sein, ob das Trapezium zwar ausnahmslos angelegt wird, bei der Mehrzahl der Individuen aber schon sehr bald wieder schwindet, oder ob für manche Fälle eine Agenesie zu statuiren ist. Die zweite Möglichkeit ist insofern die interessantere, als sie die Variationsbreite des Trapezium durch Hinabrücken der unteren Grenze derselben sehr erheblich vergrössert; dass sie die wahrscheinlichere ist, kann aus Gründen der Analogie vermuthet werden.

Was die Verhältnisse des Metacarpus betrifft, so musste von vorn herein zugestanden werden, dass für das Metacarpale I, da dasselbe schon den Tapiren vollständig fehlt (cf. 9 G. Tapirus S. 17), die Chancen, es aufzufinden, die geringsten seien [1]). Dasselbe hat nicht

1) Wegen der nahen Beziehungen, welche die Hipparien in ihren gesammten Skeletverhältnissen zu den Pferden haben, ist es erforderlich, auf eine von Hensel herrührende Angabe über die Existenz des Metacarpale I bei Hipparion etwas näher einzugehen, da diese Angabe mit der im Text gemachten Voraussetzung in Widerspruch steht. — Hensel (58 S. 64—66, Taf. II, Fig. 4, Taf. IV, Figg. 6, 7) hat aus dem Umstande, dass bei Hipparion in den von ihm untersuchten Fällen das Metacarpale II an dem medialen Umfange seiner Basis in der unmittelbaren Nähe seiner proximalen Endfläche eine Gelenkfläche zeigt, mit grosser Bestimmtheit gefolgert, dass Hipparion ein rudimentäres Metacarpale I besessen habe; seine Anschauung, der Kaup (71 S. 19, 25, 27, 30) mit einiger Zurückhaltung und Rütimeyer (111 S. 669) mit Entschiedenheit beigetreten sind, ist indess mit Recht schon von Gaudry (39 S. 224) angefochten worden. Aus der Darstellung dieses Letzteren geht hervor, dass in den von Hensel beobachteten Fällen das Trapezium, für dessen Untersuchung Hensel kein Material vorlag, mit dem Metacarpale II articulirt habe: »Au bord interne (des Trapezoides, cf. Taf. 35, Fig. 5) on voit un très-petit os, que

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nachgewiesen werden können, und es ist auch nicht wahrscheinlich, dass es bei fortgesetzter Durchmusterung anderer Stadien zu entdecken sein werde; allem Anschein nach liegt hier ein Fall von Agenesie vor. — Mit viel mehr Aussicht auf Erfolg durfte nach dem Metacarpale V gesucht werden, da dieses Skeletstück, welches beim Tapir bekanntlich einen noch functionirenden Finger trägt, noch bei Hipparion [1]) in einem Rudiment seines proximalen Theiles erhalten ist. Allerdings ist das Metacarpale V gleichfalls nicht gefunden worden, wegen des eben angeführten Umstandes ist indess die Vermuthung berechtigt, dass der Basaltheil desselben bei der Untersuchung von Zwischenstadien nachzuweisen sein werde. — In Bezug auf das Verhalten, welches das Metacarpale II und IV in frühen Stadien zeigen, ist zu erwähnen, dass die genannten Stücke im Beginn ihrer Differenzirung (Stad. I) insofern sehr

M. Hensel a mentionné sous le nom de premier métacarpien; d'après sa position sur le rang des os du carpe et surtout d'après les analogies avec les pattes des autres mammifères je le regarderais plus volontiers comme un trapèze; d'ailleurs, que ce soit un trapèze ou un premier métacarpien, il etc.;« in der Tabelle auf S. 225 und in der citirten Figur vertritt Gaudry die Deutung als Trapezium. Die Richtigkeit dieser Deutungsweise scheint mir unzweifelhaft; die Unhaltbarkeit der Hensel'schen Anschauung ergiebt sich eben schon bei Berücksichtigung des Umstandes, dass in morphologischer Beziehung die Extremitäten der Perissodactylen eine einheitliche Reihe (Tapirus, Palaeotherium, Anchitherium, Hipparion und Equus wären als Hauptetappen zu nennen) bilden, in der sowohl die Reductionen gewisser Skeletstücke (Ulna und Fibula; Metacarpale resp. Metatarsale II, IV und V mit den correspondirenden Fingern und Zehen) als die stärkere Entwicklung anderer Stücke (Radius und Tibia; Metacarpale und Metatarsale III, dritter Finger und dritte Zehe) eine stetige Zunahme zeigen; es würde aller Analogie zuwiderlaufen, wenn das Metacarpale I, das, wie bereits erwähnt, schon beim Tapir vollständig geschwunden ist, plötzlich bei Hipparion wieder auftreten sollte. Hensel selbst hat sich von ähnlichen Bedenken nicht ganz freimachen können, er constatirt wenigstens ausdrücklich die Ueberraschung, in die er durch seine Beobachtung versetzt worden; das Frappirende liegt indess meiner Ansicht nach nicht sowohl in der beobachteten Thatsache, als in der Folgerung, zu welcher dieselbe die Veranlassung gegeben; die Thatsache an sich hat um so weniger Ueberraschendes, als auch noch beim Pferde das Trapezium nicht selten, wie das schon Leyh (79 S. 101) angegeben hat, mit dem Metacarpale II articulirt. — Dass übrigens auch bei Hipparion das, wie es scheint, constant vorkommende Trapezium nicht in allen Fällen an das Metacarpale II anstösst, geht aus der Gaudry'schen Figur hervor.

1) Die Existenz des rudimentären Metacarpale V bei Hipparion hat schon Kaup (70 S. 174, 178, Taf. XII B, Fig. 5 *b*), der eine für dasselbe bestimmte Gelenkfläche am Metacarpale IV nachwies, mit Sicherheit vorausgesagt und zugleich die zutreffende Vermuthung ausgesprochen, dasselbe werde höchst wahrscheinlich wie bei Palaeotherium gestaltet sein. Später ist das Metacarpale V von Hensel (S. 65, Taf. II, Fig. 4, 9) aufgefunden, eingehend beschrieben und von ihm und Gaudry (S. 224, Taf. 35, Fig. 6) abgebildet worden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

primitive Zustände darbieten, als sie mit dem Metacarpale III [1]) erheblich divergiren und nicht so entschieden volarwärts verlaufen (cf. Fig. 20); sie besitzen annähernd die Länge des Metacarpale III, sind cylindrisch gestaltet und der Grössenunterschied, den ihre Querschnitte im Vergleich zu dem des Metacarpale III zeigen, ist noch nicht so erheblich wie später. Im Stad. II reicht das Metacarpale II, welches dem III näher liegt als das IV (cf. Fig. 21), etwas tiefer herab als dieses letztere (Fig. 22); sein verjüngtes distales, einfach abgerundetes Ende liegt ziemlich dicht über dem Niveau der Gelenkrolle des Metacarpale III; in diesem Verhalten liegt, — obgleich der zweite Finger eben so wenig beobachtet worden ist, als der 4., 5. und 1. —, ein der Schlussfolgerung Hensel's (S. 75), bei fortgesetzter Reduction der Hipparienhand werde der 2. Finger länger erhalten bleiben, als der 4., günstiger Umstand und fortgesetztes Suchen nach der Anlage des 2. Fingers wird um so mehr motivirt erscheinen, als bekanntlich, allerdings aber nur in äusserst seltenen Fällen, ein wohlentwickelter, wie bei Hipparion sich verhaltender 2. Finger beim Pferde beobachtet worden ist. Hensel (S. 71—75), der mehrere derartige Fälle zusammengestellt hat, gebührt das Verdienst, dieselben richtig gedeutet und in nachdrücklicher Weise darauf aufmerksam gemacht zu haben, dass diese vermeintlichen »Missbildungen« in morphologischer Hinsicht als eclatante Fälle von Atavismus das höchste Interesse verdienen [2]).

1) Die irrthümliche Ansicht, der zufolge das Metacarpale III und der 3. Finger eine Verschmelzung des Metacarpale III und IV und der gleichnamigen Finger darstellen, wird auch neuerdings noch von einzelnen Autoren (Joly und Lavocat 69 S. 262; Arloing 2 S. 71—73; Lavocat 76 passim; Chauveau 21 S. 87) mit Hartnäckigkeit vertheidigt. Die Beschaffenheit der Gründe, welche diese Ansicht stützen sollen, zu characterisiren, wird es genügen, aus dem von Lavocat, ihrem wortreichsten Vertreter, darüber Vorgebrachten ein paar Sätze (S. 415—417) herauszuheben: »Si le grand doigt du cheval était réellement simple, ce sérait assurément aux Palaeotherium que les chevaux ressembleraient le plus; mais une grande distance les sépare et, pour s'en convaincre, il suffit d'observer attentivement les Hipparion ou chevaux fossiles . . . chez les uns (Hippar.) comme chez les autres (Eq.) le grand doigt n'est pas simple, il est formé par la réunion de deux doigts, et ces deux doigts sont le 2. ou annulaire et le 3e ou médius (L. gehört zu den vereinzelten Autoren, die die Zählung vom Ulnarrande aus beginnen) . . . du reste, il ne saurait y avoir aucun doute à ce sujet, puisque, chez l'Hipparion, les deux doigts latéraux, pourvus de phalanges, sont bien évidemment le 1er et le 4e. Ce qui le prouve, ce sont les connexions carpiennes et aussi l'absence complète du métacarpien rudimentaire externe, constituant, chez tous les Palaeotherium, la trace du 1er doigt.«

2) Den Hensel'schen Fällen sind hinzuzufügen ein bei Burmeister (19 S. 238) citirter Fall und ein Fall, den Arloing (2 S. 64—67, Taf. I) beschrieben hat. Es

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

In Bezug auf die Fibula war zu untersuchen, ob dieselbe, deren Diaphyse im erwachsenen Thier bekanntlich in der gleichen Weise, wie bei der Ulna, unterbrochen, und deren untere Epiphyse [1]) mit der Tibia verschmolzen ist, einheitlich angelegt werde. Letzteres ist in der That der Fall, in Uebereinstimmung mit dem Verhalten der Ulna zeigt die Anlage der Fibula mehrfache sehr primitive Zustände, ihr vorzugsweise interessirender Abschnitt besitzt (Stad. I) einen erheblichen Durchmesser und Tibia und Fibula divergiren sehr stark (Fig. 23). Im Stad. II hat die cylindrische Anlage der Fibula sich noch beträchtlicher ausgebildet, ist aber der Tibia schon näher gerückt (Fig. 24, 25); im Stad. III ist die Continuitätstrennung bereits erfolgt.

Vom Metatarsale I und V mit den gleichnamigen Zehen, die schon bei den Tapiren vollständig geschwunden sind, hat nichts gefunden werden können; das Metatarsale II und IV verhielten sich im Allgemeinen wie die homodynamen Stücke des Metacarpus; von der 2. und 4. Zehe war nichts nachzuweisen.

Den vorstehenden aphoristischen Mittheilungen, die zur Anstellung von Schlussbetrachtungen nicht gerade einladen, sind ein paar epicritische Bemerkungen anzuschliessen. Einmal wird die Frage zu erörtern sein, mit welchem Grade von Wahrscheinlichkeit bei der Untersuchung eines lückenlosen Materiales erwartet werden könne, auf ein Stadium zu treffen, in welchem die Zustände des primitiven Extremitäten-Skeletes verwirklicht sind. Diese Frage lässt sich auf Grund der für das specielle Untersuchungsobject gemachten, zur Entscheidung derselben ausreichenden Erfahrungen und unter Bezugnahme auf analoge Verhältnisse bei

wäre zu wünschen, dass die Veterinaire, zu deren Kenntniss diese eben so seltenen als interessanten Rückschläge meist allein gelangen, statt sich mit der Entfernung der vermeintlichen Monstrosität zu beeilen, in jedem einzelnen Falle eine eingehende Untersuchung des Extremitäten-Skeletes und des Zahnsystems anstellten und über die Resultate Bericht erstatteten; im Arloing'schen Fall war die Ulna weniger reducirt und das Trapezium sehr stark entwickelt.

1) Der Erste, welcher der untern Epiphyse der Fibula Erwähnung gethan hat, ist Goethe (54 S. 92) gewesen. Spätere Angaben lieferten Christol (22 S. 566), Bendz (5a S. 51 und sehr eingehend 6 S. 477, 478, 514), Lavocat (74 S. 60), Müller (84 S. 135) und Hensel (S 35). (Nicht gerechtfertigt ist die Bemerkung Hensel's, aus den Mittheilungen Christol's scheine hervorzugehen, dass die Fibula in ihrer ganzen Länge erhalten sei; der von Hensel selbst citirte Satz Christol's: »le peroné est interrompu vers son tiers inférieur« ist doch wohl unzweideutig genug). Van der Hoeven (60 S. 160), Owen (99 S. 456), Carus (20 S. 158), Flower (31 S. 301), Gegenbaur (47 S. 700) und den Zootomen von Fach mit Ausnahme von Franck (36 S. 257, 258) und Chauveau (21 S. 111) ist das betreffende Verhalten unbekannt geblieben. Hinsichtlich der Variationsbreite der Fibula cf. Rigot (108 S. 266), Hensel und Chauveau (l. c.).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

andern Objecten mit Sicherheit dahin beantworten, dass diese Wahrscheinlichkeit überhaupt nicht besteht. Denn so berechtigt wegen des Vorhandenseins specieller Gründe die Voraussetzung ist, dass für einzelne Skeletstücke sich noch werde nachweisen lassen, dass dieselben transitorisch auftreten, eben so willkürlich ist die Annahme, dass dieser Nachweis für alle ohne Unterschied zu erwarten sei, und die Unmotivirtheit dieser Annahme verdient um so schärfer hervorgehoben zu werden, als Schriftsteller eines gewissen, von Rütimeyer (114 S. 301, 302) neuerdings in äusserst zutreffender Weise gekennzeichneten Genre's die Pentadactylie der Einhuferembryonen als längst ausgemachte Thatsache hinstellen. — Sodann ist die Frage aufzuwerfen, wie die sehr bedeutenden Incongruenzen, welche die in den untersuchten Stadien angetroffenen Entwicklungsverhältnisse der einzelnen Skeletstücke im Vergleich zu den bei andern Perissodactylen persistirenden Zuständen zeigen, zu deuten seien. Eine Erledigung dieser Frage erscheint mir nicht ausführbar; es lässt sich darüber nur sagen, dass das in Rede stehende Verhalten nicht als Beweis dafür angesehen werden kann, dass die Annahme einer Descendenz des Pferdes von früheren, weniger reducirten Formen unhaltbar sei. Die Unstatthaftigkeit einer derartigen Folgerung ist durch das Vorhandensein entgegenstehender Thatsachen bedingt, unter denen ich hier nur eine Gruppe von Verhältnissen anführe, die Rütimeyer constatirt hat. Rütimeyer, dem das Verdienst gebührt, in einer umfassenden, äusserst sorgfältigen Untersuchung über das Zahnsystem der Ungulaten (111) auf die sehr bedeutungsvolle Thatsache aufmerksam gemacht zu haben (111 passim; cf. auch 112 S. 309—315 und 113 S. 70, 71), dass das provisorische Gebiss geologisch jüngerer Formen dem Zahnsystem älterer Formen näher steht als das Ersatzgebiss, hat speciell für das jetzt lebende Pferd nachgewiesen, dass das Milchgebiss desselben dem Ersatzgebiss des pleistocaenen Pferdes Mitteleuropa's ähnlicher ist als sein Ersatzgebiss, und dass ebenso das pleistocaene Pferd, welches in seinem definitiven Gebiss durchweg Charactere zeigt, die den Uebergang vom Hippariengebiss zum Gebiss der jetzigen Pferde vermitteln, in seinem vorübergehenden Gebiss sich noch enger an Hipparion anschliesst (111 S. 676—682; cf. auch S. 671, 672). An diesen Nachweis hat Rütimeyer die Vermuthung eines genetischen Zusammenhanges des jetzt lebenden Pferdes mit den früher genannten Formen geknüpft und die Berechtigung dieser Vermuthung ist um so weniger bezweifelbar, je grösser der Formenreichthum derjenigen[1])

1) Es wäre sehr wünschenswerth, dass das Extremitätenskelet der zahlreichen miocaenen, pliocaenen und pleistocaenen, in mehrere Genera gebrachten Formen der Equiden, die Falconer (30 Taf. 81, 82, Fig. 1—12, 83 ex p., 84 Fig. 1—4, 13—19,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Equiden früherer Perioden ist, die, nach den Verhältnissen ihres Zahnsystemes zu urtheilen, Zwischenformen zwischen den Hipparien und der jetzt lebenden Equusgruppe gebildet haben.

II. Vögel.

Es ist ursprünglich nicht meine Absicht gewesen, das durch die Mannigfaltigkeit der Reductionen bekanntlich sehr interessante Extremitäten-Skelet der Vögel in Bezug auf seine Entwicklung näher zu untersuchen. Der Grund dafür lag in dem Umstande, dass dieses Thema erst unlängst von einem Meister der vergleichend-anatomischen Forschung behandelt worden war, bei welcher Gelegenheit die einzelnen noch offenen Fragen eine so stricte Beantwortung gefunden hatten, dass es kein Interesse haben konnte, an eine Untersuchung zu gehen, die kein anderes Resultat erwarten liess, als eine einfache Bestätigung der Ergebnisse, zu denen Gegenbaur gelangt war und die inzwischen bereits mehrfache Zustimmung erfahren hatten. Indess bedingte der Wunsch, die betreffenden Verhältnisse auch aus eigener Anschauung kennen zu lernen, eine gelegentliche Untersuchung derselben; wider Erwarten stellte sich dabei heraus, dass auf dem in Rede stehenden Gebiete, welches als abgeschlossen gelten konnte, noch einige Nachlese zu halten sei, und durch diesen Umstand ist die Untersuchung veranlasst worden, welche den Stoff zu den nachstehenden Erörterungen geliefert hat.

Von den Abschnitten, in welche das Skelet der vorderen Extremität der Vögel sich gliedert, bietet nur das Handskelet Interesse. Letzteres

85 Fig. 1—8; und 88 S. 524—531), Gervais (53 S. 77—79), Rütimeyer (111 S. 671—686, Taf. I, Fig. 6—8, 10, 12, III Fig. 30, 35—37, IV Fig. 42, 43), Burmeister (19 S. 245—251, Taf. XIII, Fig. 1, 8, 12), Leidy (77 S. 257, 262—279, 292—302, 315—325, 327—330, Taf. 17, 18 Fig. 39—56, 19, 21 Fig. 32, 33, 27 Fig. 1, 3—7) Owen (101 S. 544—552, Taf. 57 Fig. 5—8, 60 Fig. 2—6; 101a S. 559—570, 572, Taf. 61 Fig. 1—5, 62 Fig. 1—8) u. A. beschrieben haben, näher untersucht und dass namentlich das offenbar sehr reiche Leidy'sche Material hierüber veröffentlicht werde. Was bis jetzt über diesen Gegenstand vorliegt, beschränkt sich auf gelegentliche Notizen, die sich für den Versuch, genealogische Beziehungen zu ermitteln, nicht weiter verwerthen lassen. — Hier, wie bei andern Gelegenheiten, drängt sich immer wieder die Ueberzeugung auf, die meisten fossilen Formen seien nur deshalb so unvollständig bekannt, weil die Ausbeutung von Lagerstätten in der Mehrzahl der Fälle Personen überlassen bleibt, die den Werth eines Skeletstückes nach seiner Grösse beurtheilen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wird zunächst und vorzugsweise durch die Verhältnisse des Carpus bedingt, hinsichtlich dessen die Ansichten der früheren Autoren insofern auseinandergingen, als die Einen den Carpus nur aus zwei discreten Elementen (— vom Sehnenbein des Ext. plicae alar. ant long. natürlich abgesehen —) bestehen liessen, während die Anderen annahmen, dass ein oder mehrere Stücke desselben mit dem Metacarpus verschmolzen seien. Zu den Vertretern der ersteren Ansicht zählen Meckel (84 S. 98), d'Alton (1 S. 4), Brandt (13 S. 216), Blanchard (11 S. 98, 99) und Parker (103 S. 229) —; in die zweite Kategorie gehören Cuvier (26 S. 437, 438), der die Vermuthung aussprach, dass alle fünf Carpalien (»la seconde rangée du carpe«) mit dem Metacarpus verschmolzen seien [1]; Owen (93 S. 548), der, — ursprünglich (90 S. 286) ebenfalls ein Anhänger der ersteren Ansicht —, eine Verschmelzung des Carpale ^{3} (Magnum Ow.) mit dem Metacarpus annahm [2], und Humphry (61 S. 6, 7; Taf. II Fig. 34), der sich im Text allerdings mit einiger Reserve äussert [3], in der citirten Figur aber, wie sich aus der Bezifferung ergiebt, das Carpale $^{3-5}$ mit dem Metacarpus vereinigt sein lässt. Auch Sundevall (117 S. 309) würde hierhergehören; derselbe macht indess die mit der Mittelhand verschmelzenden Stücke nicht weiter namhaft und lässt auch noch die andere Möglichkeit offen. — Durch Gegenbaur (43 S. 38—42; Taf. III Fig. 3) ist die Frage, ob resp. wieviel Carpalien mit dem Metacarpus verschmelzen, dahin beantwortet worden, dass eine Verschmelzung überhaupt nicht statt hat. Nach Gegenbaur differenziren sich im Carpus überhaupt nur zwei Stücke, von denen das eine dem Radiale, das andere, einen Fall von Connascenz

1) Diese Vermuthung ist neuerdings von Franck (36 S. 1032) in beiläufiger Notiz wiederholt worden. Eigene Beobachtungen scheinen der citirten Bemerkung nicht zu Grunde zu liegen, es wäre Franck, abgesehen von andern Irrthümern, sonst nicht begegnet, das Metacarpale I zu übersehen und die Grundphalanx des Daumens dafür zu erklären (cf. S. 1032 und die Erklärung der Fig. 478 auf S. 1030).

2) Diese Anschauung scheint Owen später (94 S. 104, 105) wieder aufgegeben zu haben: »The carpal and tarsal segments agree in the paucity of their divisions, two bones in each, in all birds . . the metacarpals coalesce proximally with only part of the carpal series, if at all.« Die Fig. 4 auf Taf. I zeigt nach Ausweis der Bezifferung und der Abgrenzung der Metacarpalien den Carpus nur aus zwei discreten Elementen gebildet. — Nachdem sodann (95 S. 223 und 96 S. 19) nochmals die Ansicht vertreten worden, dass das Carpale ^{3} mit dem Metacarpus sich verbunden habe, findet sich in einer Mittheilung noch neueren Datums (98 S. 37; Taf. II Fig. 2) die ursprüngliche Anschauung retablirt.

3) »In the terminal segment of the bird's wing the several parts are more confused, and it is not easy to refer them precisely to their respective homotypes in the other classes, . . . there are two separate bones in the carpus, and it would look as though a third were blended with the upper end of the triple metacarpal.«

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bietend, dem Intermedio-Ulnare (cf. S. 35, 22 und 23) entspricht; das Centrale und die Carpalien werden nicht mehr angelegt. Der Vogelcarpus hat sonach eine sehr weit gediehene Reduction erfahren, er ist morphologisch im Wesentlichen als reducirter Reptiliencarpus aufzufassen und repräsentirt im Specielleren, wie detailirter erörtert wird, eine extreme Steigerung und Weiterführung von Verhältnissen, die bei den Crocodilen sich bereits angebahnt hatten (cf. S. 32—38, 52; Taf. III Figg. 1 *A* und *B*, 2). Die aus diesen Untersuchungen resultirenden, neuerdings (47 S. 689) recapitulirten Anschauungen Gegenbaur's über den Carpus der ausgebildeten Vogelhand werden von der überwiegenden Mehrzahl derjenigen Autoren, die Deutungen der betreffenden Verhältnisse bringen, getheilt. Es gehören hierher Harting (57 S. 219, 220) Eyton (28 S. III, Taf. 1), Milne Edwards in seinem classischen Werke (83 I. S. 61), Carus (20 S. 196), Rüdinger (110 S. 133, 158, 159), Parker (104 S. 515), Selenka (116 S. 72—74), Newton (89 S. 342, 343), Huxley (67a S. 291, 292) und Schmidt (115 S. 298); entgegengesetzt lautende Angaben habe ich nur bei Owen (99 S. 73) und Cunningham (24 S. 108, 110; Taf. VIa Fig. 16) gefunden. Ersterer, der das Intermedium mit dem Radiale vereinigt sein lässt, statuirt die Verschmelzung des Carpale 3 mit dem Metacarpale III (Zählung nach Ow.), ohne indess näheres Detail mitzutheilen; letzterer findet, dass das Carpale 3 mit dem Metacarpale II und III (Zählung nach Meckel) sich verbunden habe, und veranschaulicht dieses Verhalten durch eine Abbildung, welche die Basalflächen der genannten Metacarpalien in einem Niveau liegend zeigt.

In Betreff des Metacarpus stimmen alle Untersucher, welche Mittheilungen über seine Entwicklung machen, so namentlich K. E. v. Baer (4 I S. 95; II S. 96, 101), Cuvier (26 S. 438), Gegenbaur (43 S. 40, 41) und Milne Edwards (83 I S. 61), hinsichtlich des Umstandes überein, dass nur drei Metacarpalien (mit den correspondirenden Fingern) angelegt werden, bezüglich der Deutung derselben ist indess noch keine Einigung erzielt. Nach der einen Anschauung, die hauptsächlich von Meckel (81 S. 99, 100, 102), K. E. v. Bär (4 I S. 95) und Cuvier (26 S. 438) begründet worden ist, entsprechen die drei, später bekanntlich meist in ziemlich beträchtlicher Ausdehnung mit einander verschmelzenden Metacarpalien der Vogelhand dem Metacarpale I—III des primitiven Handskeletes, die Agenesie hat sonach nur an der ulnaren Seite stattgefunden. Diese Zählungsweise, für welche neuerdings Gegenbaur mit gewichtigen, aus dem Verhalten des Metacarpus gewisser Reptilien hergeleiteten Gründen (cf. 43 S. 40—42) eingetreten ist, ist gegenwärtig fast von allen Autoren, — unter ihnen wären Milne Edwards (83 I S.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

294) und Huxley (65 S. 68) hervorzuheben —, adoptirt; die ihr gegenüberstehende Ansicht, der zufolge die drei zur Entwicklung gelangenden Metacarpalien dem Metacarpale II—IV homolog sind, findet sich nur von Owen (99 S. 73, 74), der sie aufgestellt hat (94 S. 104), und von Humphry (61 S. 7) vertreten. Ihre Hauptstütze hat diese Ansicht in der Owen'schen Deutung der Handreste von Archaeopteryx[1]), und allerdings müsste, wie sich bei den bekannten, häufig erörterten, nahen Beziehungen dieses Fossiles zu den Vögeln mit reducirter Caudalwirbelsäule (Ratiten und Carinaten) von selbst versteht, die Meckel'sche Zählungsweise unbedingt aufgegeben werden, wenn in der Folgezeit durch die Auffindung vollständigerer Exemplare (— Archaeopteryx, deren Reste bekanntlich zu den werthvollsten Besitzthümern des an paläontologischen Schätzen so überaus reichen British Museum gehören, ist leider noch immer Unicum —) die Owen'sche Deutungsweise bestätigt werden sollte[2]); aus den schon von Gegenbaur hervorgehobenen allgemeineren Gründen ist indess die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Fall sich ereignen werde, eine sehr geringe, und deshalb wird im Folgenden der Zählung nach Meckel beigetreten werden. —

1) Owen selbst betrachtet übrigens seine Deutung nicht als vollkommen gesichert; nachdem er die einzelnen Skeletstücke und ihre Lagerungsverhältnisse geschildert (98 S. 37, 38), bemerkt er ausdrücklich: »It is true, that the parts of the present skeleton show a certain amount of dislocation, and one of the claw-bearing digits might have belonged to the left wing; but this is less probable than that they are on their right side«, und eine ähnliche Aeusserung findet sich an einem spätern Orte (99 S. 74): » . . . the remains of the unique example of this ancient fossil bird make it probable, that the hand had a second free unguiculate digit, perhaps the homologue of the pollex.« — Von dem Einwurfe abgesehen, der in dem erstcitirten Passus berührt ist, lässt sich gegen die Owen'sche Deutungsweise meiner Ansicht nach noch ein anderes Bedenken erheben. Dasselbe richtet sich gegen die von Owen als selbstverständlich betrachtete Voraussetzung, dass die als erster und zweiter Finger gedeuteten Skelettheile factisch zum Handskelet von Archaeopteryx gehört haben; beachtet man das Missverhältniss, in welchem die Dimensionen dieser Theile, — das Gesagte bezieht sich in erster Linie auf die kolossale, starkgekrümmte Endphalanx —, zu denen des Metacarpale III und IV (Ow.) und der übrigen Skeletstücke stehen, so kann der Vermuthung, die erstgenannten Stücke seien fremde Einschlüsse, die Berechtigung nicht abgesprochen werden. (cf. 98 Taf. I Fig. 1; in der halbschematischen Fig. 1 auf Taf. II tritt das erwähnte Missverhältniss nicht deutlich genug hervor.) —

2) Selenka, der sich für die Zählung nach Meckel entschieden hat (116 S. 73—75), dabei zugleich aber die Ansicht vertritt, Archaeopteryx habe »sicher« vier Finger besessen (S. 74, 75), würde in einige Verlegenheit gerathen, wenn er den Versuch machen wollte, in seiner Fig. 5 auf Taf. III, die eine Copie der Owen'schen Restauration der Archaeopteryx-Hand darstellt, den am meisten radialwärts gelegenen Finger zu beziffern.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Aus dem Angeführten ergeben sich ohne Weiteres diejenigen speciellen Verhältnisse, welche bei einer erneuten Untersuchung der Entwicklung des Handskelets der Vögel vorzugsweise zu berücksichtigen waren. Das Ergebniss dieser Untersuchung, soweit dieselbe auf das Hühnchen [1]) sich bezieht, lässt sich dahin zusammenfassen, dass im Carpus von den fünf Carpalien des primitiven Handskeletes einerseits das Carpale $^{1.\,2.}$, andererseits das Carpale $^{3.\,4.}$ sich entwickeln, allmälig eine sehr beträchtliche Ausbildung erreichen und schliesslich persistiren, indem sie mit einander und mit dem Metacarpus verschmelzen; hierdurch kommen für den »Metacarpus« der ausgebildeten Vogelhand ähnliche Verhältnisse zu Stande, wie sie vom Metatarsus her bekannt sind. Jedes der genannten Carpusstücke stellt ein auch in der ersten Anlage einheitliches Gebilde dar, über dessen Deutung wegen der Beziehungen zu den Metacarpalien kein Zweifel bestehen kann: das Carpale $^{1.\,2.}$ verbindet sich mit den Basalflächen des Metacarpale I und II; das Carpale $^{3.\,4.}$ trägt das Metacarpale III und ursprünglich auch das transitorisch auftretende Metacarpale IV. Das Metacarpale IV, welches im Lauf der Entwicklung, wie soeben bereits erwähnt, seine anfänglichen Beziehungen zum Carpale $^{3.\,4.}$ aufgiebt, erreicht den Höhepunct seiner Ausbildung erst unverhältnissmässig spät und verfällt alsdann, mit dem Metacarpale III verschmelzend, der Reduction, um schliesslich, — wenigstens in der Mehrzahl der Fälle, ob immer, lässt sich nicht entscheiden —,

1) Das Hühnchen musste schon deshalb gewählt werden, weil Gegenbaur dasselbe als Hauptobject benutzt hatte. Das untersuchte Material vertheilt sich auf folgende Stadien:

Std.	I,	Entfernung vom Grunde der Inguinalfalte bis zur Mitte des freien Randes der plattenförmigen hinteren Extremität	2 mm.
—	II,	desgl.	3,2 —
—	III,	Entfernung vom Grunde der Inguinalfalte bis zur Spitze der 3. Zehe	3,4 mm.
—	IV,	desgl.	4,5 —
—	V,	Entfernung von der Höhe der Tarsalwölbung (an der Plantarfläche gemessen) bis zur Spitze der 3. Zehe	3,8 mm.
—	VI,	desgl.	6,5 —
—	VII,	desgl.	11,3 —
—	VIII,	desgl.	14,6 —
—	IX,	seit zehn Tagen ausgeschlüpftes Hühnchen.	

Für die folgenden Altersstufen war die Herstellung von Schnittserien nicht mehr erforderlich, die einfache Freilegung des Handskeletes genügte; bei 4 von diesen Stadien wurde das Verhalten des Metacarpale IV auf Schnitten untersucht. — Als zweites Untersuchungsobject hat der Sperling gedient; die ursprüngliche Absicht, denselben dem Hühnchen für die älteren Stadien zu substituiren, musste aufgegeben werden, da sich unerwartete Differenzen herausstellten (cf. Text).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vollständig wieder zu schwinden. Hinsichtlich des Centrale[1]), des Carpale 5, des Metacarpale V[2]), des 4. und 5. Fingers[3]) muss ich, hierin mit den früheren Untersuchern übereinstimmend, die Agenesie dieser Skeletstücke constatiren. —

Es wird nunmehr erforderlich sein, auf die Verhältnisse, welche das Carpale 1. 2., das Carpale 3. 4. und das Metacarpale IV darbieten, etwas näher einzugehen. — Was zunächst das Carpale 1. 2. betrifft, so bildet dasselbe, von vorn herein als einheitliche Anlage auftretend, im Beginn seiner Differenzirung (Stad. II und III) eine dünne, leicht convex-concave, annähernd kreisförmige, mit zugeschärftem Rande versehene Platte oder Scheibe, welche von der Basis des Metacarpale II, der sie ihre concave Fläche zuwendet und die sie an Durchmesser um etwas übertrifft, durch einen ziemlich bedeutenden Zwischenraum getrennt ist. Der dem Metacarpale I zusehende, von ihm ziemlich weit abstehende Randtheil geht ohne scharfe Grenze in noch indifferent erscheinendes, durch dichtere Zusammendrängung der Zellen characterisirtes Gewebe über, welches sich bis zur Basis des Metacarpale I verfolgen lässt. — Die Formveränderungen, welche das Carpale 1. 2. im weiteren Verlauf der Entwicklung unter gleichzeitigem Fortschreiten der Gewebsdifferenzirung eingeht, sind zunächst noch unbedeutend und

1) Obgleich bei keinem der untersuchten Embryonen eine Anlage des Centrale sich hat nachweisen lassen, scheint dasselbe doch nicht in allen Fällen agenetisch zu sein. Ich schliesse das aus dem gelegentlichen Vorkommen eines ellipsoidischen, in seinem längsten Durchmesser etwa 2,5 mm. messenden Knöchelchen in der Bandmasse, die von dem ulnaren Rande der distalen Fläche des Radiale zum Intermedio-Ulnare sich hinzieht (Lig. carpi intern. nach Selenka S. 73). Das betreffende, von keinem der mir bekannten Autoren erwähnte, nicht gerade selten zu findende Knöchelchen, welches keineswegs wie eine partielle Ossification des Lig. carpi intern. erscheint, liegt dem Radiale ziemlich dicht an. Da es genau den Ort einnimmt, wo bei vielen Reptilien (den Eidechsen, cf. Gegenbaur 43 S. 22, Taf. II Figg. 4—11) das Centrale, welches letztere manchmal, so namentlich bei Seps (S. 24, Taf. II Fig. 8), schon sehr klein ist, liegt, ist dasselbe aller Wahrscheinlichkeit nach als Centrale anzusehen.

2) Besonderes Interesse hätte die Auffindung des Metacarpale V gehabt, weil dadurch die Controverse hinsichtlich der Zählungsweise endgültig erledigt worden wäre.

3) Die Entwicklung des bekanntlich nur noch aus der Grundphalanx bestehenden dritten Fingers, der vier Phalangen besitzen müsste, wenn er nicht verkümmert wäre, habe ich nicht weiter untersucht. Wie Gegenbaur angiebt (43 S. 41), entwickelt sich nur die Grundphalanx desselben; nach einer gelegentlichen Beobachtung halte ich es für wahrscheinlich, dass vorübergehend wenigstens noch die 2. Phalanx zur Ausbildung gelangt. In dem betreffenden Falle (Stad. VI) trug die Spitze der Grundphalanx die unverkennbare Anlage eines Gelenkes, dem eine kegelförmige Zellengruppe vorgelagert war.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

beschränken sich im Wesentlichen auf rascheres Wachsthum des dorsalen Antheils; noch im Stad. V bestehen die ursprünglichen Verhältnisse fast ungeändert fort (cf. Fig. 27). Sodann (Stad. VI) beginnt die Verschmelzung des Carpale $^{1.2.}$ mit der ulnar- und zugleich etwas proximalwärts gerichteten, eine schmale Zone bildenden Basalfläche des Metacarpale I, ein Vorgang der zuerst nur in beschränkter Ausdehnung, am dorsalen und volaren Rande der Basis, zu Stande kommt. Dabei ist zugleich der Abstand vom Metacarpale II geringer geworden, die Platte hat sich ziemlich erheblich verdickt und so wird das Verhalten vorbereitet, welches das Carpale $^{1.2.}$ im Stad. VII zeigt, wo es seine definitive Form nahezu erlangt hat. Dasselbe stellt jetzt eine im Querschnitt annähernd vierseitige (cf. Fig. 33) Knorpelplatte von ungleicher Mächtigkeit dar, die fast mit dem ganzen Umfange der Randzone ihrer distalen, im Centrum stark vertieften Fläche mit den entsprechenden Partieen der in ihrer Mitte gleichfalls vertieften Basis des Metacarpale II zu verschmelzen begonnen hat, wobei die characteristische Stellung der Knorpelzellen die frühere Isolirtheit beider Stücke ohne Weiteres erkennen lässt. Nur an einer beschränkten, radialwärts gelegenen Stelle (cf. Fig. 30), sowie in einer etwas längeren Strecke des Ulnarumfangs ist die Verschmelzung noch nicht eingeleitet. Die proximale Fläche des Carpale $^{1.2.}$ ist in der Richtung vom radialen zum ulnaren Rande stark convex (Figg. 29—32), in der darauf senkrechten noch fast plan (Fig. 28), erst später wird sie deutlich concav; sie verläuft ziemlich stark geneigt, die dorsale, etwas gewölbte Seitenfläche ist deshalb beträchtlich höher als die bedeutend kleinere Volarfläche (Fig. 28). Die radiale Seitenfläche zerfällt in zwei Abschnitte; der grössere, dorsalwärts gelegene, plane Antheil ist mit der Basalfläche des Metacarpale I in ganzer Ausdehnung verschmolzen und der Form dieser Fläche entsprechend volarwärts verschmälert, der freibleibende Abschnitt ist verjüngt und stark convex. Eine ulnare Seitenfläche existirt kaum, die proximale und distale Fläche gehen ulnarwärts durch einen im Allgemeinen abgerundeten, nur in seiner mittleren Partie zugeschärften, fast geradlinig verlaufenden Rand ineinander über. — In späterer Zeit vereinigt sich das Carpale $^{1.2.}$, das dabei zugleich mit dem Carpale $^{3.4.}$ zusammenzufliessen beginnt, in immer grösserer Ausdehnung mit dem Metacarpale II; im Stad. VIII, wo die Verschmelzungsgrenze gegen das Metacarpale I nicht mehr erkannt werden kann, ist die Verschmelzung am Radialumfange bereits vollständig und der centrale Zwischenraum erheblich verkleinert; im Stad. IX, wo das Carpale $^{1.2.}$ schon stark vascularisirt ist, hat sie sich vollendet. Erst durch die Verknöcherung wird die ursprüngliche Selbstständigkeit des Carpale $^{1.2.}$, selbstverständlich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aber nur scheinbar, vorübergehend wieder hergestellt (cf. Fig. 39 a) und damit einer der Fälle gegeben, in denen die Art und Weise des Auftretens der Ossification einen Rückschluss auf frühere Zustände gestattet. Es ist offenbar, dass die Beobachtung einer solchen Entwicklungsstufe die Eingangs citirten Anschauungen von Owen und Cunningham veranlasst hat; bei der Beurtheilung der Angaben dieser Autoren ist indess der Umstand zu berücksichtigen, dass weit früher als die Ossification beginnt, die Verschmelzung des Carpale $^{1.\,2}$ mit dem Metacarpale I und II und mit dem Carpale $^{3.\,4.}$ zu einer Knorpelmasse erfolgt ist, und dass auch bei Vögeln eine Epiphysenbildung nicht vollständig fehlt, wie das neuerdings von Huxley für den vordern Antheil des proximalen Endes der Tibia, der isolirt verknöchert (»cnemial epiphysis«), dargethan worden ist (66 S. 30 und Fig. 2 auf S. 20). Für die Schätzung der Grössenverhältnisse, die das Carpale $^{1.\,2.}$ um diese Zeit zeigt, giebt die Fig. 39 a Anhaltspuncte; dass das Carpale $^{1.\,2.}$, welches im weitern Verlauf der Verknöcherung mit den vorher genannten, ebenfalls isolirt ossificirenden Skeletstücken vollkommen verschmilzt (— zuerst vereinigt es sich mit dem Metacarpale I, sodann mit dem Carpale $^{3.\,4.}$ —), persistirt, bedarf eigentlich nicht mehr der Erwähnung; seine proximale Fläche bildet die poulie supérieure du métacarpien oder carpienne (métacarpienne I S. 62) von Milne Edwards (I S. 61 und passim).

Das Carpale $^{3.\,4}$, welches sich gleichfalls als einheitliche Zellengruppe differenzirt (Stad. II und III), hat zunächst die Form eines in dorso-volarer Richtung etwas abgeplatteten Cylinders, welcher vom Carpale $^{1.\,2.}$ und dem Metacarpale II durch einen beträchtlichen Zwischenraum getrennt ist; seine proximale Endfläche liegt etwas höher als die gleichnamige des Carpale $^{1.\,2.}$, während die distale Endfläche nur wenig unter das Niveau der Basis des Metacarpale II hinabreicht. In den radialen Antheil der distalen Fläche geht die Basis des Metacarpale III ohne deutliche Grenze über; ein Abschnitt der ulnaren Randzone trägt die Basis des Metacarpale IV, die ebenfalls nicht deutlich abgesetzt ist. Diese primitiven Beziehungen zu den beiden Metacarpalien, die an das Verhalten der ungegliederten Radien des Archipterygium erinnern, bleiben indess nicht lange bestehen: die stark sich verbreiternde Basis des Metacarpale III beginnt sich abzugrenzen und erscheint im Stad. VI deutlich durch Perichondrium vom Carpale $^{3.\,4.}$ isolirt, worauf im Stad. VII die Verschmelzung der beiden Knorpel sich einleitet; das Metacarpale IV, dessen Basis sehr bald zu verkümmern anfängt, rückt in dem Masse, als diese Reduction fortschreitet, vom Carpale $^{3.\,4.}$ ab, und nur durch das langsamer atrophirende Perichondrium des Basaltheils, welches nunmehr einen soliden strangförmigen Zug dichteren Ge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

webes bildet, wird noch für längere Zeit eine mittelbare Verbindung unterhalten. — Seine ursprüngliche Form im Wesentlichen auch in den folgenden Stadien (cf. Fig. 27) beibehaltend, entwickelt das Carpale $^{3.4.}$ (Stad. IV) einen zunächst noch kurzen, kegelförmigen Fortsatz, der von dem distalen Theil der radialwärts sehenden Seitenfläche entspringt und radial- und zugleich volarwärts gerichtet ist. — Im weitern Verlauf der Entwicklung rückt das Carpale $^{3.4.}$, dessen distaler Theil sich stärker vergrössert als der proximale, der allmälig eine Kuppenform annimmt, dem Carpale $^{1.2.}$ und dem Metacarpale II immer näher und gelangt zugleich tiefer hinab (cf. Fig. 34), welche Lagenveränderung vorzugsweise durch die excessive Entwicklung des Metacarpale II bedingt erscheint. Sodann beginnt die Verschmelzung des proximalen Antheils mit dem Carpale $^{1.2.}$; dieselbe betrifft anfänglich (Stad. VIII) nur die dorsale Grenzzone, im Stad. IX ist sie vollständig eingetreten und die ursprüngliche Isolirtheit der beiden Stücke auch aus der Stellung der Knorpelzellen nicht mehr zu erschliessen (cf. Fig. 36 im Vergl. zu Fig. 33). Erst durch den Eintritt der Verknöcherung erlangt das Carpale $^{3.4.}$, in derselben Weise wie das Carpale $^{1.2.}$, seine frühere Selbstständigkeit für einige Zeit scheinbar wieder zurück; beim weitern Fortschreiten der Verknöcherung verschwindet zuerst die Abgrenzung gegen das Carpale $^{1.2.}$, — eine seichte Einkerbung, die échancrure interarticulaire interne von Milne Edwards (I S. 62, II S. 207), bleibt an der Stelle bestehen, wo die proximalen Theile der beiden Knorpel zusammentrafen —; sodann erfolgt die Vereinigung mit dem Metacarpale III; der Grund einer Einsenkung am ulnaren Rande des Carpo-Metacarpus [1]), die Milne Edwards als Fosse carpienne postérieure (I S. 62) beschrieben hat, bezeichnet den Ort, wo die distale Partie des Carpale $^{3.4}$ in die Basis des Metacarpale III übergeht. Die gewölbte dorsale Fläche des Carpale $^{3.4.}$ bildet die Articulationsfläche für den dorsalen Schenkel des Intermedio-Ulnare; die volare Fläche höhlt sich allmälig etwas aus; der früher abgerundete ulnare Rand schärft sich immer mehr zu, und wird zuletzt fast schneidend. — Inzwischen hat der Fortsatz des Carpale $^{3.4.}$ sich erheblich vergrössert; im Stad. VII erscheint er, unter rechtem Winkel vom Körper des Carpale $^{3.4.}$ abgehend (Fig. 32), fast cylindrisch, etwas comprimirt (Fig. 28), sein abgerundetes Ende ist in die Nachbarschaft der Sehne des Flex. digg. long. prof. (cf. 110 S. 159) gelangt (Fig. 34). Dieses Ende beginnt

1) Es erscheint zweckmässig, die Thatsache, dass in die Zusammensetzung des »Metacarpus« der ausgebildeten Vogelhand auch Elemente des Carpus eingehen, durch den im Text gebrauchten Terminus auszudrücken, der trotz seiner Incorrectheit aus nahe liegenden Gründen nicht leicht Missverständnisse veranlassen kann.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

später, wo der Fortsatz sich noch stärker entwickelt hat, sich zu verdicken; es bleibt dabei zunächst noch convex (Stad. VIII) und ist der Sehne schon sehr nahe gerückt. Im Stad. IX hat der Fortsatz seine bleibende Gestalt nahezu erreicht; er ist jetzt besonders in seinem Basaltheil stark verbreitert, und der Volarfläche des Metacarpale II, mit dessen Periost sein Perichondrium durch kurze Bindegewebszüge zusammenhängt, entsprechend gekrümmt, so dass seine concave Fläche sich verhältnissmässig eng dem Metacarpale II anschliesst; sein stark verdicktes Ende zeigt eine seichte Furche, in welcher die erwähnte Sehne nunmehr verläuft (cf. Fig. 37). Dieses Ende, dessen Sehnenfurche sich später meist noch etwas vertieft, verknöchert erst sehr spät, — noch in dem Stadium, welches die Fig. 39 a wiedergiebt, ist es knorpelig —, und bildet alsdann, nachdem der ganze Fortsatz mit dem Metacarpale II verschmolzen, einen mehr oder weniger stark prominirenden Vorsprung (cf. Fig. 39 b, c), der von Milne Edwards als apophyse pisiforme[1]) (I S. 63; II S. 207) bezeichnet worden ist. —

Das Metacarpale IV, welches im Stad. II sich anlegt, hat im Stad. III, wo es die Länge des Metacarpale I besitzt, im Allgemeinen die Gestalt eines ulnarwärts schwach gekrümmten, sehr gestreckten Kegels, der mit dem Metacarpale III divergirt; die Basis desselben (Fig. 26), in der die Knorpeldifferenzirung am frühesten beginnt, geht continuirlich in das Zellenlager des Carpale $^{3.\,4.}$ über; die Spitze des distalen, seitlich etwas abgeplatteten Theils verliert sich in indifferentes Gewebe. Die ursprüngliche Gestalt bleibt nur kurze Zeit bestehen, durch den baldigen Eintritt einer Verkümmerung des Basaltheils erhält das Metacarpale IV die Spindelform; im Stad. V ist die Basis schon deutlich verjüngt (cf. Fig. 27[2]), und im Stad. VI steht der proximale Theil nur noch durch einen Perichondriumstrang mit dem Carpale $^{3.\,4.}$ in Zusammenhang. — In den spätern Stadien entwickelt sich der distale, sich stärker abplattende (cf. Figg. 35, 38) Theil des Metacarpale IV verhält-

1) Der bei dieser Gelegenheit gemachten Bemerkung, Cuvier habe den betreffenden Vorsprung dem Pisiforme verglichen, liegt ein Missverständniss zu Grunde. An und für sich ist es schon sehr unwahrscheinlich, dass Cuvier das Homologon des Pisiforme unter den Stücken der seconde rangée werde gesucht haben, und zudem geht aus der Fassung des Cuvier'schen Textes (26 S. 438) hervor, dass die in Rede stehende Deutung einem häufig vorhandenen Höcker des Intermedio-Ulnare gilt.

2) Die citirte Figur veranschaulicht zugleich eine interessante, in früheren Stadien noch prägnanter hervortretende Thatsache, auf die bereits K. E. v. Baer (4 I S. 94, 95, II S. 96, 101) aufmerksam gemacht hat, das Divergiren der Metacarpalien. Dieses mit den Beziehungen der Metacarpalien im primitiven Handskelet übereinstimmende Verhalten ist um so bemerkenswerther, je weiter die Zustände des Metacarpus der ausgebildeten Vogelhand davon abliegen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at www.zobodat.at

nissmässig stark, während die Reduction des Basaltheils weitere Fortschritte macht und die proximale Spitze immer tiefer hinabrücken lässt; die distale Spitze liegt dabei zunächst noch in der Höhe des Capitulum vom Metacarpale I und erst sehr allmälig bildet sich das Lagerungsverhältniss aus, welches die Fig. 39 veranschaulicht; zugleich schliesst sich das Metacarpale IV der ulnar- und volarwärts sehenden Fläche des Metacarpale III immer enger an. — Die Verknöcherung des Metacarpale IV tritt zu einer Zeit ein, wo der bekannte, characteristisch geformte Muskelfortsatz des Mc. II, der als isolirtes Gebilde auftritt, noch vollkommen knorpelig ist (bei etwa einmonatlichen Hühnern); hierbei zeigt sich das bemerkenswerthe Verhalten, dass das Metacarpale IV nicht wie ein Metacarpale, sondern wie ein Carpusstück ossificirt, indem es zur Bildung einer perichondralen Lamelle überhaupt nicht mehr kommt; in ähnlicher Weise verhält sich das homologe Skeletstück bei Seps, wie Gegenbaur (43 S. 25) nachgewiesen hat. Das verknöcherte, mit dem Mc. III aber noch nicht verschmolzene Mc. IV (Fig. 39 a, b) ist ein im Allgemeinen elliptisches Knochenplättchen, dessen Formen und Grössenverhältnisse ziemlich stark variiren; in dem in Fig. 39 b abgebildeten Falle betrug der Längsdurchmesser 5 mm., der Breitendurchmesser $1\frac{1}{2}$ mm. Die Lagerungsverhältnisse werden aus Fig. 39 ersichtlich; der distale Antheil überdeckt den Beginn einer, später schärfer ausgeprägten, Criste des Mc. III, die in schräger Richtung über die Volarfläche verlaufend, zum Winkel des ulnaren Randes vom Mc. III sich hinzieht. — In noch späterer Zeit, wo der Muskelfortsatz schon verknöchert, mit dem Mc. II[1]) aber noch nicht zusammengeflossen ist, verschmilzt das Mc. IV mit dem Mc. III (Fig. 39 c) und dann erst tritt die Reduction ein, die, wie die Vergleichung mit älteren Stadien zeigt, schliesslich wenigstens in der Mehrzahl der Fälle den vollständigen Schwund des Mc. IV herbeiführt. Ob dieses Endresultat in allen Fällen erreicht wird, lässt sich nicht weiter angeben; wegen des Umstandes, dass die Reduction erst beginnt, nachdem das Mc. IV mit dem III bereits vollkommen verschmolzen ist, und weil die Lamellensysteme der beiden Knochen keine Differenzen zeigen, fehlen die Anhaltspuncte zur Entscheidung der Frage, ob die bei älteren Individuen gelegentlich zu beobachtenden Höckerchen der erwähnten Criste des Mc. III als Reste des Mc. IV anzusehen seien oder in die Kategorie der sonstigen, kein

1) Da die Fälle, in denen es im Verlauf der Ossification zur secundären Bildung von hyalinem Knorpel kommt, nicht häufig sind, sei hier nebenher erwähnt, dass an der breiten Criste, welche die Knochenrinde des Mc. II gegen den Muskelfortsatz entwickelt, gleichfalls das Auftreten von hyalinem Knorpel beobachtet werden kann.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

weiteres Interesse besitzenden, mannigfachen Protuberanzen gehören, die im Handskelet älterer Exemplare zur Ausbildung gelangen. Wegen der grossen Variationsbreite rudimentärer Gebilde ist es im Allgemeinen nicht unwahrscheinlich, dass in manchen Fällen Antheile des Mc. IV persistiren. —

Im Anschluss an die vorstehende Erörterung wird zunächst die Frage zu berühren sein, in wieweit die auf das Hühnchen als Repräsentanten der Alectoropoden Huxley's (64 S. 296, 299) sich beziehenden Befunde auch für die übrigen Formengruppen der Classe der Vögel Geltung haben. — Hinsichtlich der vier Carpalien ist die Sachlage eine sehr einfache, die Existenz der genannten Carpuselemente ist überall da sicher, wo die Skulpturverhältnisse des proximalen Theils vom »Metacarpus« mit dem für die Alectoropoden characteristischen Verhalten übereinstimmen. Letzteres ist bei der überwiegenden Mehrzahl der Vögel der Fall, wie unter Anderem aus dem Text und den Tafeln der Milne Edwards'schen Arbeit und dem Eyton'schen [1]) Tafelwerk ersehen werden kann; fast alle Carinaten, und unter den Ratiten Struthio und Rhea lassen dieses Verhalten erkennen. Nur für die Spheniscomorphen (cf. Brandt 13 S. 216, Taf. XII Figg. 5, 6) und für die Ratiten mit reducirtem Handskelete: Casuarius, Dromaeus und Apteryx (cf. d'Alton 1 S. 16, Taf. III, IV, VI Fig. *g*, VII Fig. *e*; Meckel 81 S. 100; Owen 91 S. 291, Taf. 49 und 52 Fig. 1; Huxley 63 S. 423 und 62 Taf. IX Fig. 6; Blanchard 10 Homalostern. Taf. I) bedarf es der Untersuchung, ob Elemente des Carpus mit dem Metacarpus verschmelzen, und eine eingehende Behandlung dieser Verhältnisse wäre um so wünschenswerther, als bei den zuletzt angeführten Formen auch hinsichtlich der Deutung des Metacarpus die Ansichten der Autoren nicht übereinstimmen. Ob der einzige Repräsentant der Saururen, Archaeopteryx, Carpalien besessen habe, lässt sich zur Zeit nicht entscheiden, indess darf erwartet werden, dass eine erneute Untersuchung des Originals noch einige für die Entscheidung der vorliegenden und verwandter Fragen belangreiche Einzelheiten eruiren werde; es existiren wenigstens, wie bei der Betrachtung der Archaeopteryx-Platte bei Owen (98 Taf. I Fig. 1) sich ergiebt, mehrfache Anhaltspuncte für die Ansicht, dass einige umherverstreute Skeletstücke, die unbeziffert geblieben sind und auf die der Text nicht weiter zu reden kommt, als Bestandtheile des

1) Bei dieser Gelegenheit sei beiläufig bemerkt, dass man, an die Durchsicht des umfangreichen Eyton'schen Tafelwerkes gehend, nicht erwartet, solchen Irrthümern zu begegnen, wie sie beispielsweise auf den Tafeln 2 *A*, 1 *J* (Struth. cam.) und 1 *L* sich dargestellt finden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Handskeletes zu deuten seien. Vorläufig liesse sich die Ansicht, Archaeopteryx habe gleichfalls ein Carpale [1. 2.] und ein Carpale [3. 4.] besessen, nur vermuthungsweise hinstellen; es spräche für dieselbe die Niveaudifferenz der proximalen Endflächen des Mc. II und III, deren Beziehungen zu einander anscheinend ungestört geblieben sind, und ausserdem ein von Owen (S. 38) erwähnter Umstand: »the proximal articular (?) surfaces are convex, indented by grooves«; letzterer Umstand könnte die weitere Annahme veranlassen, dass Archaeopteryx, deren Metacarpalien bekanntlich, wie schon von Owen hervorgehoben worden, nicht mit einander verschmolzen sind, auch noch in sofern ziemlich primitive Zustände zeige, als die präsumirten Carpalien keine vollkommene Verschmelzung mit den Metacarpalbasen eingehen und leicht abtrennbar bleiben. — Was das Metacarpale IV anlangt, so ist dasselbe wahrscheinlich bei ziemlich vielen, in ihrem Handskelet sonst nicht weiter reducirten Formen agenetisch, wenigstens habe ich bei einem Vertreter der umfangreichen Gruppe der Coracomorphen, dem Sperling, dessen Carpalien wie beim Hühnchen sich verhalten, vergeblich nach demselben gesucht. Voraussichtlich wird das Metacarpale IV bei den Peristeromorphen, um ein leicht zu erlangendes Untersuchungsobject zu nennen, und sodann bei den Tetraoniden nachzuweisen sein; bei letzteren, die eine sehr bedeutende échancrure interarticulaire interne besitzen (cf. Milne Edwards II S. 208), deren Carpalien also nicht in dem Grade mit einander verschmelzen wie beim Huhn, wird es möglicherweise eine beträchtliche Entwicklung zeigen.

Gelegentlich einer Erörterung der Frage, ob im Verhalten des Handskeletes fossiler Reptilien specielle Beziehungen zum Carpo-Metacarpus der Vögel sich erkennen lassen, würde, soweit ich die Literatur habe einsehen können, vorläufig nur Compsognathus in Betracht zu kommen haben. Für dieses interessante Fossil, dessen Beziehungen zu den Vögeln schon seinem ersten Beschreiber, Wagner (119 S. 94—102), nicht ganz entgangen waren, ist bekanntlich von Gegenbaur (41 S. 467—469 und 43 S. 85, 86) detailirt dargethan worden, dass die Eigenthümlichkeiten, welche es im Bau seiner hinteren Extremität zeigt, Verhältnisse darstellen, die, falls sie weiter ausgebildet werden könnten, die characteristischen Eigenthümlichkeiten des Skeletes der hinteren Extremität der Vögel ergeben würden. Leider kann die bezügliche Vergleichung nicht angestellt werden, da bei dem einzigen bisher bekannt gewordenen Exemplar gerade das Handskelet nur sehr unvollständig erhalten ist; namentlich vom Carpus ist nichts mehr vorhanden und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dieser Umstand ist um so mehr zu bedauern, als die beiden[1]) allein übrig gebliebenen linkseitigen Metacarpalien, die unzweifelhaft das Mc. II und III sind, in ihren Form- und Lagerungsverhältnissen bereits die Beziehungen der homologen Stücke der Vogelhand zeigen: das sehr schlanke, ulnarwärts gekrümmte Mc. III berührt das stark entwickelte, ulnarwärts leicht ausgeschweifte Mc. II nur mit seinen beiden Enden (eine Verschmelzung beider Stücke scheint nicht vorhanden zu sein), und seine Basis liegt erheblich tiefer als die proximale Endfläche des Mc. II, während sein Capitulum die distale Endfläche des Mc. II nur um etwas überragt (cf. 119 Taf. III).

Was die jetzt lebenden Reptilien anbetrifft, so steht unter den von Gegenbaur (43 S. 18—27, 32—38) auf das Verhalten ihres Handskeletes untersuchten Formen, die aus zahlreichen Vertretern aller Hauptgruppen bestehen, Seps (cf. S. 24, 25, Taf. II Fig. 8) hinsichtlich der morphologischen Beziehungen seines Handskeletes den Vögeln am nächsten. Dass Seps ein sehr kleines, zwischen Radiale und Intermedio-Ulnare gelegenes Centrale besitzt, ist bereits erwähnt worden; in der distalen Reihe finden sich nur zwei Stücke, von denen eines, das Carpale $^{1.\,2.}$, mit dem Mc. I und II in Gelenkverbindung steht, während das andere, sehr umfangreiche, als Carpale $^{3.\,4.}$ zu deutende Stück mit dem Mc. III und dem nur in seinem proximalen Theil erhaltenen Mc. IV articulirt (Gegenbaur definirt die beiden Stücke als Carpale ^{2} und Carpale ^{3}, und Fürbringer (37 S. 10) ist ihm darin gefolgt). Das Mc. V, der 4. und 5. Finger fehlen ganz, und der 3. Finger besitzt nur drei Phalangen. — Es bliebe zu ermitteln, ob unter den von Fürbringer (S. 11) aufgeführten, nicht weiter untersuchten anderen Sauriern mit vom Ulnarrande her reducirtem Handskelet (Sepomorphus, Hemiergis, Nessia) Formen existiren, die in Bezug auf die in Rede stehenden Verhältnisse sich noch enger an die Vögel anschliessen, als Seps.

Die Berichterstattung über die Untersuchung der Entwicklung des Tarsus und Metatarsus, der vorzugsweise interessirenden Abschnitte der hinteren Extremität der Vögel, kann kurz gefasst werden, da die gemachten Erfahrungen, sofern sie den Tarsus betreffen, in allem Wesent-

1) Das dritte der von Wagner als Metacarpalien angesehenen Stücke ist aller Wahrscheinlichkeit nach der distale Theil des linken Radius. Wagner äussert sich (S. 98) über die betreffenden Stücke wie folgt: ». . . zwei phalangenähnliche Knöchelchen, die man ohne Bedenken der Mittelhand zuschreiben darf . . . zwischen ihnen liegt ein drittes, ähnliches, aber sehr dünnes Glied «

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lichen eine einfache Bestätigung der Untersuchungsresultate Gegenbaur's bilden. Gegenbaur hat bekanntlich, — nachdem frühere Autoren entweder angenommen hatten, dass den Vögeln der Tarsus fehle [1]), oder aber der Ansicht gewesen waren, dass der Tarsus mit dem Metatarsus verschmolzen sei [2]) —, in einer sehr eingehenden Arbeit dargethan, dass im Tarsus nur zwei Stücke sich differenziren, von denen das proximale Stück, welches, wie durch die Untersuchung des Tarsus gewisser Reptilien überzeugend nachgewiesen wird, eine Connascenz des Tibiale, Intermedium, Fibulare und Centrale bildet, später mit dem distalen Ende der Tibia verschmilzt, während das distale, dem Tarsale 1—5 homologe Stück mit den Basen des Metatarsale II—IV zusammenfliesst (cf. 41 S. 450—472 u. 43 S. 93—108, Taf. VI Figg. 1—7; cf. auch 47 S. 699, 700). Der Gegenbaur'schen Darstellung des Sachverhaltes, der Harting (57 S. 240, 241), Huxley (63 S. 416, 417 und 65 S. 69), Selenka (116 S. 85, 87) und Parker (104 S. 519) sich angeschlossen haben, muss ich auf Grund meiner eigenen Erfahrungen [3]) vollkommen beistimmen, und habe eine Differenz nur in einem Puncte zu constatiren, der, isolirt betrachtet, die Uebereinstimmung zwischen Compsognathus und den Vögeln nicht so gross erscheinen lässt, als Gegenbaur sie dargestellt hat. Es bezieht sich diese Differenz auf die Angabe über die Zeitfolge des Verschmelzens der beiden Tarsusstücke mit den

1) Diese Anschauung, der in neuerer Zeit nur noch van der Hoeven (6[illegible] S. 161) angehangen hatte, ist jüngst von Owen adoptirt worden: »The distal trochlear end of the bird's tibia, in its epiphysial state, answers to the distal trochlear epiphysis of the ruminant's tibia . . . the proximal epiphysis of the bird's metatarsus answers to the proximal epiphysis of the ruminant's metatarsus . . . the metatarsus articulates directly with the tibia (100 S. 53, 77, 78, Figg. 3, 4). Einer Kritik dieser Anschauung bedarf es nicht, und es wird unerklärt bleiben, wie ein um die Eruirung von Homologieen so hochverdienter Autor derselben hat beitreten können. (Hinsichtlich der Principien, welche bei der Beurtheilung von Skeletverhältnissen im Allgemeinen, und bei der Bestimmung des in den verschiedenen Fällen äusserst ungleichen morphologischen Werthes der Ossificationscentra im Speciellen, massgebend sein müssen, vergleiche man neben dem von Owen (92 S. 36—39), Bruch (15 S. 12, 13, 60, 69 und 16 S. III, 1) und H. Müller (86 S. 225, 226) darüber Angeführten die meisterhafte Auseinandersetzung bei Gegenbaur (46 S. 404—406). Wie unerlässlich die Befolgung dieser Principien auch in den Fällen der letzteren Kategorie ist, hat Owen sehr treffend hervorgehoben: »The strangest aberrations in homological aims have arisen from a non-recognition of the distinction between teleological and homological centres of ossification.«)

2) Letztere Ansicht, die von Cuvier begründet worden, wird von Milne Edwards (I S. 19) vertreten.

3) Das untersuchte Material vertheilt sich auf folgende Stadien (die blos mit einer Ziffer bezeichneten Stadien sind identisch mit den unter denselben Ziffern früher angeführten, die Zwischenstadien sind durch Buchstaben bezeichnet):

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nachbargebilden; nach Gegenbaur (43 S. 98, 100) tritt die Verschmelzung des proximalen Stückes mit der Tibia früher ein, als die Tarsalien mit dem Metatarsus sich vereinigen; ein Verhalten, das, wie Gegenbaur hervorhebt, deshalb sehr bemerkenswerth ist, weil bei Compsognathus das proximale Stück schon vollständig mit der Tibia verschmolzen ist, während die Tarsalien noch drei discrete (Tarsale $^{1\cdot 2\cdot}$, Tarsale $^{3\cdot}$, Tarsale $^{4\cdot 5\cdot}$) und mit den Metatarsalien nicht verbundene Elemente bilden (cf. 119 Taf. III). Ich finde, dass das Umgekehrte statt hat (cf. Fig. 41; dass das Metatarsale III, welches natürlich (cf. Fig. 40) gleichfalls mit dem entsprechenden Tarsaltheil verschmolzen ist, in Fig. 41 isolirt erscheint, ist dadurch bedingt, dass die Basis desselben nicht mehr in den der Dorsalfläche verhältnissmässig nahgerückten Schnitt gefallen ist; die von Gegenbaur eingehender besprochene Lagenveränderung des Metatarsale III ist in dem betreffenden Stadium bereits ziemlich stark ausgebildet); hieraus wird indess nicht ohne Weiteres gefolgert werden können, in den zu den Vögeln hinüberleitenden Formen sei allgemein das proximale Tarsusstück länger isolirt geblieben als das distale; aus Gründen der Analogie erscheint es gerechtfertigt, in dem vorliegenden Factum einen der Fälle zu sehen, in denen primitive Zustände in den proximalen Abschnitten der Extremität länger sich erhalten als in den distalen, und damit anachronistische Beziehungen herstellen.

In Bezug auf den Metatarsus war zunächst zu untersuchen, ob das Metatarsale I, welches bekanntlich auch bei den Vögeln, wo dasselbe am wenigsten reducirt erscheint, nur in seinem distalen Antheil erhalten ist, in frühen Stadien, wie nach einigen von Gegenbaur hinsichtlich seiner Entwicklung gemachten Angaben (41 S. 456, 457; 43 S. 97, Taf. VI Fig. 2) zu erwarten stand, vollständig ausgebildet sein und mit dem Abschnitte des Tarsale $^{1-5}$, der das Tarsale ^{1} repräsentirt, in Contiguität stehen werde. Letzteres ist nicht der Fall; die Agenesie seines proximalen Antheils kann bei der Zahl der untersuchten Stadien als definitiv festgestellt gelten, und die betreffende partielle Reduction wird als ein sehr frühzeitig erfolgter Vorgang anzusehen sein, da die-

Stad.	III—VI.		
—	VI a,	weiter vorgeschritten als VI (cf. Fig. 41 im Vergl. zu Fig 40), der Abstand von der Höhe der Tarsalwölbung bis zur Spitze der 3. Zehe beträgt aber nur	6,2 mm.
—	VI b,	desgl.	9,4 —
—	VII.		
—	VII a,	desgl.	12,8 —
—	VIII.		
—	VIII a,	desgl.	17,2 —

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

selbe schon bei Compsognathus (119 Taf. III) eingetreten ist. — Sodann war zu untersuchen, ob das Metatarsale V und die 5. Zehe, deren Agenesie bekanntlich als ein für die Classe der Vögel characteristisches Verhältniss gilt (cf. Gegenbaur 47 S. 700), vorübergehend auftreten. Die 5. Zehe, die schon bei manchen fünfzehigen Reptilien eine Verringerung ihrer Phalangenzahl zeigt und bei anderen (den Crocodilen und Compsognathus) vollständig geschwunden ist, hat nicht nachgewiesen werden können; das Metatarsale V kommt indess transitorisch zur Entwicklung und wiederholt hierbei in seinen topographischen Beziehungen zu dem als Tarsale ^{5} anzusehenden Antheil des Tarsale $^{1-5}$, zum Theil aber auch in seinen Formverhältnissen, im Wesentlichen das Verhalten, welches das Metatarsale V allgemein bei Reptilien (cf. Gegenbaur 43 S. 71, 74, 75, 84, 87, Taf. V) auch in den Fällen zeigt, wo es eine noch functionirende Zehe trägt. Seine Differenzirung hat im Stad. III bereits begonnen, es ist von ellipsoidischer Form, liegt in der Höhe des noch sehr dünnen distalen Tarsusstückes und ist von dem lateralen Rande desselben ziemlich weit entfernt. Der plantare Pol seiner Längsaxe sieht zugleich etwas distal- und lateralwärts; mit seinem plantaren Theil, dessen Perichondrium in einen kurzen Zug dichteren Gewebes sich fortsetzt, reicht das Metatarsale V ziemlich weit über den Plantarrand des Tarsale $^{1-5}$ hinaus. In den späteren Stadien gewinnt das Metatarsale V, an Umfang zunehmend, allmälig eine Ovoidform und rückt dem Tarsale $^{1-5}$ näher (Fig. 40, Stad. VI); wegen der stärkeren Entwicklung des letzteren wird es dabei zugleich entschiedener lateralwärts gelagert. Darauf beginnt (Stad. VI *a*) die Verschmelzung seines dorsalen etwas verjüngten Antheils mit der lateralen noch ziemlich schmalen Fläche des dem Tarsale ^{5} entsprechenden Antheils des Tarsale $^{1-5}$ (Fig. 41); dieser Vorgang, zu dem es bekanntlich bei Reptilien überhaupt noch nicht kommt, ist in Uebereinstimmung mit dem Verhalten, welches die übrigen an das distale Tarsusstück anstossenden Metatarsalien eingehen, tritt aber erheblich später ein (cf. Fig. 40). Den Culminationspunct seiner Ausbildung in Bezug auf Grösse und Gewebsdifferenzirung erreicht das Mt. V im Stad. VI *b*; es ist jetzt in ziemlich beträchtlicher Ausdehnung mit dem mittlerweile stark verdickten Tarsale ^{5} verschmolzen, die Stellung der Zellen lässt aber noch sehr deutlich seine medialen Grenzen erkennen (cf. Fig. 42, 43). Sodann verfällt das Mt. V der Atrophie; dieselbe ist schon im Stad. VII deutlich ausgesprochen (cf. Fig. 44, 45) und im Stad. VIII *a* ist vom Mt. V nichts mehr nachzuweisen, der Schwund desselben mithin ein vollständiger.

Wie das Metacarpale IV wird wahrscheinlich auch das Metatarsale V bei zahlreichen Vögeln agenetisch sein; beim Sperling habe ich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

es nicht nachweisen können. Voraussichtlich wird dasselbe bei den Peristeromorphen zu finden sein; sehr geeignete, aber schwierig zu beschaffende Untersuchungsobjecte wären die Psittacomorphen, sodann unter den Cypselomorphen Cypselus, unter den Dysporomorphen Tachypetes und unter den Spheniscomorphen Aptenodytes (cf. Brandt 13 S. 150, 216, Taf. IX Fig. 5, Taf. XII Fig. 7; Kessler 72 S. 502, 634, 640, 666, 670; Huxley 63 S. 458, 459, 461, 466; Milne Edwards 83 I S. 193, II S. 268, 271, 273; Blanchard 10 Tropidost. Taf. I). Besonders für die letztgenannten Formen, deren Metatarsus sich von seinem primitiven Verhalten noch sehr wenig entfernt hat, steht es mit Sicherheit zu erwarten, dass das Mt. V in frühen Stadien beträchtliche Dimensionen zeigen und nicht so frühzeitig wieder schwinden werde, wie das bei den Alectoropoden der Fall ist. Archaeopteryx hat aller Wahrscheinlichkeit nach (— dass ein definitives Urtheil nicht abgegeben werden kann, ist durch zufällige Umstände bedingt: die linke [1]) hintere Extremität ist mit ihrer lateralen Fläche in die Platte eingebettet, und der rechten fehlt der hierfür in Betracht kommende Abschnitt —) das Mt. V nicht mehr besessen; das Fussskelet zeigt wenigstens in allen sonstigen Beziehungen, wie schon durch Owen (98 S. 41, 42) hervorgehoben worden, vollkommen das für die jetztlebenden Vögel typische Verhalten.

Compsognathus (119 S. 100 Taf. III) besitzt ein langes und schlankes, leicht gekrümmtes Mt. V, welches mit der lateralen Fläche des Tarsale $^{4\ 5}$ articulirt und mit seiner distalen Spitze bis gegen das mittlere Drittheil des Mt. IV hinabreicht, zeigt also mehrfache Differenzen. Wie das Mt. V bei den Dinosauriern, die mit Compsognathus von Huxley (67 S. 35, 36) zu der zu den Vögeln hinüberleitenden Gruppe der Ornithosceliden [2]) vereinigt worden sind, sich verhalten habe, scheint noch nicht hinreichend festgestellt zu sein; ich finde wenigstens, soweit ich die einschlägige Literatur habe vergleichen können, dass nur bei Scelidosaurus, dessen Metatarsalien und Zehen sehr bemerkens-

1) Durch einen Lapsus calami ist die linke Extremität (cf. 98 Taf. I Fig. 4) sowohl durch die Bezifferungsweise als im Text (S. 35, 40, 41) als rechte bezeichnet worden. Ich würde dieses Umstandes seiner Geringfügigkeit wegen nicht erst Erwähnung thun, wenn nicht Selenka die betreffende Extremität, deren 2. Zehe er in seiner Fig. 4 auf Taf. III (einer Copie der Archaeopteryxplatte) mit 4 Phalangen ausgestattet hat, gleichfalls als rechte definirt hätte (cf. d. Erkl. d. cit. Fig.).

2) Die morphologischen Beziehungen der Ornithosceliden zu den Vögeln fasst Huxley (S. 37) folgendermassen zusammen: »I know of no circumstance by which the structure of birds, as a class, differs from that of reptiles, which is not foreshadowed in the Ornithoscelida. Nor am I acquainted with any reptiles which can be compared in the strength and minuteness of their ornithic affinities with the Ornithoscelida«.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

werthe Verhältnisse zeigen, ein rudimentäres, dem homologen Skeletstück der Crocodile ähnliches Mt. V von Owen (97 S. 17, Taf. X Fig. 1, 3) beobachtet worden ist; für speciellere Vergleichungen liegt mir sonach kein Material vor.

Die in den vorstehenden Blättern enthaltenen Mittheilungen lassen sich in zwei Kategorieen bringen: die eine Gruppe bilden diejenigen Fälle, in denen von der Descendenz-Theorie postulirte Verhältnisse sich nicht haben nachweisen lassen; in die andere Gruppe gehören die Fälle, wo die Untersuchung die Voraussetzungen der Theorie bestätigt gefunden hat. — Gelegentlich eines Versuches, die beiden Kategorieen gegen einander abzuwägen, wäre hinsichtlich der Fälle der ersten Kategorie einmal zu berücksichtigen, dass die nicht unerhebliche Zahl derselben bei der Untersuchung zahlreicherer Stadien voraussichtlich noch etwas werde verringert werden; sodann verdient der Umstand nicht ausser Acht gelassen zu werden, dass alle hierher gehörenden Fälle Verhältnisse betreffen, die, wie der Vergleich mit weniger differenzirten oder geologisch älteren Formen zeigt, schon sehr früh zur Fixirung gelangt sein müssen. In Bezug auf die Fälle der zweiten Kategorie wäre der ihre geringe Zahl erklärende Umstand geltend zu machen, dass durch die früheren häufigen Bearbeitungen des vorliegenden Thema's zahlreiche in diese Kategorie gehörende Thatsachen, — zu der speciellen Erwähnung der Mehrzahl derselben hat der Text keine Veranlassung gehabt —, bereits festgestellt worden waren und also nicht mehr in Betracht kommen konnten. Unter diesen von früheren Untersuchern gemachten Erfahrungen sind mehrfache prägnante Bestätigungen theoretischer Schlussfolgerungen enthalten und auch unter den jetzt hinzukommenden Thatsachen finden sich einzelne, welche nur dann verständlich sind, wenn man in ihnen genealogische[1]) Beziehungen

1) Allerdings hat ein thätiger Autor auf dem Gebiete der individuellen Entwicklungsgeschichte, His (59 S. 34—37), gelegentlich eines Versuches, »die Ansprüche der individuellen Entwicklungsgeschichte gegenüber der überwallenden Macht Darwin'scher Anschauungen zu wahren«, versichert, die sämmtlichen Thatsachen der Entwicklungsgeschichte, auf welche die Descendenz-Theorie sich bezieht, bedürften nicht erst der Erklärung »auf dem weiten Umweg genealogischer Verwandschaft«; auf eine Kritik dieser Ansicht kann indess verzichtet werden, da es nicht wahrscheinlich ist, dass eine Anschauungsweise, die, um ein concretes Beispiel zu wählen, in dem Verhalten der Chorda der höheren Wirbelthiere keine genealogischen Beziehungen zu erblicken vermag, von irgend einer Seite her Zustimmung erfahren werde. Anderen Falls wäre gegen die Berechtigung dieser Richtung um so nachdrücklicher zu protestiren, als dieselbe gerade die des Interesses werthesten Thatsachen der individuellen Entwicklungsgeschichte, nach denen mit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sieht. — Auf die Entscheidung der Frage, welche der beiden Kategorieen die grössere Beweiskraft besitze, und wie die entgegenstehenden Thatsachen zu deuten seien, wird neben dem bereits Bemerkten eine Erwägung allgemeinerer Natur zu influiren haben. Erwägt man die Erfahrungen der Palaeontologie in Betreff des Auftretens und der Succession der organischen Formen, die früheren Zeitepochen angehört haben, — und eine Morphologie, die sich nur für die augenblicklich existirenden Formen zu interessiren weiss, spricht sich selbst das Urtheil —, so muss man entweder, falls man die Wandelbarkeit der organischen Form nicht anerkennen will, die Annahme äusserst häufig wiederholter Neuschöpfungen organischen Lebens machen, oder aber den Boden der Descendenz-Theorie betreten; andere Möglichkeiten, zwischen denen der Versuch, die palaeontologischen Thatsachen zu deuten, wählen könnte, liegen nicht vor. Meiner Ansicht nach wird für die der erstgenannten Kategorie angehörenden Thatsachen der Deutung beizutreten sein, die Fr. Müller (85 S. 75—81) für analoge Verhältnisse in einem anderen Untersuchungsgebiete gegeben hat. —

Als Resultat der vorliegenden Untersuchung möchte ich den Nachweis angesehen wissen, dass auch für einen so engbegrenzten concreten Stoff, wie der in Rede stehende es ist, die Descendenz-Theorie von den an eine Theorie zu stellenden Anforderungen wenigstens der Bedingung Genüge leiste, kein absolut steriles Untersuchungsprincip zu sein. —

Dorpat, den 22. Mai 1872.

Bewusstsein zu suchen, vom Standpunct der Descendenz-Theorie aus sich von selbst versteht, den Zufälligkeiten der gelegentlichen Entdeckung und der Wahrscheinlichkeit überlässt, nach den Principien der mechanischen Entwicklungsgeschichte und den von ihr in Aussicht gestellten Wachsthumsformeln entweder gar nicht oder nicht richtig gedeutet zu werden. — Zur Characterisirung der von His erhobenen Einsprache verdient der Umstand angeführt zu werden, dass His (cf. S. 35) die Erklärung abgiebt, er gehe an den Versuch, die Ansprüche der individuellen Entwicklungsgeschichte gegen Darwin'sche Anschauungen zu wahren, nicht ohne bedeutendes inneres Widerstreben, da er gerade in den Hauptpuncten für die Beurtheilung dieser letzteren sich incompetent fühle. — Im weitern Verlauf der Darstellung (S. 37) wird eingeräumt, dass »allerdings alle typischen und entwicklungsgeschichtlichen Uebereinstimmungen als ganz selbstverständliche Consequenzen« der Descendenz-Theorie erscheinen. Gerade deshalb aber wird auch His nicht erwarten können, dass der nächstfolgende Passus: »Aus den typischen und entwicklungsgeschichtlichen Uebereinstimmungen aber auf die Blutsverwandschaft zurückzuschliessen, möchte von dem Augenblicke an nicht mehr gestattet sein, da sich Aussicht eröffnet, die verschiedenen Entwicklungsrichtungen als erschöpfende Verwirklichungen eines mathematisch bestimmten Kreises möglicher Wachsthumsweisen zu erkennen«, die Reihen der Anhänger der Descendenz-Theorie erheblich lichten werde.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Citirte Literatur.

1. E. d'Alton, die Skelete der straussartigen Vögel. Bonn 1827.
2. S. Arloing, Contribution à l'étude de l'organisation du pied chez le cheval. Ann. d. sc. nat. V. sér. Zool. T. VIII. Paris 1867.
3. K. E. v. Baer, Ueber das äussere und innere Skelet. Meck. Arch. Jhrgg. 1826. Lpzg.
4. ——, Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion Thl. I, II. Königsbg. 1828; 1837.
5. H. Bendz, Icones anat. vulgarium danicorum mammalium domesticorum. Fasc. osteol. Hafniae 1850.

5a. ——, Explicatio iconum etc. Hafniae 1850.

6. ——, Haandbog i den physiologiske Anat. af de almindeligste Danske Huuspattedyr. Förste Deel. Kjöbenhavn 1853.
7. C. Bergmann, Einige Beobachtungen und Reflexionen über die Skeletsysteme der Wirbelthiere, deren Begrenzung und Plan. Göttinger Studien. 1845. 1. Abthlg. Göttingen.
8. ——, Zur Kenntniss des Tarsus der Wiederkäuer und paarzehigen Pachydermen. Rectorats-Programm. Rostock 1859.
9. H. de Blainville, Ostéographie ou description iconograph. comp. du squelette et du système dentaire des cinq classes d'animaux vertébrés récents et fossiles. Paris 1839—1854.
10. E. Blanchard, L'organisation du règne animal. Oiseaux. Paris.
11. ——, De la détermination de quelques oiseaux fossiles et des caractères ostéol. des Gallinacés. Ann. d. sc. nat. IV sér. Zool. T. VII. Paris 1857.
12. L. Bojanus, De uro nostrate ejusque sceleto commentatio. Nova Acta Acad. Leop.-Car. Nat. Cur. T. XIII, 2. Bonnae 1827.
13. J. Brandt, Beiträge zur Kenntniss der Naturgesch. der Vögel mit bes. Beziehung auf Skeletbau und vergl. Zoologie. Mém. de l'Acad. Imp. d. sc. de St.-Pétersbourg. Sér. VI. Sc. nat. T. III. St.-Pétersb. 1840.
14. ——, Beiträge zur Naturgesch. des Elens in Bezug auf seine morphologischen und palaeontologischen Verhältnisse . . . Ibid. Sér. VII. T. XVI. No. 5. St.-Pétersb. 1870.
15. C. Bruch, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Knochensystems. Neue Denkschr. d. allg. Schweizer. Gesellsch. für d. ges. Naturw. Bd. XI. Zürich 1852 (Sep.).
16. ——, Vergl. Osteol. d. Rheinlachses . . . nebst einleitenden Bemerkungen über die skeletbildenden Gewebe der Wirbelthiere. Mainz 1861.
17. ——, Unters. über d. Entwicklung d. Gewebe bei den warmblütigen Thieren. Frankf. a. M. 1863—67.
18. C. Brühl, Kleine Beiträge zur Anatomie der Haussäugethiere. Wien 1850.
19. H. Burmeister, Anales del Museo Público de Buenos Aires. T. I. Buenos Aires 1864—69.
20. J. Carus und C. Gerstäcker, Handbuch der Zool. Bd. I, 1. Wirbelthiere von Carus. Lpzg. 1868.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

21. A. Chauveau, Traité d'anat. comp. des anim. domest. 2e éd. rev. et augm. av la collabor. de S. Arloing. Paris 1870.
22. J. de Christol, Sur l'anat. comp. des solipèdes vivants et fossiles. Compt. rend. hebd. de l'Acad. d. sc. T. 35. Paris 1852.
23. T. Cobbold, Ruminantia. Todd, The cyclop. of anat. and physiol. Vol. V. London 1859.
24. R. Cunningham, Notes on some points in the osteol. of Rhea amer. and Rhea Darwinii. Proc. of the scientific meetings of the Zool. Soc. of London for the year 1871. P. 1. London.
25. G. Cuvier, Recherches sur les ossemens fossiles. 4e éd. T. V. Atl. T. I. Paris 1835—36.
26. ——, Leçons d'anat. comparée. 2e éd. T. I. Paris 1835.
27. A. Dugès, Rech. sur l'ostéol. et la myol. des batraciens à leurs différens ages. Mém. prés. par div. sav. à l'Acad. d. sc. Sc. math. et phys. T. VI. Paris 1835.
28. T. Eyton, Osteologia avium, or a sketch of the osteol. of birds. London 1867.
29. H. Falconer and P. Cautley, On some fossil remains of Anoplotherium and Giraffe, from the Sewalik Hills. (Proc. Geol. Soc. 1843). Palaeontological memoirs and notes of the late H. Falconer, compiled and edited by Ch. Murchison. Vol. I. Lond. 1868.
30. ——, Fauna antiqua sivalensis, being the fossil zoology of the Sewalik Hills, in the North of India. Illustr. P. IX. London 1849.
31. W. Flower, An introduction to the osteol. of the mammalia. London 1870.
32. ——, On the composition of the carpus of the dog. The Journ. of Anat. and Physiol. conduct. by G. Humphry and W. Turner. Sec. ser. No. IX. Nov. 1871. Cambridge and Lond.
33. Fougeroux de Bondaroy, Mém. sur le changement qu' éprouve l'os de la partie des pieds de certains quadrupèdes, appelé le canon. Mèm. de math. et de phys. de l'Acad. d. sc. 1772. II. Paris 1776.
34. O. Fraas, Die Fauna von Steinheim. Mit Rücksicht auf die miocenen Säugethier- und Vogelreste des Steinheimer Beckens. Stuttg. 1870.
35. L. Franck, Kleinere Mittheilungen aus der Anat. Thierärztl. Mitth., red. v. C. Hahn. Heft 16. München 1869.
36. ——, Handbuch der Anatomie der Hausthiere. Stuttg. 1871.
37. M. Fürbringer, Die Knochen und Muskeln der Extrem. bei den schlangenähnl. Sauriern. Lpzg. 1870.
38. M. Fürstenberg und O. Rohde, Die Rindviehzucht etc. Bd. I. Die Anat. etc. v. Fürstenberg Liefrg. 1. Berlin 1868.
39. A. Gaudry, Animaux fossiles et géologie de l'Attique d'après les recherches faites en 1855—56 et en 1860 sous les auspices de l'Acad. d. sc. 1e partie. An. foss. av. 60 pl. Paris 1862—66.
40. C. Gegenbaur, Unters. zur vergl. Anat. der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien. Lpzg. 1862.
41. ——, Vergl.-anat. Bemerkungen über das Fussskelet der Vögel. Reich. Arch. Jhrgg. 1863. Lpzg.
42. ——, Ueber die Bildung des Knochengewebes. Jenaische Zeitschr. für Med. u. Naturw. Bd. I u. III. Lpzg. 1864 u. 67.
43. ——, Untersuchungen zur vergl. Anatomie d. Wirbelthiere. Heft I. Carpus und Tarsus. Lpzg. 1864.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at; www.zobodat.at

44. C. Gegenbaur, Unters. etc. Heft II. 1. Schultergürtel der Wirbelthiere. 2. Brustflosse der Fische. Lpzg. 1865.
45. ——, Ueber primäre und secundäre Knochenbildung mit besonderer Beziehung auf die Lehre vom Primordialcranium. Jen. Ztschr. Bd. III. Lpzg. 1867.
46. ——, Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule des Lepidosteus, mit vergl.-anat. Bemerkungen. Ibid.
47. ——, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. umgearbeitete Aufl. Lpzg. 1870.
48. ——, Ueber das Gliedmassenskelet der Enaliosaurier. Jen. Ztschr. Bd. V. Lpzg. 1870.
49. ——, Ueber das Skelet der Gliedmassen der Wirbelthiere im Allgemeinen und der Hintergliedmassen der Selachier insbesondere. Ibid.
50. ——, Beiträge zur Kenntniss des Beckens der Vögel. Eine vergl.-anat. Unters. Ibid. Bd. VI. Lpzg. 1871.
51. ——, Ueber das Archipterygium. Ibid. Bd. VII, 2. Lpzg. 1872.
52. P. Gervais, Mém. sur la comparaison des membres chez les anim. vertébrés. Ann. d. sc. nat. III. sér. Zool. T. XX. Paris 1853.
53. ——, Zoologie et Paléont. françaises. 2e éd. accomp. d'un atl. de 84 pl. Paris 1859.
54. J. W. v. Goethe, Vergleichende Knochenlehre (1824). Sammtl. Werke, Ausg. in sechs Bden. Bd. VI. Stuttg. 1860.
55. A. Günther, Ceratodus und seine Stelle im System (Zusammenstellg. v. Troschel). Troschel's Arch. f. Naturgesch. Jhrgg. 37. Bd. 1. Berlin 1871.
56. E. Gurlt, Handbuch d. vergl. Anat. d. Haussäugeth. 4. verb. Aufl. Berlin 1860.
57. P. Harting, Leerboek van de grondbeginselen der dierkunde in haren geheelen omvang. Deel II, afdeeling 2, stuk 1. Tiel 1866.
58. R. Hensel, Ueber Hipparion mediterraneum. Abhandl. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. Aus d. J. 1860. Berlin 1861.
59. W. His, Ueber die Bedeutung der Entwicklungsgesch. für die Auffassung der organischen Natur. Rectoratsrede. Lpzg. 1870.
60. J. van der Hoeven, Philosophia zoologica. Lugd. Batav. 1864.
61. G. Humphry, Observations on the limbs of vertebrate animals; the plan of their construction, their homology and the comparison of the fore and hind limbs. Cambridge and London 1860.
62. Th. Huxley, An elementary atlas of compar. osteol. London 1864.
63. ——, On the classification of birds . . . Proc. Zool. Soc. 1867. London.
64. ——, On the classif. and distribution of the Alectoromorphae and Heteromorphae Ibid. 1868.
65. ——, On the animals which are most nearly intermediate between birds and reptiles. The annals and magaz. of nat. hist. Ser. IV. Vol. 2. London 1868.
66. ——, Further evidence of the affinity between the Dinosaurian reptiles and birds. The quart. journ. of the Geol. Soc. Vol. XXVI. 1. London 1870.
67. ——, On the classification of the Dinosauria . . . Ibid.
67a ——, A manual of the anatomy of vertebrated animals. London 1871.
68. N. Joly et A. Lavocat, Études d'anat. philosophique sur la main et le pied de

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

l'homme et sur les extrémités des mammifères, ramenées au type pentadactyle. Toulouse 1853.

69. ——, Note sur le système digital des équidés, improprement appelés monodactyles. Compt. rend. T. 41. Paris 1855.

70. J. Kaup, Die zwei urweltlichen pferdeartigen Thiere, welche etc. Nova Acta Acad. Leop.-Car. T. XVII. 1. Vratisl. et Bonnae 1835.

71. ——, Beiträge zur näheren Kenntniss der urweltlichen Säugethiere. Heft V. Darmst. u. Lpzg. 1861.

72. Kessler, Osteologie der Vogelfüsse. Bull. de la Soc. Imp. d. Nat. d. Moscou. Année 1841. Moscou 1841.

73. J. Kinberg, Undersökningar rörande djurens historia. Öfversigt af K. Vetensk.-Akad. Förhandlingar, 1869. Stockholm 1870.

74. A. Lavocat, Observations sur les rayons osseux supérieurs des membres thoraciques dans quelques mammifères. Compt. rend. T. 35. Paris 1852.

75. ——, Nouvelle détermination d'une pièce métatarsienne représentant le pouce chez les ruminants. Ibid. T. 41. Paris 1855.

76. ——, Constitution des doigts du cheval. Journ. d. vétér. du Midi. Sér. IV. T. 1. Toulouse 1863.

77. J. Leidy, The extinct mammalian fauna of Dakota and Nebraska . . . Journ. of the Ac. of Nat. Sc. of Philadelphia. Vol. VII. Sec. ser. Philadelphia 1869.

78. A. Leisering, Atlas der Anat. des Pferdes und der übrigen Hausthiere. Mit erläuterndem Texte. Lpzg. 1861.

79. F. Leyh, Handb. d. Anat. d. Hausthiere. Mit bes. Berücksicht. d. Pferdes. Stuttg. 1850. 2. verm. u. verb. Aufl. 1859.

80. J. Meckel, Ueber den in dem Skelet ausgesprochenen Uebergang von den Wiederkäuern durch die Kameele zu den Einhufern. Meck. Arch Bd. VIII. Halle 1823.

81. ——, System der vergl. Anatomie. Thl. II, 2. Halle 1825.

82. A. Milne Edwards, Rech. anat., zool. et paléont. sur la famille des chevrotains. Ann. d. sc. nat. V. sér. Zool. T. II. Paris 1864.

83. ——, Rech. anat. et paléont. pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France. T. I. Atl. T. I. Paris 1867—68. T. II. Atl. T. II. Paris 1867—.

84. F. Müller, Lehrb. der Anat. d. Pferdes . . . Wien 1853.

84a. ——, Lehrb. d. Anat. d. Haussäugethiere mit bes. Berücksicht. d. Pferdes. 2. verb. Aufl. Wien 1871.

85. Fr. Müller, Für Darwin. Lpzg. 1864.

86. H. Müller, Ueber die Entwicklung der Knochensubstanz . . . Ztschr. f. w. Zool. Bd. IX. Lpzg. 1858.

87. ——, Ueber Verknöcherung. Würzburger naturw. Ztschr. Bd. IV, 1. Würzburg 1863.

88. Ch. Murchison, A description of the plates in the fauna antiqua sivalensis. Palaeont. mem. and not. Vol. I. London 1868.

89. A. and E. Newton, On the osteology of the Solitaire or Didine bird of the island of Rodriguez, Pezophaps solitaria. Philos. Transact. of the R. Soc. of London. Vol. 159. London 1870.

90. R. Owen, Aves. Todd, The cyclop. of anat. and physiol. Vol. I. London 1835—36.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

91. R. Owen, On the anatomy of the Southern Apteryx (Apteryx australis Shaw.) Transact. of the Zool. Soc. of London. Vol. II. London 1841.
92. ——, Lectures on the comp. anat. and physiol. of the vertebr. animals. P. I. Lond. 1846.
93. ——, A history of British fossil mammals and birds. London 1846.
94. ——, On the nature of limbs. London 1849.
95. ——, The principal forms of the skeleton and the teeth, as the basis for a system of nat. hist. and comp. anat. London 1856.
96. ——, Monograph of the fossil reptilia of the Cretaceous and Purbeck strata. Palaeontographical Soc. Vol. XII. London 1860.
97. ——, Monograph on the British fossil reptilia from the Oolitic formations. P. II. Ibid. Vol. XIV. London 1862.
98. ——, On the Archaeopteryx of von Meyer, with a description of the fossil remains of a long-tailed species, from the lithographic stone of Solenhofen. Philos. Transact. Vol. 153. London 1864.
99. ——, On the anatomy of vertebrates. Vol. II. London 1866.
100. ——, Monograph of the fossil reptilia of the Liassic formations. P. II. Pal. Soc. Vol. XXIII. London 1870.
101. ——, Description of the cavern of Bruniquel and its organic contents. P. II. Equine remains. Philos. Transact. Vol. 159. London 1870.
101a. ——, On fossil remains of Equines from Central and South America referable to Eq. conversidens Ow., Eq. tau Ow., and Eq. arcidens Ow. Ibid.
102. Ch. Pander u. E. d'Alton, Die Skelete der Wiederkäuer. Bonn 1823.
103. W. Parker, On the osteol. of gallinaceous birds and Tinamous. Transact. Zool. Soc. Vol. V, 3. London 1864.
104. ——, On the osteol. of the Kagu (Rhinochetus jubatus). Ibid. Vol. VI, 8. London 1869.
105. F. Perosino, Manuale di anat. descritt. veter. P. 1. Osteol. Torino 1869.
106. A. Pomel, Nouvelles observations sur la structure des pieds dans les animaux de la famille des Anoplotherium, et dans le genre Hyaemoschus. Compt. rend. T. 33. Paris 1851.
107. J. Richardson, Vertebrals, including fossil mammals. The zool. of the voyage of H. M. S. Herald, 1845—51, ed. by E. Forbes. London 1854.
108. Rigot, Traité complet de l'anat. des animaux domest. 1e partie. Ostéol. Paris 1841.
109. A. Rollett, Von den Bindesubstanzen. Handb. d. Lehre v. d. Geweben d. Menschen u. d. Thiere, hrsgeg. v. S. Stricker. 1. Lief. Lpzg. 1868.
110. Rüdinger, Die Muskeln der vorderen Extremitäten der Reptilien und Vögel mit besonderer Rücksicht auf die analogen und homologen Muskeln bei den Säugethieren und dem Menschen. Haarlem 1868.
111. L. Rütimeyer, Beiträge zur Kenntniss der fossilen Pferde und zur vergl. Odontographie der Hufthiere überhaupt. Verh. d. naturf. Gesellsch. in Basel. Thl. III, Heft 4. Basel 1863.
112. ——, Beiträge zu einer paläontologischen Geschichte der Wiederkäuer, zunächst an Linné's Genus Bos. Ibid. Thl. IV, Heft 2. Basel 1865.
113. ——, Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes in seinen Beziehungen zu den Wiederkäuern im Allgemeinen. Eine anat.-paläontologische Monographie von Linné's Genus Bos. Abthlg. I u. II. Neue Denkschr.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

d. allg. Schweiz. Gesellsch. f. d. ges. Naturw. Bd. XXII u. XXIII. Zürich 1867, 68 (Sep.).

114. ——, Referate. Arch. f. Anthropol., red. v. A. Ecker u. L. Lindenschmit. Bd. III, Heft 3 u. 4. Braunschw. 1869.

115. E. Schmidt, Handbuch der vergl. Anatomie. 6. völlig umgearb. Aufl. Jena 1872.

116. E. Selenka, Vögel. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Bd. VI, Abthlg. 4. Lpzg. u. Heidelbg 1869—.

117. C. Sundevall, Om foglarnes vingar. K. Vetensk.-Akad. Handlingar för år 1843. Stockholm 1844.

118. W. Vrolik, Aanteekeningen over de ontleedkunde van den carpus der Zoogdieren. Leiden 1866.

119. A. Wagner, Neue Beiträge zur Kenntniss der urweltlichen Fauna des lithogr. Schiefers. 2. Abthlg. Abh. d. math.-phys. Cl. d. bayerischen Akad. d. Wiss. Bd. IX, 1. München 1861.

120. M. Weber, Die Skelete der Haussäugethiere und Hausvögel. 2. Ausg. Bonn 1850.

121. J. Wolff, Zur Ossification des hyalinen Knorpels. St. Petersb. med. Ztschr. Bd. 14. St. Petersb. 1868.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. V (Fig. 1—14), VI (Fig. 15—28), VII (Fig. 29—45).

Mit Ausnahme der Figg. 36 u. 37 ($\frac{10}{1}$) sind alle übrigen Figg., welche Schnitte oder Theile von solchen darstellen, um die relativen Grössenverhältnisse sogleich hervortreten zu lassen, bei einer und derselben Vergrösserung ($\frac{25}{1}$) mittelst einer Oberhäuser'schen Camera lucida entworfen worden. Da letzterer Umstand die absoluten Dimensionen, sofern dieselben Interesse haben sollten, leicht finden lässt, konnte im Text von der Angabe von Massen abgesehen werden. Die Vergrösserung wurde möglichst gering gewählt, da es auf histiologisches Detail nicht ankam. —

Häufiger wiederkehrende Bezeichnungen:

R. Radius.
U. Ulna.
r. Radiale.
i-u. Intermedio-Ulnare.
$c^{1.\,2.}$ Carpale 1. 2.
$c^{3.\,4.}$ Carpale 3. 4.
mc. I—V. Metacarpale I—V.
ph. 1. Grundphalanx.
T. Tibia.
F. Fibula.
ta. Talus.
ca. Calcaneus.
nv. Naviculare.
t-i-f-c. Der proximale, dem Tibiale, Intermedium, Fibulare und Centrale homologe Tarsaltheil der Vögel.
cn. I—III. Cuneiforme I—III.
cb. Cuboideum.
$t^{1-5.}$ Tarsale 1—5.
mt. II—V. Metatarsale II—V.

Fig. 1 *a, b, c.* Drei rechte Trapezien des Elens, das eine derselben auch in der Volaransicht gezeichnet, um die Gelenkfläche *s* für's Scaphoideum zu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zeigen; *a.* und *c.* besitzen diese Gelenkfläche nicht. *d.* Gelenkfläche für's Trapezoideo-Capitatum.

Fig. 2. Querschnitt durch den distalen Theil des Carpus eines Elenembryo.
tm. Trapezium.
td. Trapezoides mit
cp. dem Capitatum bereits zum Trapezoideo-Capitatum zusammengeflossen. Die ursprüngliche Isolirtheit der beiden Stücke aus der Stellung der Zellen noch deutlich erkennbar.

Die Figg. 3—17 beziehen sich auf Schafembryonen.

Fig. 3. Querschnitt aus dem oberen Dritttheil des Metacarpus, Stad. VIII.
Fig. 4. Querschn. aus dem distalen Theil des Unterschenkels, Stad. I.
Fig. 5. Desgl. Stad. VI.
Fig. 6. Querschn. aus dem mittleren Dritttheil des Unterschenkels, Stad. XIII. Die Gefässe in den Havers'schen Kanälen der perichondralen Knochenrinde der Tibia sind fortgelassen.
F'. Lig. fibulare.
Fig. 7. Querschn. durch den Tarsus in der Höhe der proximalen Hälfte der Cuneiformien, Stad. VI.
Fig. 8. Desgl. Stad. VIII.
Fig. 9. Flächenschnitt durch den Tarsus, Stad. X.
Fig. 10. Querschn. durch die Cuneiformien, Stad. XIII.
p. l'. Sehne des Peron. long.
Fig. 11. Querschn. aus der proximalen Hälfte des Metatarsus, Stad. III.
Fig. 12. Querschn. aus dem mittleren Theil des Metatarsus, Stad. V.
Fig. 13. Desgl. Stad. VIII.
Fig. 14. Querschn. durch den Metatarsus ziemlich dicht unter seiner proximalen Endfläche, Stad. IX.
Fig. 15. Desgl. Stad. X.
s. Sesambein.
Fig. 16. Querschn. aus dem mittleren Dritttheil des Metatarsus, Stad. X. Die Figg. 15 und 16 gehören zu einer Schnittserie.
mt. II'. Atrophirender Perichondriumstrang des geschwundenen Metatarsale II.
Fig. 17 Flächenschnitt durch den Metatarsus, Stad. X (zwei Schnitte combinirt). Die Figg. 9 und 17 gehören zu einer Serie (zweiter Embryo, Extremitäten etwas stärker).
p. l'. Wie in Fig. 10.

Die Figg. 18—25 beziehen sich auf Pferdeembryonen.

Fig. 18. Querschn. aus dem distalen Dritttheil des Unterarms, Stad. I.
Fig. 19. Desgl. Stad. II.
Fig. 20. Querschnitt aus der proximalen Hälfte des Metacarpus, Stad. I.
Fig. 21. Querschn. aus dem distalen Dritttheil des Metacarpus, Stad. II.
Fig. 22. Querschn. durch den Metacarpus hart über der distalen Endfläche des Metacarpale III, Stad. II.
glb. Anlage der Sehnenbeine des Inteross. med.
Fig. 23. Querschnitt aus dem distalen Dritttheil des Unterschenkels, Stad. I.
Fig. 24. Desgl. Stad. II.
Fig. 25. Querschn. durch den proximalen Theil des Tarsus, Stad. II.

Die Figg. 26—35 und 40—45 beziehen sich auf Hühnerembryonen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 26. Querschn. aus dem proximalen Theil des Metacarpus, Stad. III.

Fig. 27. Flächenschnitt der Hand, Stad. V. Das Metacarpale IV in der Grösse gezeichnet, welche es auf dem volarwärts nächstfolgenden Schnitte besitzt. Die Mittelstücke der dorsalwärts gekrümmten Metacarpalien II u. III liegen in den vorhergehenden Schnitten.

Fig. 28. Dorso-volarschnitt durch die Hand, Stad. VII.

Figg. 29—32. Zu einer Serie gehörende Flächenschnitte der Hand, Stad. VII. Zwischen 29 und 30 liegen 6, zwischen 30 u. 31 gleichfalls 6 und zwischen 31 und 32 4 Schnitte. Die eigenthümliche Haltung, welche die Hand um diese Zeit zeigt, verhindert die Herstellung genauer Flächenschnitte; die radiale Hälfte der Hand (die Abtragung hat natürlich vom Handrücken aus zu geschehen) kommt früher unter's Messer. Im Schnitt der Fig. 32 ist die Schnittrichtung absichtlich ziemlich stark volarwärts geneigt (cf. Fig. 39 a, Volaransicht).

Figg. 33—35. Zu einer Serie gehörende Querschnitte durch die Hand, Stad. VII. Zwischen 33 und 34 liegen 5 und zwischen 34 und 35 6 Schnitte.

fl. d. l'. Sehne des Flex. digg. long. prof.

Figg. 36—38. Zu einer Serie gehörende, mit den vorhergehenden correspondirende Querschnitte durch die Hand, Stad. IX.

fl. d. l'. Wie in Fig. 34.

Fig. 39. Drei rechte Carpo-Metacarpi von ein- bis mehrmonatlichen Hühnern (Altersbestimmung approximativ); das Stad. *a* auch in der Dorsalansicht gezeichnet.

Fig. 40. Flächenschnitt durch den Tarsus und Metatarsus, Stad. VI.

Fig. 41. Desgl. Stad. VI a.

Fig. 42. Flächenschn. durch den Tarsus u. Metatarsus, Stad. VI b.

Fig. 43. Querschn. durch die Tarsalien, Stad. VI b.

Fig. 44. Flächenschn. durch den Tarsus u. Metatarsus, Stad. VII.

Fig. 45. Querschn. durch die Tarsalien, Stad. VII.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nachtrag.

In der seit dem Abschlusse des Manuscriptes verflossenen Zeit habe ich Gelegenheit gehabt, von einigen weiteren, auf mein Thema sich beziehenden Verhältnissen Kenntniss zu nehmen; hierüber soll in Nachstehendem Bericht erstattet werden.

Zu dem über das Vorkommen des Trapezium bei Wiederkäuern Bemerkten ist hinzuzufügen, dass der Damhirsch, wie ich bei der Untersuchung einiger in frischem Zustande erhaltenen Extremitäten gefunden habe, constant ein annähernd kugeliges oder ellipsoidisches, etwa 7—8 mm. im Durchmesser haltendes Trapezium besitzt, das mit der Volarfläche des in eine deutliche distale, abgerundete Spitze sich ausziehenden Trapezoid-Antheiles vom Trapezoideo-Capitatum articulirt und das Scaphoideum nicht mehr erreicht; der distale Pol des Trapezium liegt in der Nähe des proximalen Endes vom proximalen Rudiment (— beim Damhirsch finden sich constant noch kleine distale Rudimente des Metacarpale II und V —) des Metacarpale II. An isolirten Trapezien lässt sich nach den früher hierfür angeführten Kriterien unschwer ihre Hingehörigkeit bestimmen. — Das im Text über das Trapezium des Rehes Gesagte wird möglicherweise zu modificiren sein; zur Zeit ist das mir vorliegende Material noch nicht ausreichend, definitive Angaben hierüber zu gestatten. Vom Edelhirsch habe ich mir frische Extremitäten noch nicht verschaffen können.

In Bezug auf den die Entwicklung des Extremitäten-Skeletes der Vögel behandelnden Abschnitt ist nachzutragen, dass ich durch die Güte des Herrn Prof. Gegenbaur mit einer jüngst erschienenen Abhandlung von E. Morse (On the tarsus and carpus of birds. Annals of the Lyc. Nat. Hist., New-York, Vol. X, 1872. Salem 1872 [Sep.]) bekannt geworden bin, aus der hervorgeht, dass der genannte Autor, dessen Untersuchungen auf neun Coracomorphen und einen Charadriomorphen sich erstrecken, das Carpale $^{1 \cdot 2 \cdot}$ und das Carpale $^{3 \cdot 4 \cdot}$ gleichfalls beobachtet und in ihrem Verhalten kurz skizzirt hat (cf. S. 8—10 und von den Figuren bes. Fig. 33, 37, 39, 40 und 49). Mit der Deutung, welche die betreffenden Stücke bei Morse erfahren, kann ich mich nicht ganz einver-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

standen erklären: das Carpale $^{3\cdot 4\cdot}$ konnte Morse allerdings nur als Carpale $^{4\cdot}$ (M. ist Anhänger der Zählungsweise nach Owen) definiren, da er bei seinen Untersuchungsobjecten das Metacarpale IV (V nach Owen) nicht beobachtet hat und somit keine Veranlassung hatte, das fragliche Stück als connascentes Gebilde aufzufassen; für das Carpale $^{1\cdot 2\cdot}$ indess hätte es nahe gelegen, dasselbe als Carpale $^{2\cdot 3\cdot}$ zu deuten, da sich in den Abbildungen (cf. bes. Fig. 40 und 41), die im Text nicht weiter berührten Beziehungen desselben zum Metacarpale II (nach Ow.) richtig dargestellt finden; Morse spricht dasselbe einfach als Carpale $^{3\cdot}$ an. (Allerdings heisst es zunächst [cf. S. 9]: »Whether this represents the intermedium and centrale, connate, or the third carpale, I am not able to say«, an späteren Stellen und in der Bezifferungsweise der Figuren findet sich indess die Deutung als Carpale $^{2\cdot}$ festgehalten.) Die sonstigen, den Carpus betreffenden Angaben illustriren eigentlich nur die Unzulänglichkeit der befolgten Untersuchungsmethode (die frischen Extremitäten sind [cf. S. 7 und 21] ohne Weiteres unter's Mikroskop gebracht worden; Schnitte wurden nicht untersucht). So wird (S. 9) die Ansicht vertreten, bei einigen Vögeln verschmelze das Intermedio-Ulnare (Ulnare nach Morse) mit der Ulna; an einer anderen Stelle (S. 9) heisst es: »In the kingbird an accessory carpal is seen near the third carpale, from which it seems to have separated« (cf. Fig. 47; in der Erkl. ders. auf S. 21 wird das fragliche Stück vermuthungsweise als Centrale angesehen). »As I found it in no other specimen, it may have been the result of accidental pressure in examination«. Die Fig. 34 ist nicht zutreffend interpretirt worden; die Fig. 48, von einem »under pressure« (cf. d. Erkl. auf S. 21) untersuchten Objecte herstammend, ist mir unverständlich geblieben. — Hinsichtlich der Mittheilungen, die Morse über die Entwicklung des Tarsus macht, wird es genügen, seine Untersuchungsresultate resp. Deutungen einfach anzuführen. Das proximale Tarsusstück entspricht nach Morse dem Tibiale und Fibulare, die isolirt auftreten sollen (cf. S. 7); ein verknöchernder, als vinculum dienender Bindegewebsstrang gilt als Intermedium (cf. S. 14—16); die Tarsalienplatte wird als Centrale (cf. S. 7 und 15) gedeutet. Das Metatarsale V ist nicht beobachtet worden.

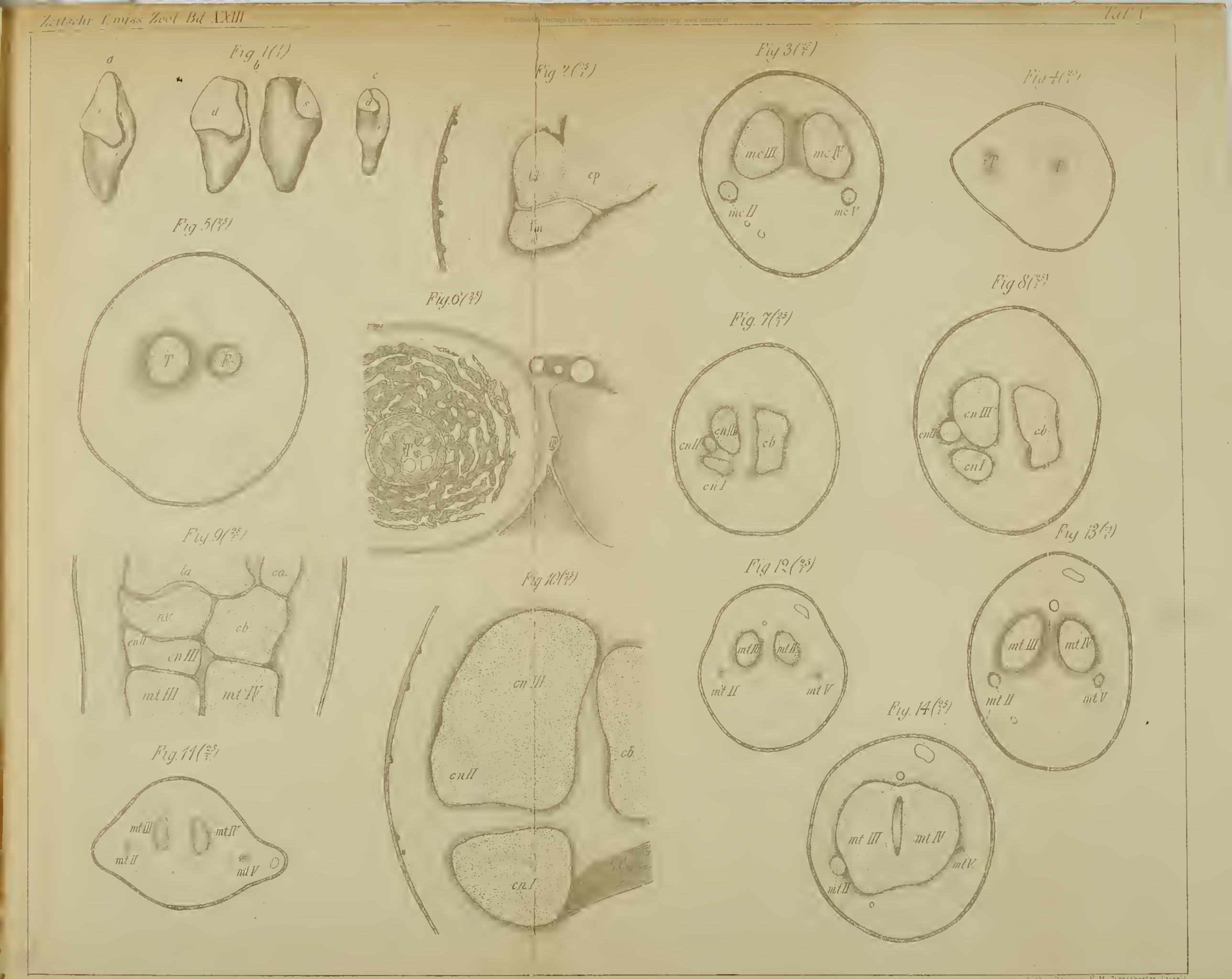
Schliesslich habe ich anzuführen, dass es mir durch die Liberalität des Herrn Prof. K. Zittel, dem ich hierfür zu grossem Danke verpflichtet bin, vergönnt gewesen ist, die Compsognathus-Platte näher in Augenschein zu nehmen. Hierbei hat sich herausgestellt, dass Compsognathus, wie ein von Wagner übersehener Eindruck erkennen lässt, ein Radiale besessen hat, welches mit dem homologen Skeletstück der Vögel schon sehr nahe übereinstimmt. Der betreffende, ziemlich ober-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

flächliche Eindruck, der zwischen den Eindrücken der distalen Hälften der beiden linken Unterarmknochen liegt, ist annähernd rhombisch umgrenzt (von den Winkeln, unter welchen die gegen das Centrum schwach convexen Seiten des Rhombus auf einander stossen, sind die beiden spitzen und der eine stumpfe Winkel abgerundet); durch die im Uebrigen ziemlich plane Einsenkung verläuft in nahezu diagonaler Richtung (die beiden stumpfen Winkel mit einander verbindend) eine allmälig seichter werdende Furche. Hiernach wäre das dislocirte, der linken Seite angehörige Radiale mit seiner dorsal- und radialwärts sehenden Fläche der Hauptplatte zugewendet gewesen. Von sonstigen, als Elemente des linken Carpus anzusehenden Stücken lässt sich auf der Hauptplatte nichts nachweisen; der Gegenplatte fehlt leider der die vorderen Extremitäten gedeckt habende Abschnitt. Für den rechten Carpus lässt sich nach den Lagerungsverhältnissen, welche die Unterarmknochen der rechten Seite zum rechten Metacarpale II u. III zeigen, die Vermuthung begründen, dass die Stücke desselben noch in der Tiefe der Hauptplatte verborgen seien. (Die soeben namhaft gemachten Stücke des rechten Metacarpus, die Wagner (cf. 119 S. 98) für Phalangen angesehen hat, sind in ihren proximalen Hälften erhalten und nur in geringem Grade gegen einander dislocirt: das Metacarpale III, dessen kleine Markhöhle sehr deutlich ist, liegt dem II unmittelbar an; ihre Basen sind von einer quer über sie hinweggelagerten vorletzten Phalanx überdeckt.) In Bezug auf die Deutung der Reste des Fingerskeletes lässt sich mit Sicherheit nur die Aussage thun, dass keine der vorhandenen Phalangen zum gracilen Metacarpale III gehört haben könne; für einen Versuch, die einzelnen Phalangen definitiv einzurangiren, liegen zu wenig Anhaltspuncte vor. Ein elliptisches, mit einer leicht sattelförmigen Fläche aus dem Gestein hervorsehendes Knöchelchen, welches in der Nähe des Dorsalrandes der dem linken Metacarpale II benachbarten (noch einen Theil ihrer Hornscheide aufweisenden) Endphalanx gelegen ist, ist vermuthlich der proximale Theil einer senkrecht eingebetteten Phalanx. Als Phalanx wird möglicherweise auch das früher als distaler Theil des linken Radius gedeutete Stück anzusehen sein, wenigstens ist es mir neuerdings, nach Besichtigung der Platte, wieder zweifelhaft geworden, ob die (für die Aufstellung der erwähnten Wahrscheinlichkeitsdiagnose selbstverständlich unerlässliche) Annahme einer nachträglich erfolgten Dislocation (— Wagner hatte [cf. l. c. S. 95] für einen Theil des Schädeldaches den gleichen Hergang statuirt —) hinreichende Berechtigung besitze.

München, den 9. Oct. 1872.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

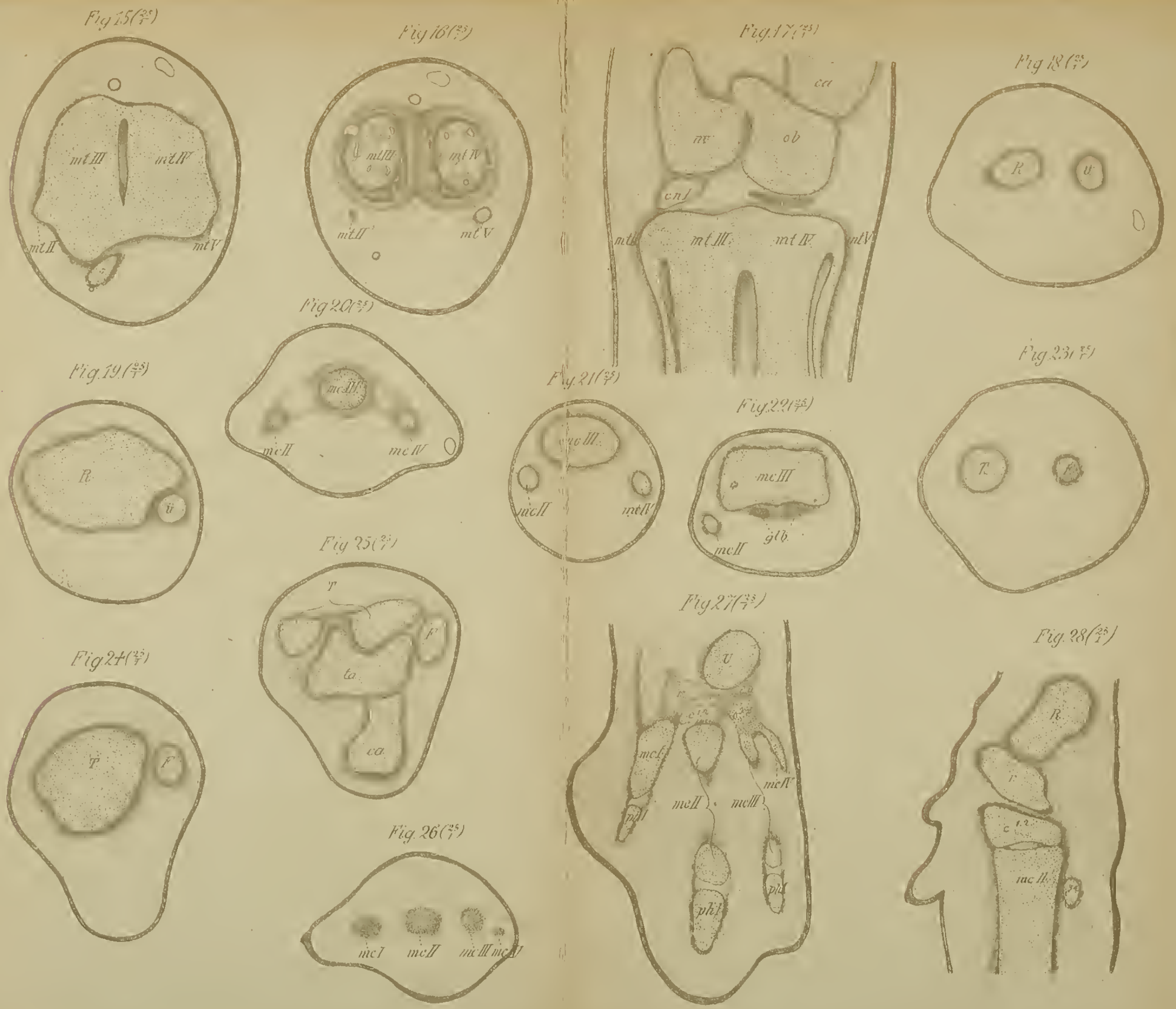


Lith. Druck v. F. M. Strassberger, Leipzig

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1873

Band/Volume: 23

Autor(en)/Author(s): Rosenberg Alexander

Artikel/Article: Ueber die Entwicklung des Extremitäten-Skeletes bei einigen durch Reductionen ihrer Gliedmassen characterisirten Wirbelthieren. 116-169