

liche Stadium der Fig. 6 übergegangen ist, so bedarf sie noch einer nicht geringen Stoffaufnahme um nicht nur am Leben zu bleiben, sondern auch die ganze weitere Umwandlung durchzumachen. Wird in diesem Stadium die Pflanze aus dem Boden herausgezogen, und stirbt also auch die Wurzel, in welcher sich die unbewegliche, dicke Larve (Fig. 6) befindet, ab, so ist eine normale Weiterentwicklung der letztgenannten infolge Nahrungsmangels unmöglich geworden.

Es war also zu versuchen, ob man nicht das zeitraubende Ausjäten unterlassen könnte, um anstatt dessen die Fangpflanzen auf dem Felde selbst mit passenden durch Pferde bewegten Geräten zu vernichten. Geschähe dies in geeignetem Zeitpunkt, so ließe sich erwarten, dass auch die im Boden zurückbleibenden Würzelchen nicht genug Nahrung für die Nematodenlarven bieten könnten. Kühn führte den Versuch aus auf einem 3,3 Hektaren umfassenden Felde, von dem der Bewirtschafter sagte: „Hier können (der Rübenmüdigkeit wegen) nie wieder Rüben gebaut werden“. Der Erfolg war ein wirklich glänzender. Schon in der vierten Fangpflanzensaat wurden nur noch vereinzelt vorkommende Nematodenlarven beobachtet, und nach fünfmaliger Aussaat von Fangpflanzen und Zerstörung derselben konnte auf dem erwähnten Felde von Kühn wieder eine normale Rüben-ernte erzielt werden.

Es hat keinen Zweck, an dieser Stelle ausführlicher zu berichten, über die Art und Weise, wie man am zweckmäßigsten und am billigsten Kühn's Methode im Einzelnen ausführt; das Obengesagte genügt um zu zeigen, dass eine zweckmäßige Bekämpfung der schädlichen Tiere nur bei möglichst vollständiger Bekanntschaft mit der Lebensweise und der Entwicklung des betreffenden Tieres geschehen kann.

Ueber die Modifikationen des Extremitätenskelets bei den einzelnen Säugetierstämmen.

Von **Max Schlosser** in München.

II. Hinterextremität.

(Schluss.)

Tibia und Fibula sind ursprünglich ihrer ganzen Länge nach frei. Die letztere hat auch noch eine ziemliche Dicke. Bei den Didelphiden ist die Tibia an allen Stellen nahezu gleich breit; erst an ihrem proximalen Ende verbreitert sie sich mit einem Male ganz auffallend. Diese Breitenzunahme zwischen der mittlern Partie der Tibia und ihrem obern Ende ist dagegen bei jenen Säugern, welche auf allen Vieren laufen und niemals, oder doch nur kurze Zeit eine aufrechte Haltung annehmen, eine ganz allmähliche. Es findet sich dies bestätigt bei den Insektivoren z. B. *Erinaceus*, *Sorex*, *Tupaja*, bei allen Creodonten und Carnivoren. Die Pseudolemuriden schließen sich in diesem Punkte eher an die übrigen

Säuger an als an die Affen. Unter diesen letztern ist auch wieder bei den Anthropomorphen die Breitenzunahme eine raschere als bei den Cynopithecinen. Alle diese genannten Formen, deren Tibia sich erst an ihrem Oberende wesentlich verbreitert, haben auch eine vollständige Fibula und zwar ist die Dicke derselben am bedeutendsten bei schlechten Läufern und solchen Tieren, welche häufig oder gar immer eine aufrechte Haltung annehmen. Wir treffen unter den Formen mit kräftiger Fibula gar alle wieder, welche sich auch durch die Kürze der Femur-Condylus auszeichnen. Bei den Pinnipediern, bei welchen es auf feste Verbindung der einzelnen Extremitätenknochen ankommt, erfolgt Verschmelzung der Fibula mit der obern Partie der Tibia. Bei jenen Säugetieren hingegen, die sich zu guten Läufern entwickeln, erfährt die Fibula eine fortgesetzte Reduktion. Am weitesten fortgeschritten ist dieselbe bei gewissen Huftieren, indem hier nur noch ein proximaler und distaler Rest dieses Knochens erhalten ist — beim Pferd fehlt sogar der distale Rest. Bei den Carnivoren und Creodonten hat sich die Fibula noch viel besser konserviert, namentlich gilt dies von den letztern; unter den erstern haben die Bären noch die kräftigste Fibula, dagegen ist dieselbe beim Hunde und bei den Hyänen sehr dünn geworden und verwächst auch schon bisweilen auf eine kleine Strecke mit der Tibia. Unter den Insektivoren haben die meisten Centetinen — mit Ausnahme von *Microgale* —, der fossile *Neurogymnurus*, sowie die Tupajiden die freie Fibula bewahrt, dagegen erscheint dieselbe in ihrer untern Partie schon eine mehr oder minder lange Strecke weit mit der Tibia verwachsen bei *Gymnurus*, *Erinaceus*, den Talpiden, Chrysochloriden, Soriciden und Macroscelididen. Bei den Fledermäusen hat sich die distale Partie der Fibula erhalten und zwar beträgt die Länge dieses Rudimentes zuweilen bis zu $\frac{2}{3}$ der Länge der Tibia; dagegen ist die proximale Partie vollkommen verloren gegangen. Unter den Nagern haben die ursprünglichen — *Sciurus* — und die Theridomyiden noch eine freie, vollständige Fibula, bei der großen Mehrzahl verschmilzt jedoch die untere Hälfte oder noch mehr — Hasen — mit der Tibia. Eine sehr kräftige Fibula finden wir hingegen bei *Hyrax*, den Edentaten, Proboscidiern und Amblypoden.

Tibia und Fibula umschließen zusammen den Astragalus. Der Calcaneus hängt anfangs bloß am Astragalus; bald aber steigt die Fibula herab und schließt sich bald dichter bald loser an den Calcaneus an. Die Affen und Raubtiere — ebenso auch die Pinnipeder — sowie die Insektivoren und selbst *Hyrax* zeigen insgesamt noch keine direkte Berührung der Fibula mit dem Calcaneus, noch weniger freilich ist dies der Fall bei *Didelphys*. Wohl aber tritt eine solche ein bei den meisten Nagern, den Proboscidiern, Amblypoden, Perissodactylen und Artiodactylen.

Sehr schwierig ist die Frage zu beantworten, welche Homologie zwischen den Carpus- und Tarsus-Knochen bestehe, denn während bei den erstern in der obern Reihe drei beziehungsweise vier Knochen sich befinden, sind deren im Tarsus nur zwei.

Während im Carpus das Lunatum sich sofort als das ursprüngliche Intermedium erweist, bleibt die Deutung des Astragalus durchaus unsicher; es ist nach Baur¹⁾ nicht zulässig, denselben für ein Verschmelzungsprodukt des Intermedium mit dem Tibiale anzusprechen, weil er selbst beim Embryo keine Spur von Teilung erkennen lässt, sondern durch einen einzigen Knorpel repräsentiert wird. Das von Bardeleben als Intermedium angesprochene Sesambein hält Baur für eine sekundäre Bildung der Didelphiden und des Menschen; dagegen ist er sehr versucht, in dem ganzen Astragalus das Intermedium zu erblicken, was allerdings auch sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich hat. Als wirkliches Tibiale endlich betrachtet Baur ein neben dem Astragalus auftretendes Sesambein. Als Homologon des Centrale carpi bezeichnet Gegenbaur das Naviculare.

Der Astragalus. Dieser Knochen artikuliert an der Tibia mittels einer halbzylindrischen Fläche, die anfangs keine Spur von einer Vertiefung erkennen lässt. Einen solchen Astragalus haben die Didelphiden. Bei den Creodonten ist diese Facette ebenfalls noch wenig verändert, nur bei *Stypolophus* und *Hyænodon* beginnt dieselbe ihrer Mittellinie nach etwas einzusinken. Diese Vertiefung wird sehr stark bei sämtlichen Carnivoren — am schwächsten ist dieselbe beim Bären —. Eine derartige Modifikation treffen wir ferner bei den Insektivoren²⁾, den Chiropteren und Nagern; den höchsten Grad erreicht dieselbe bei den Perissodactylen und Artiodactylen. Unter den Affen ist die Vertiefung der proximalen Astragalus-Facette ziemlich gering, am stärksten noch bei den Cynopithecinen. Die Anwesenheit sowie die Tiefe dieser Rinne hängt von der Lebensweise des Tieres ab. Bei guten hochbeinigen Läufern wird diese Rinne sehr breit und tief, bei schlechten kurzbeinigen Läufern bleibt dieselbe sehr seicht. Die Proboscidier und Amblypoden haben einen ganz niedrigen, breit gequetschten Astragalus mit fast ganz ebener proximaler Facette; die eigentliche Funktion dieses Knochens hat bei der Kürze der Zehen und dem furchtbaren Körpergewicht gänzlich aufgehört. Es erscheint derselbe hier nur noch als Zwischenstück und nicht mehr als eigentlicher Mechanismus.

1) Morphol. Jahrb., Bd. XI, 1885, S. 468. Ueber den Astragalus und das Intermedium der Säugetiere.

2) In beiden Ordnungen gibt es übrigens Formen, bei welchen diese Furchung der Astragalusfacette noch sehr gering ist; unter den Insektivoren gilt dies besonders von *Erinaceus*. Bei *Amphicyon* ist dieselbe ziemlich tief ausgeschnitten, bei seinem Nachkommen, dem Bären flach. Hier erscheint diese Organisation jedoch zweifellos als besondere Differenzierung.

Die distale Facette des Astragalus liegt wohl ursprünglich auf einem mäßig gerundeten Vorsprung, und artikuliert ausschließlich mit dem Naviculare. Diese einfache Verbindung der obern Tarsus-Reihe mit dem Naviculare und Cuboid — das letztere berührt nur den Calcaneus — ist auf die Dauer, namentlich für solche Tiere, welche auf größere Schnelligkeit angewiesen sind, wenig praktisch. Es wird sich darum handeln, dass entweder ein Knochen der obern Reihe mit zwei Knochen der untern Reihe oder umgekehrt in Berührung tritt, weil hiedurch der Fuß entschieden an Festigkeit gewinnt. Diese Verbesserung wird dadurch erzielt, dass das Cuboid, das ursprünglich ausschließlich mit dem Calcaneus artikuliert hatte, mit dem Astragalus in Berührung kommt. Wir treffen eine solche Doppelverbindung des Cuboids bei allen Paar- und Unpaarhufern und bei den Creodonten; bei diesen letztern ist jedoch die Artikulation des Cuboids mit dem Astragalus nur auf eine ganz kurze Strecke ermöglicht. Dieselbe ist um so vollständiger, je mehr sich eine Creodonten-Gattung von der eigentlichen Stammesreihe der echten Carnivoren entfernt. Bei *Stypolophus*, der ja fast nichts weiter als ein *Cynodictis* mit drei gleichen Molaren ist, fehlt diese Doppelverbindung beinahe ganz, am stärksten ist dieselbe bei *Oxyaena*. Bei den Carnivoren, Raubbeutlern, sowie bei den Nagern kommt der Astragalus mit dem Cuboid niemals in direkte Berührung, gräbt sich aber dafür um so tiefer in das Naviculare ein. Dies letztere sehen wir auch bei den Artiodactylen. Die Insektivoren stimmen in dieser Beziehung ganz mit den Carnivoren, ebenso die Didelphiden und die Condylarthren.

Der Calcaneus stößt nach unten zu ausschließlich an das Cuboid; weiter oben liegt ihm der Astragalus auf und zwar einmal auf einem besondern Fortsatz, dem „Sustentaculum tali“ und außerdem noch an seinem Oberrande. Hier ist es aber anfangs ein bloßes Anlehnen, wie dies bei *Didelphys* sowie bei den Creodonten, aber auch bei den Perissodactylen, Artiodactylen und manchen Nagern zu beobachten ist; erst bei den Carnivoren, Insektivoren, den Affen und Lemuren kann von einem wirklichen Aufliegen die Rede sein. Wir haben es in diesem letzteren Falle nicht mit einer ursprünglichen Organisation, sondern mit einer Differenzierung zu thun. Auch bei den Proboscidiern und Amblyopoden bedeckt der Astragalus einen großen Teil des Calcaneus.

Das Cuboid artikuliert nach oben zu anfangs bloß mit dem Calcaneus, bei vielen Säugern aber wird es durch die Körperlast zwischen diesen und den Astragalus hineingepresst und zugleich schiebt es sich an der Rückseite des Calcaneus etwas in die Höhe. Es lässt sich dies bei den Perissodactylen und Artiodactylen sehr gut beobachten. Eine Streckung des Cuboids gegen den Astragalus ist schon bei *Didelphys* — freilich in einem noch sehr geringen

Grad — zu bemerken; sehr beträchtlich ist dieselbe bei gewissen, in phylogenetischer Hinsicht jedoch unwichtigen Creodonten — *Oxyaena* —. Die übrigen Creodonten, die Carnivoren, Affen, Insektivoren, Chiropteren, Nager, dann die Condylarthren sowie *Hyrax* verhalten sich hierin ganz konservativ; ihr Astragalus berührt das Cuboid nur ganz leise, schiebt sich aber dafür — eine Ausnahme bilden die Condylarthren — ziemlich tief in das Naviculare hinein. In einem geringern Grade ist das letztere auch bei den Affen der Fall.

Das Cuboid legt sich fast immer nur ganz wenig an das Naviculare an, ebenso ist seine Verbindung mit dem benachbarten Ectocuneiforme keineswegs eine sehr innige. Es laufen beide vielmehr vollkommen parallel mit einander, bloß bei den Didelphiden, Raubbeutlern und Creodonten — *Hyaenodon* — sitzt das letztere zum Teil in einem besondern Ausschnitt des Cuboids. Am deutlichsten ist dies bei den Raubbeutlern, was darauf hinweist, dass wir es hier nicht mit einer ursprünglichen Organisation, sondern vielmehr mit einer Spezialisierung zu thun haben. Bei den Proboscidiern greift das Naviculare über das Cuboid herüber und trennt es vom Astragalus.

Bei vielen Artiodactylen, nämlich den Ruminantiern, verwachsen Cuboid und Naviculare zu einem Knochen.

Das Naviculare artikuliert nach unten zu mit den drei Cuneiforme; das Entocuneiforme rückt dabei oft ziemlich hoch am Naviculare herauf, auch kann es, sofern die erste Zehe eine Reduktion erleidet, mit dem Rudiment derselben zu einem Stummel verschmelzen. Dies ist z. B. der Fall bei den Raubbeutlern, — *Thylacinus* — ferner bei Nagern — *Lepus* — und den meisten Huftieren.

Die Metatarsalien sind in der Weise am Tarsus eingelenkt, dass das vierte und fünfte an das Cuboid, das dritte an das Ectocuneiforme, das zweite an das Meso- und das erste an das Entocuneiforme stößt. Die Verbindung der Metatarsalien mit dem Tarsus bleibt jedoch durchgehends eine ziemlich lose und erfolgt weniger durch inniges Ineingreifen, als vielmehr durch direkte Aneinanderpressung. Während die Metacarpalien sehr häufig zwischen benachbarte Carpalien hineinragen und so eine innige Doppelverbindung erzielen, artikuliert jedes Metatarsale fast ausschließlich mit dem gleichstelligen Tarsale. Alle Artikulationsflächen der Metatarsalien gegen den Tarsus liegen so ziemlich in einer Ebene, nur das Metatarsale II macht hievon eine Ausnahme, indem dasselbe schon frühzeitig etwas höher hinaufreicht als das Metatarsale III. Dem entsprechend ist auch das Mesocuneiforme immer kürzer als das Ectocuneiforme. An das Metatarsale II legt sich oft auch das Entocuneiforme an, doch kommt es nicht zu einer eigentlichen Artikulation. Wie an der Vorderextremität, so konnte auch an der

Hinterextremität die erste Zehe ursprünglich den übrigen Zehen gegenübergestellt werden. Diese Fähigkeit schwand jedoch bei weitaus der Mehrzahl aller Säugetiere. Wir finden diese Organisation nur noch bei den Didelphiden und andern Beutlern — *Phalangista* — sowie bei den Halbaffen und Affen. Allein auch hier ist die Beweglichkeit dieser Zehe nicht selten auch schon viel geringer als beim entsprechenden Gliede der Vorderextremität.

Wie an der Hand ist auch am Fuß die absolute Länge der Zehen verschieden, doch strecken sich bei den Carnivoren durchgehends vier Zehen, während die erste Zehe der Reduktion unterliegt. Bei den Insektivoren — *Cladobates*, *Sorex*, *Myogale*, *Macroscelides* — ist wenigstens am Hinterfuß ganz der gleiche Vorgang zu beobachten. Ursprünglich ist immer die mittlere Zehe, Metacarpale beziehungsweise Metatarsale III nebst Phalangen am längsten; die erste hat unter allen Umständen — eine Ausnahme macht bloß der Mensch — die geringste Länge. Die Länge der fünften und zweiten Zehe ist so ziemlich gleich, ebenso steht auch jene der vierten Zehe der Länge der dritten nur wenig nach. Diese primitiven Proportionen sehen wir bei den Didelphiden, vielen Insektivoren, — *Erinaceus*, *Talpa* —, den Lemuren, Affen, Chiropteren, den Subursen und den Musteliden, den meisten Nagern, den Perissodactylen und den Amblyopoden. Bei allen Formen, welche Streckung der Metapodien erkennen lassen, sucht das Metatarsale IV die Länge des Metatarsale III zu erreichen, so bei den bessern Läufern unter den Insektivoren und der Mehrzahl der Carnivoren, ferner bei den Artiodactylen. Reduktion von Seitenzehen ist sehr häufig bei den Huftieren, sowie bei *Hyrax* — bloß mehr drei Zehen — gewissen Marsupialiern, Edentaten und Nagern — Hasen und Caviaden —. Bei den Affen, Carnivoren äußert sich diese Reduktion ausschließlich an der ersten Zehe. Die Affen besitzen zwar mit Ausnahme von *Ateles*, wo es sich zu einem kurzen Stummel verwandelt hat, noch sämtlich das Metatarsale I nebst zwei Phalangen, doch ist diese Zehe bei den Cynopithecinen recht kurz geworden und wird wohl einmal ganz verschwinden nach Analogie der Artiodactylen. Unter den Carnivoren sind viele, bei welchen die erste Zehe nur noch durch einen ungegliederten Stummel repräsentirt wird, *Canis*, *Felis*, *Hyaena*; unter den Viverrinen hat dagegen bloß *Managusta tetradactyla* diese Zehe vollständig verloren. Bei den Insektivoren hat sich dieselbe erhalten, ist aber in manchen Fällen doch schon im Verhältnis ziemlich kurz geworden — am kürzesten bei *Macroscelides* —. Solche Verkürzungen der seitlichen Zehen lassen sich auch bei den Nagern beobachten.

Ganz abweichend nun verhalten sich hinsichtlich der Länge der einzelnen Zehen die Pinnipedier. Während das Metatarsale III sonst

die größte Länge besitzt, ist es hier am kürzesten von allen. Dagegen haben sich Metatarsale I und V hier auffallend verlängert.

Die weitgehendsten Reduktionen von Seitenzehen zeigt unter den Perissodaetylen das Pferd, wo nur noch die dritte Zehe vollständig erhalten ist, die zweite und dritte aber bloß mehr durch die dünnen phalangenlosen „Griffel“ vertreten werden; unter den Artiodaetylen haben die Tylopoden, Boviden, Oviden und Antilopiden die Seitenzehen ganz, die Hirsche aber bis auf distale oder proximale Reste verloren, während dieselben bei den Traguliden und Schweinen und Oreodontiden¹⁾ nur kürzer und dünner geworden sind. Das dritte und vierte Metatarsale verschmelzen bei den Hirschen, Cavicorniern und Tylopoden miteinander zu einem Canon. Eine Art Canon zeigt auch die Gattung *Haltomys* unter den Nagern, nur besteht derselbe hier aus drei Metapodien. Die Perissodaetylen behalten mit Ausnahme vom Pferd drei ungefähr gleich starke Zehen am Hinterfuß, ebenso die Gattung *Hyrax*. *Anoplotherium*²⁾ verhält sich ähnlich, nur ist die zweite Zehe wesentlich kürzer als die vierte und dritte. Unter den Nagern hat abgesehen von dem eben genannten *Haltomys* auch *Hydrochoerus* und *Aguti* die erste und fünfte Zehe eingebüßt.

Merkwürdige Modifikationen der Hinterextremitäten treffen wir auch bei den Edentaten und Marsupialiern. Im Gauzen besteht hier grade keine besondere Neigung für Verringerung der Zehenzahl, nur bei den Kängaru geht die erste Zehe gänzlich verloren, wohl aber kommt es sehr oft zu einer Verstärkung einzelner Metapodien und Phalangen auf Kosten der übrigen Zehen. *Phalangista* und *Phascolarctos* verstärken Metatarsale I, Metatarsale IV und V, namentlich die beiden letzteren, *Perameles* und die Kängaru hingegen das Metatarsale IV und dessen Phalangen. Infolge der auffallenden Reduktion der hier auch schon ganz nutzlos gewordenen Seitenzehen sind auch die ihnen entsprechenden Tarsalien auf die Seite gedrängt worden und verkümmert. Dafür ist das Cuboid fast ganz unter den Astragalus getreten; *Perameles* erscheint insoferne als Zwischenglied zwischen den *Didelphys* und den Kängarus, als das Ectocuneiforme hier noch seine Größe bewahrt hat. Es hat sich außerdem auf das Metatarsale IV verlagert. Unter den lebenden Edentaten hat *Orycteropus* noch den ursprünglichen Zustand der Hinterextremität ziemlich wohl bewahrt, auch sonst ist keine besondere Veränderung zu beobachten außer bei *Choloepus* und *Bradypus* und den Gravigraden. Die beiden ersteren zeigen Reduktion der ersten und fünften Zehe, die bei *Choloepus* als phalangenlose Stummel entwickelt, bei *Bradypus* aber ganz verloren gegangen sind. Bei

1) Der älteste Vertreter derselben — *Protoreodon* — hat noch einen vollständigen Daumen.

2) Die sehr nahestehende Gattung *Diplobune* hat auch vorne drei Finger.

Bradypus hat auch Verwachsung der Metatarsalien stattgefunden. Bei den Gravigraden ist Verlust der beiden innern Zehen zu beobachten, wofür jedoch die dritte um so mächtiger wird.

Als Rudimente von Zehen dürfen wir wohl die distale Partie des Calcaneus betrachten; sie entspräche dann dem Pisiforme der Hand. Bei den Fledermäusen trägt dieser Teil ohnehin noch einen langen knorpligen Sporn, der jetzt freilich für einen andern Zweck dient, ursprünglich aber doch wohl aus den Phalangen entstanden ist. Als weiteres Zehenrudiment kann das zwischen Naviculare und dem Entocuneiforme befindliche „Sesambein“ gelten, das bei vielen Carnivoren, — *Arctictis*, *Cercopithecus*, *Nasua*, *Cynogale* und *Bassaris* — zu beobachten ist. Bei den Insektivoren fehlt ein solches Zehenrudiment, nur der Maulwurf hat einen derartigen Knochen und zwar erscheint derselbe hier als langer Sporn.

Die Endphalangen hatten bei den ursprünglichen Säugern zweifellos ebenfalls schon hornige Bedeckung, die aber weder ein echter Nagel, noch eine echte Krallen, noch ein echter Huf war. Wir dürfen wohl annehmen, dass die knöcherne Endphalange als ziemlich stumpfer Kegel entwickelt war, welchen nahezu allseitig ein horniger Kegelmantel — nur auf der Unterseite der Phalange aufgeschlitzt — umgeben hat. Durch Krümmung und Zuspitzung der Endphalange und ihres Hornüberzuges entsteht die Krallen, durch Verbreiterung derselben, wenn der Hornüberzug ebenfalls diese Aenderung mitmacht, entsteht der Huf; kann aber der Hornüberzug dieser Verbreiterung der Endphalange nicht folgen, so platzt dieser Hornkegel der Länge nach auf und rollt sich zu einer Platte — Nagel — auf, welche dem Rücken der Endphalange aufliegt. So ließe sich die Entstehung des Nagels denken.

Die Affen der alten Welt sowie die echten Lemuren besitzen Nägel; bei den Affen der neuen Welt und der *Stenops*-Gruppe sind die Ränder derselben an der Spitze wenigstens noch etwas eingeschlagen und bilden so den Uebergang zu den Insektivoren, bei welchen die Endphalange allseitig von einer mehr oder weniger konischen Hornscheide eingehüllt wird. Unter den Marsupialiern zeigt nur *Perameles* die gleiche Organisation wie die Insektivoren; bei den Didelphiden und den Carnivoren und Creodonten hat sich die Hornscheide in eine Krallen verwandelt, die bei den Katzen noch obendrein sehr stark gekrümmt erscheint und zurückgezogen werden kann. Die Creodonten verhalten sich übrigens in dieser Beziehung natürlich noch am ursprünglichsten von allen Fleischfressern. Die Condylarthren haben zum teil schon echte Hufe, die Periplychiden jedoch hatten wahrscheinlich noch eine Art Krallen¹⁾.

Die Endphalangen selbst zeigen bei vielen Insektivoren und wohl allen Creodonten — immer aber bei *Mesonyx*, *Oxyaena* und

1) Aehnlich ist auch die Endphalange der Anoplotheriiden.

Hyænodon einen Schlitz; auch bei *Anoplotherium* und selbst beim Schweine ist derselbe deutlich zu sehen; selbst *Hyracotherium* zeigt — freilich sehr schwach — einen solchen, wenigstens nach der Abbildung, welche Cope von dessen Vorderfuß gegeben hat. Bei den jüngern Huftieren und Carnivoren fehlt dieser Schlitz.

Als die ursprüngliche Beschaffenheit des Säugetierfußes gilt neben der Fünfzehigkeit gewöhnlich auch die Plantigradie. Ist schon die Fünfzehigkeit einigermaßen zweifelhaft, wie aus der Anwesenheit gewisser „überzähliger“ Knochen hervorgeht, so ist es die Plantigradie in noch höherem Grade, sofern wir nämlich als Typus derselben die Organisation des Menschen- oder jene des Bärenfußes annehmen. Dass wir es hier nur mit Differenzierungen zu thun haben, geht ohne weiteres daraus hervor, dass in dem einen Falle die erste, in dem andern Falle die fünfte Zehe unverhältnismäßig groß geworden ist, da eben das eine mal die erste, das andere mal die fünfte Zehe statt der dritten am meisten angestrengt wird. Als wirkliche Plantigradie haben wir vielmehr die Organisation des *Didelphys*- oder des Insektivorenfußes zu betrachten. Sie ist charakterisiert dadurch, dass alle den Fuß zusammensetzenden Knochen bis zum Calcaneus dem Boden aufgesetzt werden. Aus einem solchen plantigraden Fuß entwickelt sich der Fleischfresserfuß, vor allem der Viverrenfuß, bei welchem sich nur noch die Phalangen dem Boden anschmiegen, die Metapodien aber mit der Unterlage einen spitzen Winkel bilden. Dieser Modifikation gehört auch der Fuß des *Amphicyon* an und aus diesem hat sich dann infolge einer besondern Differenzierung der Bärenfuß entwickelt. Ob die Creodonten wirklich plantigrad waren, möchte ich doch fast bezweifeln. Sicher kann *Mesonyx*, soferne die von Scott¹⁾ gegebene Abbildung richtig ist, alsdann nicht mehr für plantigrad gelten. Aus dem Viverren- oder vielleicht schon dem Creodontenfuß, soferne die Organisation von *Mesonyx* für alle Angehörige dieser Gruppe angenommen werden kann, entsteht ferner auch eine Modifikation, bei welcher nur noch die Endphalange dem Boden aufgesetzt wird — die Digitigradie. Dieselbe ist für die meisten Huftiere charakteristisch. Im Vergleich zu dem Viverrenfuß ist auch bereits der Fuß der Hunde und Hyänen entschieden in der Richtung gegen die Digitigradie hin fortgeschritten. Unter den Huftieren sind die Anoplotherien sicher noch nicht vollkommen digitigrad; es liegen mindestens zwei Phalangen dem Boden auf.

Die eben besprochenen verschiedenartigen Modifikationen der Extremitäten zeigen so recht deutlich, dass die Organisation gar jedes Säugetiers aufs innigste mit dessen Lebensweise zusammenhängt und dass gar jede Aenderung in der Lebensweise auch eine

1) Journal of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia 1886, Vol. IX. Nr. 2. pl. V.

Aenderung in der Organisation, insbesondere im Extremitätenbau zur Folge hat. Kommt es darauf an, dass das Tier zu großer Schnelligkeit befähigt werde, so greifen folgende Veränderungen Platz:

a) An der Vorderextremität: Verlust der Clavicula und Rückbildung des Episternum, Streckung der Scapula unter beträchtlicher Verschmälerung ihrer distalen Partie. Verlängerung des Caput am Humerus, Entwicklung mächtiger Tuberkel, Verdickung der Humerus-Rolle, Verlust des Epicondylarforamens (da eben die Arterie schließlich von dieser Epicondylus-Speiche durchgewetzt werden könnte). Streckung des Olecranon, Auflösung des mittlern Teils der Ulna und Verwachsung des proximalen und distalen Restes mit dem Radius. Rückbildung und schließlicher Verlust des Daumens, nachdem derselbe schon lange vorher seine Drehfähigkeit eingebüßt hatte. Streckung des 3. oder des 3. und 4. Fingers. Verkürzung und Verschmälerung der Seitenfinger, die soweit fortschreiten kann, dass Metapodien und Phalangen nur noch durch einen ungegliederten Stummel repräsentiert werden. Entwicklung der Digitigradie. Mehr oder weniger alternierende Anordnung der Carpalien unter einander und alternierendes Eingreifen zwischen die Metacarpalien. Manchmal erfolgt auch Verschmelzung von Carpalien — Ruminantier Magnum und Trapezoid — immer aber Verlust des Centrale. Innige Verbindung der Carpalien und Metacarpalien und der Carpalien unter einander.

b) An der Hinterextremität bemerken wir: Streckung des Beckens, Streckung des großen Femurtrochanters und Hinaufrücken eines etwaigen dritten Trochanters, mächtige Entwicklung der Condyl, starkes Konvergieren von Femur und Tibia. Verlust der Fibula — zuerst Auflösung ihrer mittleren Partie und zuletzt sogar Verschwinden des proximalen oder distalen Restes — Pferd — tiefe Ausfurchung der Astragalusfacette und der entsprechenden distalen Fläche der Tibia. Ansehnliche Verstärkung der proximalen Tibiahälfte gegen die Epiphyse zu. Doppelverbindung des Cuboids mit den Tarsalien der ersten Reihe. Inniges Aneinanderschließen der Tarsalien unter einander und der Tarsalien und Metatarsalien, endlich Verlust der seitlichen Zehen, vor allem der ersten Zehe.

Bei den Raubtieren, unter denen es ja auch ziemlich gute Läufer gibt, sind freilich nicht alle diese Modifikationen zu beobachten, da diese Gruppe eben einen andern Weg eingeschlagen hat. Doch kommt es zu ganz ähnlicher Entwicklung des Ober- und Unterarms und des Ober- und Unterschenkels, die Hand behält jedoch immer noch vielmehr eigene Beweglichkeit infolge der spezialisierten Beschaffenheit des Carpus. Derselbe kann jedoch absolut nicht mehr in jenen der Paarhufer oder Unpaarhufer übergeführt werden.

Was durch eine derartige Organisation erreicht werden soll, ist möglichste Festigkeit und Einfachheit der untern Par-

tion der Extremität und Beschränkung der Glieder auf die Bewegung in einer Ebene — nämlich nach vor- und rückwärts —. Der motorische Apparat, die Muskeln, rücken fast ganz an den Rumpf und umhüllen nurmehr Humerus und Femur und den obern Teil von Radius und Tibia. An der Hand- und Fußwurzel und an den Metapodien bleiben nur noch die Beuger und Strecker der restierenden vollständigen Zehen und selbst diese Muskeln werden bloß mehr durch elastische Bänder — Sehnen repräsentiert. Die Extremitäten werden auf solche Weise zu einer puren Maschine, einem zusammengesetzten Hebelapparat, der aber auch nur mehr in einer Ebene funktionieren kann.

Den Gegensatz zu dieser für die Paar- und Unpaarhufer und gewisse Nager so charakteristischen Organisation bildet der Skelettbau des Menschen und der Affen. Hier kommt es nicht auf große Lokomotionsfähigkeit, sondern ausschließlich auf große Gelenkigkeit aller einzelnen Extremitätenteile an. Zugleich erlangt auch der Körper die Fähigkeit zur aufrechten Haltung. Es darf daher hier nicht bloß die Muskulatur keinerlei Reduktion erleiden, sie wird vielmehr sogar teilweise verstärkt werden müssen. Bis in die äußersten Glieder erstrecken sich fleischige Muskelpartien, Nerven und Blutgefäße.

Das Skelett zeigt in diesem Falle folgende Differenzierung: Scapula ist allseitig gerundet, ebenso breit als lang, nach hinten zu ziemlich verlängert. Die Clavicula ist gut entwickelt, der Humerus besitzt ein großes halbkugelförmiges Caput, aber sehr schwache Tuberkel, die Ansatzstelle des Deltoidmuskels wird ziemlich undeutlich, die Rolle bleibt sehr lang, aber auch sehr niedrig. Das Epicondylarforamen geht auch hier verloren. Radius und Ulna verschieben sich gegen einander bis zur vollständigen Kreuzung. Die Ulna bleibt sehr kräftig, das Olecranon zeigt jedoch nur sehr mäßige Entwicklung. Die Anordnung der Carpalien ist noch eine sehr primitive. Verschmelzungen benachbarter Carpalien kommen nicht vor, abgesehen von der allenfallsigen Vereinigung des Centrale mit dem Scaphoid. Nicht selten persistiert jedoch hier ein freies Centrale. Die Verbindung dieser Carpalien ist eine ziemlich lose, wenigstens im Vergleich zu jener der Huftiere. Die Fingerzahl beträgt noch immer fünf und sind die Finger alle so ziemlich gleich lang und auch gleich kräftig entwickelt. Der Daumen kann noch den übrigen Fingern gegenübergestellt werden. Der Oberschenkelhals verlängert sich ziemlich beträchtlich, die Trochanter werden sehr schwach, ebenso die Condyl; dem entsprechend ist auch die Tibiaepiphyse nicht sehr groß. Die Axe der Tibia nimmt nach oben hin sehr rasch an Dicke zu. Die Fibula zeigt kräftige Entwicklung.

Jemehr nun aber die aufrechte Haltung und die ausschließliche Fortbewegung auf den Hinterbeinen über die Bewegung auf allen

Vieren überwiegt, um so größer werden die Veränderungen der genannten Gliedmassen. Vor allem verbreitert sich das Becken, namentlich beide Ilea, der Oberschenkel wird auffallend lang, während die Tibia oft ziemlich bedeutende Verkürzung erfährt. Die Fußwurzelknochen fügen sich innig in einander, die Astragalusfacette wird sehr flach; die erste Zehe verliert die Fähigkeit, den übrigen gegenüber stellbar zu sein. Auch die Größe der Zehen kann ziemliche Änderungen erfahren, je nachdem eben das Hauptgewicht auf die Mittellinie des Fußes oder mehr auf seine Außen- beziehungsweise Innen-seite fällt. So vergrößert sich beim Menschen die erste Zehe, beim Bären dagegen, der auch Differenzierungen aufweist, welche zu aufrechter Haltung befähigen, die fünfte Zehe.

Gute Kletterer behalten die große Beweglichkeit des Daumens und der ersten Zehe bei, soferne die eigentliche Hand respektive der eigentliche Fuß und nicht etwa die in diesem Falle dann auch immer krallenartig entwickelten Endphalangen die Hauptaufgabe zu leisten haben; auch zeigen sie nur selten eine nennenswerte Verkürzung der Seitenfinger oder Seitenzehen, gar niemals aber eine Verlängerung der Metapodien. Die Astragalusfacette erscheint mäßig ausgefurcht. Das ursprüngliche Längenverhältnis von Oberarm zu Unterarm und von Oberschenkel zu Unterschenkel wird nicht alteriert, wohl aber kann die ganze Vorderextremität eine beträchtliche Verlängerung erfahren. Gewöhnlich findet hier auch keine Reduktion von Ulna, beziehungsweise Fibula statt, dieselben verbinden sich höchstens etwas fester mit Radius, respektive Tibia. Verschmelzungen von Carpalien — Scaphoid und Lunatum — sind jedoch keineswegs ausgeschlossen.

Jene Sänger, welche sich dem Wasserleben anpassen, mithin zu guten Schwimmern werden müssen, streben vor allem eine Organisation an, welche die Beweglichkeit der einzelnen Knochen der Vorderextremität möglichst beschränkt und bloß mehr eine zweifache oder gar nur mehr einfache Bewegung dieses Körperteiles gestattet. Nebenbei findet auch eine erhebliche Verkürzung von Ober- und Unterarm statt. Beide Modifikationen sind bei den Cetaceen am schönsten zu sehen. Es ist ihnen nur mehr die Vor- und Rückwärtsbewegung des ganzen Armes ermöglicht, indem alle Knochen fest aneinander gefügt und am Humerus gewissermassen angewachsen sind. Erst das obere Ende dieses Knochens rotiert in der Höhlung der Scapula. Außerdem bemerken wir hier eine auffallende Abplattung aller Extremitätenknochen, sowie Reduktion des ersten und fünften und oft auch des vierten Fingers, wofür jedoch der zweite und dritte, selten auch der vierte eine namhafte Zahl neuer Phalangen erhält. Die Hinterextremität geht bis auf spärliche Rudimente des Beckens verloren ¹⁾. Etwas anders verhalten sich die Sirenen und Pinni-

1) Wenn ich im Vorhergehenden manchmal der Kürze halber den Ausdruck „Meersäugetiere“ für die Ordnungen der Pinnipedia, Sirenen und

pedier. Diese Tiere steigen zeitweilig ans Land und bedürfen, um sich aus dem Wasser zu ziehen, eines Hebelapparates. Derselbe ist in der Weise gegeben, dass der Humerus nicht bloß gegen die Scapula, sondern auch gegen den Unterarm hin ein wohlentwickeltes Gelenke bewahrt hat. In beiden Gruppen sehen wir die beginnende Abplattung der Mittelhandknochen und Phalangen. Die Sirenen zeigen auch schon Verschmelzung der beiden Enden des Radius und mit der Ulna. Ob diese letztere Organisation einmal auch bei den Pinnipediern erfolgen wird, scheint höchst fraglich zu sein, auf keinen Fall jedoch wird es bei diesen letztern jemals zu einem Verlust der Hinterextremität kommen, wie dies bei den erstern geschehen ist. Dagegen spricht abgesehen von dem Umstand, dass die Pinnipедier, trotzdem die Anpassung an das Wasserleben schon vor langer Zeit begonnen haben muss, noch immer die normale Größe der Knochen der hintern Extremität bewahrt haben, auch noch eine Spezialisierung dieses Organs, nämlich die Drehung. Es äußert sich dieselbe nicht nur darin, dass Fibula und ihr entsprechend die fünfte Zehe sich nach einwärts verschieben, sondern auch in der eigentümlichen Lage des Femur zur Wirbelsäule. Während dieser Knochen sonst neben dem präsaclralen Teil der Wirbelsäule liegt und mit diesem einen sehr spitzen Winkel bildet, hat derselbe hier eine Rotation um nahezu 180° durchgemacht und liegt nunmehr neben dem postsaclralen Teil und zwar so ziemlich parallel mit diesem. Die Gelenkverbindung der einzelnen Phalangen unter einander und deren Beweglichkeit hat bei den Pinnipediern aufgehört, *Enhydris* tritt auch bereits in dieses Stadium ein, während die Lutren sich hierin noch ganz wie die übrigen Carnivoren verhalten. In bezug auf die Verbindung der einzelnen Phalangen schließt sich also die Gruppe der Pinnipедier schon so ziemlich an die Sirenen und Cetaceen an, mit den erstern haben sie auch insofern eine entfernte Ähnlichkeit, als sich auch bei ihnen schon am Hinterfuß die fünfte und erste Zehe ganz beträchtlich verlängern; bei den Sirenen gilt dies freilich nur für den fünften Finger der Vorderextremität.

Eine eigenartige Modifikation der Extremitäten finden wir auch bei den Proboscidiern, Amblypoden und bis zu einem gewissen Grade auch bei den Brontotherien — einem Zweig der Perissodactylen. Es sind dies Formen, die sich durch ihre bedeutende Größe, namentlich aber durch ihre auffallende Plumpheit auszeichnen.

Cetacea gebraucht habe, so wollte ich selbstverständlich nicht etwa sagen, dass verwandtschaftliche Beziehungen zwischen diesen existierten; eine solche Annahme ist vielmehr aufs schärfste zu bekämpfen. Woher die Cetacea und Sirenia eigentlich abzuleiten sind, ist eine noch ungelöste Frage, die Pinnipedia dagegen haben sich wohl zur Eocänzeit von gewissen Creodonten abgezweigt, die allerdings noch nicht direkt ermittelt sind, aber von *Mesonyx* nicht allzusehr abweichen dürften.

Die beiden erstern haben noch die Fünffzahl der Zehen bewahrt. Es muss hier schon eine sehr beträchtliche Zunahme des Körpergewichts stattgefunden haben, ehe die für Huftiere sonst so charakteristische Streckung der Metapodien beginnen konnte, ja es muss dieselbe durch die riesige Körperlast gradezu verhindert worden sein. Die Vorderextremität nun hat sich eigentlich relativ wenig verändert, die Modifikationen äußern sich bei ihnen mehr in einer Verbreiterung des Schulterblattes und nur bei den Proboscidiern auch in einer Streckung des Humerus; von der Plumpheit der einzelnen Knochen ist hiebei natürlich abzusehen. Um so bedeutender ist dafür die Veränderung der Hinterextremität. Vor allem ist hier die Veränderung der Lage des Femur zur Wirbelsäule und zum Unterschenkel zu nennen. Während dieser Knochen sonst mit der Wirbelsäule einen spitzen Winkel bildet und zum Unterschenkel so ziemlich senkrecht steht, bildet er hier mit der Wirbelsäule nahezu einen rechten Winkel und außerdem fällt auch seine Axe so ziemlich genau mit der Axe des Unterschenkels zusammen. Durch diesen vertikalen Druck der Schenkelknochen auf den Tarsus wird aber sodann auch eine Kompression dieses Körperteils bewirkt, die sich insbesondere in der Verflachung des Astragalus bemerkbar macht. Bei den Brontotherien betrifft dieselbe freilich nur den distalen Teil dieses Fußwurzelknochens, weil eben doch die echte Perissodaetylen-Natur hier schon zu definitiv entwickelt war, ehe diese Tiere eine so riesige Größe erreicht hatten und daher auch keiner weitergehenden Modifikation mehr fähig waren. Immerhin hat auch hier der Oberschenkel im Vergleich zum Unterschenkel eine nicht unbeträchtliche Streckung erfahren und zugleich auch eine steilere Lage angenommen, als dies sonst bei den Perissodaetylen der Fall ist.

Im Vorausgehenden habe ich die Marsupialier und Edentaten nur gelegentlich und auch da nur flüchtig erwähnt. Es geschah dies absichtlich, weil diese Gruppen hinsichtlich ihrer Extremitäten so außerordentliche Mannigfaltigkeit zeigen, dass dieselben besser in einem besondern Aufsatz behandelt werden dürften.

M Verworn, Psycho - physiologische Protistenstudien.

8°. 248 S. 6 lithogr. Tafeln. 27 Textabbildungen. Jena 1889.

Zu physiologischen Untersuchungen haben die niedern Tiere bisher nur selten und zu speziell psychologischen noch nie gedient. Dies und die Reflexion, dass die Psychologie von manchen Physiologen noch nicht als Teil der Physiologie anerkannt wird, haben V. zu seiner interessanten Arbeit veranlasst, bei welcher er von der richtigen Annahme ausgeht, dass die psychischen Vorgänge doch ebenso gut Lebenserscheinungen genannt werden müssen, als die Stoffwechselvorgänge.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1889-1890

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Schlosser Max

Artikel/Article: [Ueber die Modifikationen des Extremitätenskelets bei den einzelnen Säugetierstämmen. 716-729](#)