

Ueber den Säugetier-Praehallux.

Ein dritter Beitrag zur Phylogenese des Säugetierfusses.

Von

Gustav Tornier.*)

Hierzu Tafel VII.

Das Untersuchungsmaterial für diese Arbeit entstammt dem Museum für Naturkunde (zoologische Sammlung) zu Berlin, zu dessen Assistenten der Verfasser gehört, mit Ausnahme einiger seltenen Objecte, die der Director der Sammlung, der geheime Regierungsrat Herr Prof. Dr. Möbius auf seinen Forschungsreisen in Mauritius gesammelt und nun dem Verfasser zur Untersuchung überlassen hat, ihm sei dafür an dieser Stelle noch besonders gedankt.

Als im Jahre 1864 Gegenbaur durch seine Untersuchungen über den „Carpus und Tarsus der Wirbeltiere“ der vergleichenden Anatomie ein neues Gebiet erschloss, machte er, wie andere Forscher vor ihm, einen Unterschied zwischen denjenigen Carpus- und Tarsusknochen, welche von den Fischen auf die Säugetiere bis zum Menschen vererbt worden sind, den primären Knochen, und denjenigen, welche angesehen werden müssen als von einzelnen Individuen individuell erworbene, den Sesambeinen oder besser secundären Knochen. Auf Grund seiner Untersuchungen schloss er ferner, dass bereits bei den Amphibien die Fünffzahl der Finger nicht überschritten werde und dass dies bei den Säugetieren ebensowenig der Fall sei. Dagegen sprach im Jahre 1876 Born die Anschauung aus, dass am Anurenfuss eine Anzahl der Knochen, welche der medialen Fussseite anliegen, als Reste eines sechsten Fingers, eines Vordaumens, zu deuten seien und endlich erklärte im Jahre 1885 Bardeleben (Sitzungsberichte der jenaischen Gesellschaft für Med. und Naturwiss. 1885, S. 27): „Die schon lange

*) Zwei Untersuchungen des Verfassers über „die Phylogenese des terminalen Segments der Säugetierhintergliedmassen“ sind im Morphologischen Jahrbuch Bd. 14 und 16 erschienen. — Die vorliegende Arbeit stellt das Manuscript eines Vortrages dar, welcher vom Verfasser am 8. August 1890 auf dem X. internationalen medicinischen Congress in der Sitzung des anatomischen Vereins gehalten worden ist. Wegen Raumangel ist in den Schriften des Congresses über den Vortrag nur kurz referirt und auf vorliegende Arbeit verwiesen.

bekannten überzähligen Skelettstücke am inneren Fussrand bei Nagern, Ornithorhynchus und Beuteltieren können meiner Ansicht nach entweder Tarsuselemente oder aber Metatarsus- resp. Zehenrudimente sein. In dem von Meckel bereits beschriebenen, bei *Didelphys Azarae* am t_1 artikulirenden Knochen erkenne ich, bis ich durch embryologische Untersuchungen eines besseren belehrt werde, eine rudimentäre sechste Zehe.“ Seitdem ist Herr Prof. Bardeleben bemüht seine Meinung, dass bei gewissen Säugetieren Reste überzähliger Finger an Hand und Fuss zu constatieren seien, näher zu begründen oder gegen Angriffe zu schützen; es geschah dies in folgenden Schriften: Sitzungsberichte der Med. naturwiss. Gesellschaft zu Jena 1885 Februar, Mai, October; On the Praepollex and Praehallux: Proceed. Zool. Soc. London 1888, S. 259; Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft 1888, S. 106; Anatomischer Anzeiger 1890 (Jahrg. V) No. 15, S. 436 und Anatomischer Anzeiger 1890 (Jahrg. V) No. 15, S. 321. In diesen Schriften erwähnt Herr Prof. Bardeleben Knochen, welche nach ihm als Prähalluxrudimente gedeutet werden müssen, bei folgenden Tieren: „Die Monotremen *Echidna hystrix* und *Ornithorhynchus paradoxus* haben eine Zweiteilung des Naviculare.“ Der mediale Teil ist das Prähalluxrudiment. „Bei den amerikanischen Beuteltieren *Didephys cancrivora*, marsupialis, *Azarae*, *Chironectis variegatus* findet sich ein ausserordentlich in die Breite gezogenes Tarsale I mit einer sagittal-verlaufenden Nat, einer früheren Zweiteilung, das nav. erstreckt sich sehr weit nach innen mit Andeutung einer Zweiteilung und einem am t_1 artikulirenden Rudiment.“ Des nav. und t_1 medialer Abschnitt und der am t_1 artikulirende Knochen stellen das Prähalluxrudiment vor. — „Eine Zweiteilung des nav. besitzen unter den Nagern *Bathyergus maritimus*, *Heliophobius argento-cinereus*, *Myoxis glis*, *Georchychus capensis*, *Arctomys marmota*, *Castor fiber*; das Prähalluxrudiment artikulirt am nav. oder t_1 .“ „Einen Prähallux mit einem Nagel besitzt *Cercolabes novae-hispaniae*“. Nachdem Herr Prof. Bardeleben in den Proceedings angegeben, dass *Pedetes caffer* an seinem Prähallux einen wirklichen Nagel habe, fährt er fort: „Prof. Howes has since informed me that a similiar but less specialized cornification overlies the immense praehallux of *Cercolabes novae hispaniae*.“ — „Bei den Carnivoren *Lutra brasiliensis* und *platensis*, *Paradoxurus typus* und *Herpestes fasciatus* ist das nav. durch eine Furche oder Nat als zweiteilig angedeutet, die Furche entspricht der Gelenklinie (der beiden nav.-Hälften) bei den Nagern. Das Rudiment artikulirt nur am t_1 oder am nav. und t_1 (*Paradoxurus*).“ — „Bei den Insectivoren: *Centetes madagascariensis* und *ecaudatus* ist das nav. durch eine Nat als zweiteilig angedeutet, also wohl embryonal (zweiteilig) angelegt. Das Rudiment artikulirt nur am t_1 bei vielen Insectivoren.“ — „Bei den Affen z. B. *Mycetes* liegt es zwischen t_1 und mts.“ — „Ich fand, schreibt Bardeleben weiter, am nav. tarsi bei menschlichen Embryonen des zweiten Monats (ausser dem nav.) einen zweiten kleinen Knorpel, der auf Flächenschnitten die Form eines rechtwinkligen Dreiecks zeigt, dessen Hypotenuse dem innersten Fussrand entspricht,

dessen kleine Kathete proximalwärts gerichtet dem Talus-Körper, dessen grössere distal-fibular-gerichtete Kathete dem bisher als Centrale tarsi betrachteten und allein bekannt gewesenen Hauptknorpel des späteren nav. sich anlegt. Die Zweiteilung des (erwachsenen) menschlichen nav. ist von Gruber nachgewiesen. Die Verknöcherung des nav. von zwei Centren aus hat sich bestätigt (vergleiche Rambaud und Renaud). Auch ich fand diese Zweiteilung des nav. und bei fast ein Drittel aller Erwachsenen war die ursprüngliche Trennung als rings um den inneren Teil des Knochens (Tuberositas) sagittal verlaufende Nat. nachweisbar. Das nav. des Menschen besteht also aus dem Tibiale und Centrale I. Eine Zweiteilung des ersten Keilbeins kommt beim Menschen bekanntlich als Varietät vor. (Gruber).“ —

Es giebt also nach Prof. Bardeleben an Säugetierfüssen insgesamt wenigstens 4 Knochen oder Knochenteile die als Reste eines Prähallux gedeutet werden müssen (Fig. 1), den ersten stellt nach Bardeleben des nav. mediale Hälfte dar (a), den zweiten des t_1 mediale Hälfte (b), der dritte liegt gegenüber der Articulatio t_1 -mts₁ (d), der vierte artikuliert bald am nav. (e), bald am t_1 (c) und trägt bei *Cercolabes novae-hispaniae* einen Nagel (f). Selbst für Anhänger des Herrn Prof. Bardeleben ergeben sich aus dieser Aufzählung gewisse Schwierigkeiten: Zuerst entsteht die Frage: Wechselt wirklich der eine von diesen Knochen seine Lage zu den übrigen Tarsalknochen beliebig, indem er entweder am nav. oder t_1 inseriert, oder werden hier nicht zwei Knochen mit einander verwechselt (e-c), von denen der eine nur am nav. (e), der andere nur am t_1 artikuliert (c)? Die Beantwortung dieser Frage wird um so brennender, wenn man folgendes berücksichtigt: Bei *Cercolabes novae-hispaniae* sind es zwei Knochen, die den Prähallux Bardelebens bilden (a, e), der Knochen (a), welcher nach Bardeleben des nav. selbständig gewordene mediale Hälfte repräsentiert, und ein Knochen (e), der an diesem (also am nav.) artikuliert, der letztere trägt den Nagel (f). Der Nagel bildet natürlicherweise das Ende des Prähallux. An der Ausbildung dieses Prähallux nehmen nicht teil des t_1 mediale Hälfte (b), der am t_1 artikulierende Knochen (c), ferner das Knöchelchen (d), welches der Articulatio t_1 -mts₁ gegenüber liegt, die alle angeblich Prähalluxrudimente sind; es ist für den sorgfältigen Beobachter nun absolut unbegreiflich, wie diese Knochen als Glieder in den beschriebenen Prähallux eingefügt werden können. Die Schwierigkeit würde sich dagegen leicht lösen, wenn man annähme, dass die sogenannten Prähalluxknochen nicht einem sondern zwei Prähalluces angehört haben, der eine von ihnen (b, c, d) würde am nav. beginnen, entlanglaufen an des ersten Fingers Medialseite und folgende Knochen umfassen des t_1 selbständig gewordene mediale Hälfte (b), das an ihr artikulierende Knöchelchen (c) und das der Articulatio t_1 -mts₁ gegenüberliegende (d), der andere Finger (a, e, f) würde ausgehen vom ast-Kopf (ast), bestehend aus des nav. medialer Hälfte (a) und dem an ihr artikulierenden Knochen (e), der zum Abschluss den Nagel trägt (f). Leider gehöre ich nicht zu den Anhängern

Bardeleben und halte keinen dieser Knochen für ein primäres Tarsalelement, behaupte aber noch einmal, die von Herrn Prof. Bardeleben als Prähalluxreste gedeuteten Knochen können unter keinen Umständen als Angehörige nur eines Fingers gedeutet werden.

Herr Professor Bardeleben hat in einer seiner späteren Arbeiten (Anatomischer Anzeiger 1890 S. 435) über die Musculatur der überzähligen Finger Angaben gemacht, seine Angaben über die Fuss- und Praehalluxmusculatur sind folgende: „Die Fascia plantaris ist bei den niederen Säugetieren ein Muskel. Eine Unterbrechung der Plantarissehne durch Anheftung am Calcaneus findet erst secundär statt. Am Fusse giebt es drei gemeinsame Zehenbeuger, Flexor digitorum longus superficialis=plantaris; Flexor digitorum longus=tibialis; flexor „hallucis“ longus=Flexor digitorum fibularis.“ „Die Lumbricales, die entweder ursprünglich selbst kurze (vielleicht auch lange?) Muskeln gewesen sind.“ „Dann folgen die Contrahentes oder Adductoren, dann die Interossei interni und externi.“ „Der Abductor hallucis entspringt vom Praehalluxrudiment und kann beim Eingehen desselben seinen Ursprung weiter hinten oder aussen nehmen.“ „Praehallux Muskeln sind a) der Plantaris b) der tibialis posticus=flexor praehallucis longus; c) tibialis medialis (neu!) ev. mit dem antic. verschmolzen. Zur Erklärung diene folgendes: Beim Elephanten geht ein mit dem Semitendinosus zusammenhängender Muskel zu Hallux und Praehallux“. — Tibialis medialis siv. Extensor praehallucis longus nenne ich einen sehr starken, bei Nagern (Bathyergus) an der inneren Seite der Tibia gelegenen Muskel, der am Praehallux inserirt, diesen streckt und abducirt. Bei Edentaten (Euphractus) entspringt an der Tibia ein Muskel zum Praehallux und der Plantaris hat ausser fünf Zipfeln zu den Zehen 1—5 einen für den Praehallux.“ —

Prof. Bardeleben's Anschauungen haben Anhänger und Gegner gefunden; ihm zugestimmt haben auf Grund eigener Untersuchungen Baur (Zur Morphologie des Carpus und Tarsus der Wirbeltiere. Zoolog. Anzeiger 1885, Nr. 19) und Paul Albrecht in seiner Abhandlung: Sur les homodynamies, qui existent entre la main et le pied. Presse medicale belge. Nr. 42, 1884 Seite 9; allerdings nur mit einigen Modificationen. Während Bardeleben das Knöchelchen, welches er für des nav. selbständig gewordene Hälfte hält, für ein Prähalluxrudiment erklärt, erblicken Baur und Albrecht darin zwar ebenfalls einen primären Knochen aber das „Tibiale“ des Amphibienfusses.

Herr Dr. Baur ist übrigens ein Mitentdecker des Praehallux der Säugetiere, was von Herrn Professor Bardeleben dadurch anerkannt wird, dass er sich Baur gegenüber die Priorität zu wahren sucht. In dem Artikel, in welchem Herr Prof. Bardeleben zum ersten Mal seine Ansichten über den Praehallux ausspricht, führt er folgendes aus: „Bereits im Oct. 1884 hat das Thema meines Vortrages auf der Tagesordnung gestanden, ich bin indes damals

zurückgetreten. Vor einigen Tagen las ich nun eine Arbeit von Baur (Zur Morphologie des Tarsus der Säugetiere. Morphol. Jahrbuch. Bd. X, Heft 3 S. 458—461), deren Titel mir vor kurzer Zeit aus der Buchhändleranzeige in der Beilage des Zoologischen Anzeigers bekannt geworden war, die ich aber, da erst heute (6. Febr. 1885) das betreffende Heft des Morphol. Jahrbuchs für unsere Gesellschaft resp. die hiesige Universitätsbibliothek eingelaufen ist, nur durch die Güte meines Chefs, des Herrn Prof. Hertwig, vor einigen Tagen erhielt. (Sitzungsb. Jen. Gesell. 1885 p. 28.)“ In der erwähnten Arbeit, die im Oct. 1884 zum Druck eingereicht wurde, schreibt Herr Dr. Baur: „An den von mir für ein Tibiale gehaltenen Knochen schliesst sich bei Cercolabes und Erethizon immer ein klauenartiges stark entwickeltes Gebilde an, es nimmt dem Tibiale dadurch vollkommen den Charakter eines „Sesambeins“. „Ich möchte das klauenartige Stück, welches sich bei Cercolabes und Erethizon im Tarsus findet, als den Rest einer sechsten Zehe betrachten und mit demselben bei den Batrachiern vorkommenden Gebilde vergleichen“. (Morph. Jahrb. X S. 461.

Merkwürdigerweise hat Baur seinen Anteil an der Prachallux-entdeckung nie direct reclamirt. In neuerer Zeit lässt er sogar die Annahme, dass es Reste überzähliger Finger bei den Säugetieren gebe, gänzlich fallen: Im zoologischen Anzeiger 1889 Jahrgang 4 S. 49 (Neue Beiträge zur Morphologie des Carpus der Säugetiere) schreibt er: „Ein Wort noch über die Heptadactylie der Säugetierextremitäten, die neuerer Zeit von Wiedersheim und anderen angenommen wird, eine solche existirt nicht. Die Säugetiere stammen von pentadactylen Reptilien, diese von pentadactylen Batrachiern. Der Präpollex ist nichts anderes wie das Radiale, das, einmal „ausser Rang“ gesetzt, sehr variable Formen annehmen kann. Das Pisiforme ist nicht der Rest eines Strahles, sondern hat sich erst von den Batrachiern an mehr und mehr entwickelt. Bei den Protorosauriden ist es wie bei den Batrachiern unverknöchert, ebenso bei verschiedenen Schildkröten. Bei den Sphenodontidae verknöchert es erst spät. Bei den Säugetieren ist es von äusserst veränderlicher Form.“ (Anatomischer Anzeiger 1890 No. 18. S. 263). —

Gustav Kehler hat in seinen „Beiträgen zur Kenntnis des Carpus und Tarsus“ (Bericht der naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Freiburg Bd. I, 1886, Heft IV) bei gewissen Amphibien und Reptilien an Carpus und Tarsus überzählige Knorpelkerne beschrieben, hält dieselben, freilich ohne jede Beweisführung, für Reste überzähliger Finger und acceptirt die Bardeleben'schen Anschauungen über den Säugetierfuss, ohne darüber etwas wesentlich neues zu bringen. Auf Grund eigener Untersuchungen haben sich Bardeleben ferner angeschlossen Pfitzner (in Tageblatt der Versammlung deutscher Naturforscher 1860) und Leche (in Bronn: Klassen und Ordnungen des Tierreichs Bd.: Säugetiere). — Einen interessanten selbständigen Standpunkt nimmt Emery ein. Er hält auf Grund

embryonaler Untersuchungen einen der von Bardeleben für Präpollexrudimente erklärten Knochen für einen wirklich primären Knochen, den anderen dagegen für eine secundär entstandene Ossification, ausserdem bestreitet er, dass bei *Pedetes caffer* am Präpollex ein Nagel vorhanden sei. Emery glaubt, dass die von ihm für wirklich primäre Knochen erklärten überzähligen Carpalknöchelchen Reste von Strahlen der Fischflossen sind, dass diese Strahlen aber bereits bei den Amphibien bis auf diese Knöchelchen verschwunden sind. „Ich glaube also nicht“, schreibt er, „dass bei Ursäugetieren jemals ein wirklicher als freier Finger functionirender Präpollex existirt hat, und wenn wir bei anderen Formen (wie bei vielen Nagern) einen bedeutenden Vorsprung am radialen Rande der Vola als Tastballen oder als Grabwerkzeug entwickelt finden, so dürfen wir ein solches Gebilde nicht ohne weiteres als ein ursprüngliches oder primitives betrachten. Für die Hand der Cranioten darf daher keine mehr als fünfstrahlige Urform postulirt werden. Wie viel wirkliche Finger die Urbatrachier an ihrer Hand besessen haben, kann nicht bestimmt ausgesprochen werden, weil bei allen lebenden Formen die Strahlen an der Ulnarseite mehr oder weniger reducirt werden.“

Vor Emery hat einen im wesentlichen gleichen Gedanken Kollmann ausgesprochen (*Anatomischer Anzeiger* 1888 No. 17 u. 18.). Auch er will die am radiären und ulnaren Rande der Hand überzähligen Knöchelchen als primäre Knochen anerkennen, aber nicht als Reste jemals wirklich vorhanden gewesener Finger, sondern als Elemente rudimentär gewordener Flossenstrahlen, die sich nicht mehr in Finger umbildeten. Diese Reste ursprünglicher Flossenstrahlen erhielten die Batrachier von den Fischen und vererbten sie auf die Säugetiere, denn „es giebt keine Stapedifera mit mehr als 5 Finger, aber solche mit 5 Fingern und mit Spuren eines radialen und ulnaren Strahles“. — Emery und Kollmann unterscheiden sich also darin von einander, dass nach Emery nur ein Teil der überzähligen Knochen zu den primären zu rechnen ist.

Als erster Gegner der ganzen Praehallux- und Praepollex-Hypothese ist Herluf Winge zu nennen. In einer Anmerkung zu seiner Arbeit *Jordfundne og nulevende Gnavere (Rodentia) fra Lagoa Santa Minas Geraes e Museo Lundii Bd. I (1888) S. 199* spricht er sich gegen dieselbe aus. Dieser Angriff ist gänzlich unbeachtet geblieben, weil aus dem Titel der Gesamtarbeit nicht zu ersehen ist, dass in derselben eine Abhandlung über den Praehallux steckt. Die Angaben Winge's über den Praehallux mögen deshalb hier wörtlich folgen: Winge wendet sich bezeichnenderweise gegen Baur. „Der von Baur als Tibiale bezeichnete Knochen, schreibt er, liegt medialwärts vom ast. in dem Ligament, welches vom cal. zum nav. zieht und einen Abschnitt der Gelenkkapsel darstellt, welche den ast.-Kopf umgiebt. An das Ligament, ungefähr dort, wo der Knochen sich findet, ist des *Musc. tibialis posticus* Endsehne befestigt; deren Fibrillen ziehn aber ausserdem an der Medialseite des nav. entlang bis zur t_1

-Medialseite und zur mts₁-Basis. Des erwähnten Knochens Genese wird sich wahrscheinlich nie ganz genau feststellen lassen. Man findet von ihm bei den Reptilien keine Spur, ebensowenig bei den Monotremen (das letztere ist nicht richtig), ebensowenig im Allgemeinen bei den Beuteltieren und Insectivoren (sein Homologon ist hier ein Fortsatz des nav. d. Verf.), man findet ihn bei Phalangista als kleinen Knochenkern in das Ligament eingeschlossen (nicht richtig; der hier erwähnte Knochen liegt gegenüber der Articulatio nav.-t₁ in der Musc. tibialis posticus Endsehne). Winge fährt fort: „Das Baur'sche Tibiale findet sich wahrscheinlich bei allen Nagern (ausgenommen Lepus und Lagomys ebenso bei den drei von mir untersuchten Exemplaren von Hyrax capensis).“ (Baur will es bei Hyrax gefunden haben; auch ich finde es bei Hyrax capensis und abyssinicus nicht). „Es ist ein Sesambein, wie die Patella ein Sesambein in dem Kapselband des Kniegelenks und in der Endsehne des Musc. extensor cruris ist, oder wie andere Sesambeine.“ „Das klauenartige Gebilde“ Baur's, der zweite sogenannte Praehalluxknochen findet sich bei einer grossen Zahl von Säugetieren meistens geringer entwickelt als bei den Sphingurus-Arten. Ich selbst fand diesen Knochen in verschiedenen Grössen, meistens in Form einer Platte bei folgenden (35) Arten: Grymaeomys, Philander, Didelphys, Hemimirus, Cladobates, Galeopithecus, Erinaceus, Sorex, Crossopus, Crocidura, Myogale, Talpa, Manis, Orycteropus, Myrmecophaga, Cycloturus, Euphractus, Castor, Arctomys, Spermophilus, Tamias, Sciurus, Thomomys, Eliomys, Myoxus, Sminthus, Jaculus, Scirtetes, Bathyergus, Hystrix, Sphingurus, Octodon, Ursus, Paradoxurus, Hapale und sicher vielen anderen, und ich weiss, dass er den Arten Lepus und Lagomys fehlt, ebenso wie den meisten Muriden und meisten Octodontinen. Er liegt am Innenrand des Tarsus, annähernd zwischen nav. und t₁, mit welchem Knochen er durch Ligamente verbunden ist, und in dem Innenrand der Fascia plantaris, welche einen sehr starken Zweig an den Knochen sendet“ (dies ist ein Irrtum, der angebliche Zweig der Fascia plantaris ist ein sehnig gewordener Abschnitt des Musc. hallucis abductor.) „Der Knochen ist gewöhnlich von den vorher erwähnten durch einen Zwischenraum getrennt, sein freier Rand setzt sich oft fort in eine knorpelig-fibröse Platte, welche in die proximo-mediale Schwielen der Fussplanta hinabsteigt, von seiner Oberfläche entspringen oft einige (?) kurze Beugemuskeln (?) des Fusses; die Sehne des Musc. flexor tibialis (Musc. digitorum flexor communis der Anthropotomen) geht ganz nahe an ihm vorbei, oder setzt sich daran fest“ (das letztere glaubte ich früher auch, es ist aber nicht richtig). „Ist dieses kleine os falciforme pedis der Rest eines Praehallux? Das ist ausserordentlich zweifelhaft, so zweifelhaft, dass es fast überflüssig ist, sich mit der Frage zu beschäftigen. Sicher hat noch niemand 6 vollständige typische Zehen bei einem nicht monströsen Säugetier gesehen. Absolut sicher ist ferner, dass der Knochen und sein knorpeliger Rand besonders gross wird bei Säugetieren, bei welchen verschiedene Ursachen den Innenrand des

Fusses abgeplattet haben; bei den grabenden Tieren hat der Fuss jene Abplattung erlitten durch den Druck, welchen er beim Graben auf den Boden ausübt (Myogale, Talpa), bei den kletternden Individuen durch den Druck gegen die Baumzweige (Didelphys, Cycloturus, Sphingurus); und absolut sicher ist ferner, dass die bei den hochstehenden Nagern, den Sphingurus-Arten vorhandene Grösse des os falciforme für diese Tiere zwar specifisch ist, aber ein primitiver Charakter dieses Fusses ist darin nicht zu erblicken, sondern nur einer von den Charakteren, welche beweisen, dass bei den Sphingurus-Arten der Fuss extrem zum Klettern befähigt ist.“ — Es sei zu diesen Auseinandersetzungen nur noch kurz folgendes gesagt: 35 der von Winge untersuchten Tierarten sollen ein os falciforme pedis besitzen, Winge übersieht hierbei, dass die überzähligen Knochen dieser Tierarten sehr verschiedene Lage zu den benachbarten Tarsalknochen besitzen; es muss also deren Homologie erst bewiesen werden. Zweitens: Die Ansicht, welche Winge von der Entstehung des os falciforme ausgesprochen hat, werde ich später einer ausführlichen Besprechung unterziehen.

Als der Zeit nach zweiter Gegner der Bardeleben'schen Praehallux- und Praepollex-Hypothese ist Gegenbaur zu nennen in seiner zweiten Abhandlung über Polydactylie (Morph. Jahrbuch Bd. 14 S. 394). Er unterzieht sämtliche Angaben Bardeleben's einer genauen Kritik und kommt auf Grund dieser Kritik zu der Schlussfolgerung, dass einmal die Hypothese Bardelebens auf ungenügend fundamentirter Basis ruht und dass ausserdem, wenn die von Bardeleben als Reste überzähliger Finger gedeuteten Knochen sich als wirklich primär erweisen sollten, sie eben nur wirkliche Carpal- und Tarsalknochen darstellen würden, damit wäre aber noch durchaus nicht bewiesen, dass sie einstmals einem überzähligen Finger angehört haben. „Ein Carpalknochen ist noch lange kein Finger! und die Zahlenverhältnisse der Carpalia dürfen nicht so unbedingt zur Annahme einer grösseren Fingerzahl verwendet werden.“

Der Unterschied zwischen Kollmann und Emery einerseits und Gegenbaur andererseits besteht also darin, dass die beiden ersten Forscher für alle resp. einen Theil der hier in Betracht kommenden Carpal- und Tarsalknochen die primäre Natur als erwiesen erachten, während Gegenbaur die bis zum Erscheinen seiner Arbeit dafür vorgebrachten Gründe als nicht beweiskräftig anerkennt. Sollte die primäre Natur dieser Knochen erwiesen werden, dann würde sich Gegenbaur den Kollmann- und Emery'schen Anschauungen anschliessen.

Als Herr Prof. Bardeleben am 12. Oct. 1889 seinen bereits erwähnten Vortrag vor der anatomischen Gesellschaft hielt, erklärte der Verfasser dieser Arbeit in der Discussion den Praehallux für eine auf physiologischem Wege entstandene Neubildung und suchte diese Anschauung am 19. Nov. 1889 in den Sitzungsberichten der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin in einer vorläufigen

Mitteilung näher zu begründen. Einige Angaben dieser vorläufigen Mitteilung sind bereits vorher von Winge gemacht worden, ihm gebührt dafür die Priorität; nämlich die Angabe, dass das Baurische Tibiale (Fig. 1a) im lig. cal.-nav. mediale liegt und dass die Endsehne des von den Anthropotomen *Musc. digitorum flexor communis* genannten Muskels an einem der überzähligen Knochen inseriren kann. Die letztere Anschauung vertrete ich heute jedoch nicht mehr. — Auf dem Anatomencongress dieses Jahres hielt ich endlich einen ausführlichen Vortrag über denselben Gegenstand, die vorliegende Arbeit deckt sich inhaltlich mit demselben bis auf einige Erweiterungen. —

Am 9. Juni 1890 reichte Albertina Carlsson dem Redactionscomité der Biologiska Föreningens Förhandlingar (Verhandlungen des Biologischen Vereins in Stockholm) eine vorläufige Mitteilung ein, die später in den Schriften der Gesellschaft erschienen ist unter dem Titel: Von den weichen Teilen des sogenannten Präpollex und Prähallux. Albertina hat zwar nur 12 verschiedenartige Hinterfüsse in ihren Weichteilen untersucht, die Angaben über seine Befunde sind aber trotzdem so wenig ins Detail gehend, dass sie wenigstens für meine Untersuchungen nicht nutzbar sind. Aus seinen Befunden schliesst Albertina Carlsson, dass die bei vielen Säugetieren an der medialen Fussseite vorkommenden überzähligen Knochen normale Skeletteile und höchst wahrscheinlich Finger- resp. Zehenanlagen sind und zwar nicht Fingerrudimente, wie Bardeleben u. a. glauben, sondern Finger in der Neubildung begriffen also secundär entstehende Finger. Es handelt sich hier nach des Verfassers Worten also nicht um eine regressive sondern um eine progressive Entwicklung, denn „zwischen Sesambeinen und wirklichen (primären) Skelettknochen giebt es keine unübersteigbare Kluft. Ontogenetisch verhalten sie sich gleich“. „Es steht deshalb der Auffassung von dieser Seite nichts im Wege, dass Hand und Fuss durch Incorporirung von ursprünglich als Sesambeinen entstandenen Bildungen ihr Volum vergrössern können.“ „Wir sehen somit das Vorkommen eines sogenannten Sesamknochens am tibialen Tarsalrande als den ursprünglichen Zustand an wie er noch z. B. bei *Crossarchus* erhalten ist. Von diesem Stadium leiten sich Zustände ab, wo der Knochen sich vergrössert, Gelenkflächen und Ligamente erhält und mehrere Muskeln mit ihm in Verbindung treten.“ Auf diese Weise kann eine Art von Prähallux entstehen und wohl auch funktioniren oder es können ursprüngliche Sesambeine in den Tarsus aufgenommen werden.“ „Die sechste Zehe der Batrachier, Reptilien und Säuger sind als Convergencescheinungen anzusehn.“

Einen ausreichenden Beweis für seine Annahme, dass die sogenannten Prähalluxknochen sehr weit entwickelte „ursprüngliche“ Sesambeine d. h. also secundär entstandene Knochen sind, hat Albertina Carlsson nicht gebracht, denn die wenigen und durchaus

nicht alle stichhaltigen Thatsachen, welche nach ihm dafür sprechen sollen, sind folgende:

1) „Die Beziehungen dieser Knochen zu den übrigen Skelettteilen. Leche hat nachgewiesen, dass auch bei den am weitesten reducirten Fuss skeletten kein Tarsalelement gänzlich zu Grunde geht. In dieser Beziehung stimmt das Tibiale mit den übrigen Tarsalknochen überein und persistirt selbst bei starker Reduction des Fusses, wie *Cavia* und *Dasyprocta* zeigen.“ Hierzu bemerke ich: das sogenannte Tibiale oder demselben homologe Knochenteile fehlen sogar bei vielen fünfzehigen Säugetieren und auch bei solchen mit reducirtem Fuss skelett z. B. bei Menschen, Ursinen, *Procyon*, *Nasua*, Caniden und Suiden. 1') „Die überzähligen Knochen treten sehr oft in die Reihe der legitimen Tarsalstücke ein und tragen echte Tarsalknochen, so bei vielen Nagern das Tibiale das t_1 , während das nav. ein wenig fibularwärts verschoben ist.“ Das nav. ist bei diesen Tieren nicht im geringsten fibularwärts verschoben. Das sogenannte Tibiale dieser Tiere stellt dar des nav. fehlende Tuberositas medialis und deren Knochenanhänge und tritt erst, wie später nachgewiesen wird, secundär mit dem t_1 in Artikulation.

2) sprechen dafür: „Die constanten Beziehungen dieser Knochen zur Muskulatur. Wenn sie Sesambeine wären, stände wohl nur ein Muskel, resp. eine Sehne oder ein Ligament in Verbindung mit denselben. Dies ist der Fall bei *Talpa* und *Didelphys*. Bei allen übrigen untersuchten Tieren aber stehn zwei bis vier ja sogar fünf Muskeln in Verbindung mit dem Präpollex und Prähallux.“ Als mit dem Prähallux in Verbindung stehend werden eine Seite früher jedoch nur angeführt der *Musc. hallucis extensor longus*, der *Musc. tibialis posticus*, der *Musc. hallucis abductor* und die *Fascia plantaris*. Also 3 Muskeln und eine Fascie. Welche Gründe Albertina Carlsson zu der Ansicht gebracht haben, dass mit einem Sesambein nur ein Muskel, eine Sehne oder ein Ligament in Beziehung stehen soll, ist nicht näher erörtert, und doch wäre dies sehr notwendig, da nach desselben Verfassers Ansicht die sogenannten Prähalluxknochen ursprünglich Sesambeine sind und nach einer gewissen Fortentwicklung mit den erwähnten Muskeln und Bändern thatsächlich in Verbindung treten sollen.

3 und 4 sprechen nach Carlsson Albertina die Hautnerven und Hautarterien dafür, dass die überzähligen Knochen der medialen Fussseite normale Skelettteile und wahrscheinlich Zehenanlagen sind. Das nähere darüber im Original. —

Interessant ist noch Carlssons Angabe, dass „diese Knochen vorzugsweise bei solchen Säugern vorkommen, die graben, klettern oder schwimmen und deshalb einen breiten Fuss bedürfen, wie die Nagetiere, bei denen die Füße ja meist in einer von diesen Richtungen adaptirt sind (Ausnahme *Lepus*; kein Tibiale!)“ und ferner die Angabe, dass bei einem Embryo von *Ursus arctos* und von *Halichoerus grypus* das Tibiale deutlich als Knorpel vorhanden

war und bei dem letztgenannten Tiere dieselbe Beziehung zu der Musculatur wie bei dem erwachsenen Tier besass. Auf diese Angaben komme ich später zurück. —

Einen kleinen aber ausgezeichneten Beitrag zur Praehalluxfrage hat in neuester Zeit Kohlbrügge veröffentlicht in seinem „Versuch einer Anatomie des Genus Hylobates.“ Teil II, S. 340 der Ergebnisse einer Reise nach niederländisch-Westindien von Max Weber Leiden 1891. Da Kohlbrügges Angaben sämtlich die Langarmaffen betreffen, werden sie von mir bei Besprechung dieser Tiere ausführlich besprochen werden, hier möchte ich nur zwei seiner allgemeinen Betrachtungen hervorheben; Seite 335 schreibt er: „Um eine Antwort auf die Frage geben zu können, ob dieser Knochen zu den Sesambeinen gerechnet werden muss, müsste man Embryonen untersuchen, denen ja die eigentlichen Sesambeine mit Ausnahme der Patella noch fehlen.“ Aber dadurch würde, meint Kohlbrügge Seite 337, auch noch nichts bewiesen werden. „Ebensogut wie die Patella bereits embryonal angelegt wird, könnte dies auch mit dem Praepollex, als einem sehr alten Sesambein, der Fall sein. Solange nicht bewiesen werden kann, dass Patella und Praehallux genetisch ganz verschieden gebildet sind, ist es an und für sich (trotz Bardeleben) kein Beweis für die Carpalnatur des Praepollex, dass dieser Knochen der Abductorsehne bei so vielen Tieren gefunden wird.“ — Hierzu bemerke ich folgendes: Das Beispiel der Patella zeigt am besten, dass phylogenetische Schlüsse aus dem ontogenetischen Auftreten eines Knochens nur mit äusserster Vorsicht gezogen werden dürfen. Die Patella findet sich bereits wohlentwickelt bei vielen erwachsenen Reptilien, sie fehlt trotzdem aber vielen Beuteltieren, sowohl im Fötalleben als im Alter, sie ist bei allen erwachsenen Placentaltieren wohl entwickelt und wird bei ihnen ontogenetisch ungemein früh angelegt. Wenn nun in diesem Fall die Ontogenese eine unveränderte Recapitulation der Phylogenese wäre, dann müsste man aus dem ontogenetischen Verhalten der Placentaltierpatella schliessen, dass dieser Knochen bei den Placentaltieren ein wirklich primärer d. h. von den Fischen auf die Säugetiere vererbter sei. Die vergleichende Anatomie lehrt, dass dies ein Fehlschluss sein würde. Fände man, dass die Patella bei manchen Placentaltieren ein wenig später als die zweifellos primären Knochen angelegt würde, könnte man schliessen, sie sei zwar nicht von den Fischen aber von den Reptilien auf die Säugetiere vererbt worden; die vergleichende Anatomie lehrt, dass auch dieser Schluss trügerisch wäre: Ihr Fehlen bei vielen Säugetieren lässt es als durchaus sicher erkennen, dass die Patella der Säugetiere eine im Säugetierstamm erst relativ spät entstandene secundäre Neubildung ist und dass die Patella der Säugetiere und diejenige der Reptilien phylogenetisch garnichts mit einander zu thun haben, sondern homologe Parallelbildungen sind. Ganz dasselbe lehrt das ontogenetische Auftreten des überzähligen Tarsalknochens, welcher von Baur als Tibiale bezeichnet worden ist, und im Maximum seiner Entwicklung mit dem ast.-Kopf und nav.

artikuliert, dieses angebliche Tibiale wird nach Baur an dem 3zehigen Cavia-Fuss gleichzeitig mit den vorhandenen primären Knochen angelegt, das ist nach Baur ein Beweis für seine primäre Natur; andere — fünfzehige — Tiere besitzen den Knochen oder sein Homologon stets, sobald sie erwachsen sind, aber derselbe kommt bei ihnen erst postembryonal zur Entwicklung, noch andere 5zehige Tiere besitzen ihn weder, sobald sie erwachsen sind, noch im Fötalleben (Ursus, Procyon), noch andere fünfzehige Tiere unter normalen Verhältnissen gleichfalls nicht, er tritt aber bei ihnen zuweilen individuell postembryonal auf, in genau der Form und Lage wie er bei Cavia vorhanden ist (Mensch). Ist unter diesen Umständen sein frühes ontogenetisches Erscheinen bei Cavia ein Beweis für seine primäre Natur? Durchaus nicht! Obgleich die 3zehigen Cavia-Hinterfüsse zweifellos von 5zehigen Säugetierhintergliedmassen abstammen, also sekundär und relativ spät 2 Zehen verloren haben, werden bei Cavia diese sekundär verloren gegangenen Zehen ontogenisch nicht mehr angelegt, trotzdem wird niemand aus diesen ontogenetischen Befunden den Schluss ziehen, dass die Cavia-Füsse den primären Zustand der Fussform repräsentieren und dass deshalb bei anderen 5zehigen Säugetierfüssen 2 Zehen sekundär entstanden sind. Hatten bereits die fünfzehigen Vorfahren der Cavia-Arten das angebliche Tibiale als sekundäre Neubildung erworben und vererbten sie es auf ihre 3zehigen Nachkommen, so ist es sehr wohl möglich, dass dieser durchaus sekundäre Tarsalknochen bei Cavia im Verlauf der Ontogenese gleichzeitig mit den primären Tarsalknochen angelegt wird, weil in jeder Ontogenese die recapitulierten phylogenetischen Entwicklungsperioden auf eine sehr kurze Spanne Zeit zusammengedrängt sind, aufeinanderfolgende phylogenetische Entwicklungsperioden von sehr bedeutender Länge können aus diesem Grunde während der Ontogenese eines Individuums sehr wohl gleichzeitig recapituliert werden. Anders würde sich die Sache gestalten, wenn bei Tieren, welchen das Tibiale im erwachsenen Zustand nicht zukommt, dieser Knochen embryonal angelegt würde und dann verschwände. In diesem Fall würde man mit grösster Sicherheit schliessen können, dass eine Anzahl der Vorfahren des Individuums, jenen embryonal angelegten Knorpel wahrscheinlich als Knochen postembryonal besessen haben werden. Aber auch damit wäre noch nicht bewiesen, dass der Knochen ein primärer sein muss, denn es wäre sehr wohl möglich, dass er nur einigen der Vorfahren des Tieres in wirklicher Ausbildung zukam, die Zusammendrängung der Entwicklung in der Ontogenese würde auch in diesem Fall einen absolut genauen Schluss in Betreff der Phylogenese des Knochens nicht zulassen. Im übrigen teile ich die von Gegenbaur, Fürbringer, Hertwig, Pfitzner und Kükenthal vertretene Anschauung, dass die Ontogenese zwar ein sehr wichtiges Hilfsmittel zur Erforschung phylogenetischer Fragen ist, dass aber phylogenetische Schlüsse aus ihr nur dann wirklich brauchbar sind, wenn sie zur Nachprüfung von Anschauungen herangezogen werden, die bereits vorher auf vergleichend anatomischem Wege erworben worden sind.

Fürbringer zeichnet diesen Standpunkt in seinen Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel Bd. III S. 842 in der folgenden wahrhaft klassischen Weise: „Da ich überhaupt in der breiten Anwendung der vergleichenden-morphologischen Methode ein vielversprechenderes und ausgiebigeres Mittel der Forschung erblicke als in der embryologischen Einzelbeobachtung oder in der auf nur wenige Formen beschränkten ontogenetischen Untersuchung, und da mir erst die vergleichende Methode das wahre Verständnis für die Resultate der Ontogenie und die Lösung ihrer Rätsel giebt, so glaube ich, dass auch die Erstere bei der nötigen Vorsicht und Umsicht so sichere und selbständige Bahnen zu wandeln vermag, dass sie der embryologischen Parallelen, so erfreulich ihr dieselben auch sind, doch nicht notwendig bedarf. Jedenfalls vermag sie mit grosser Wahrscheinlichkeit ziemlich weitgehende phylogenetische Schlüsse zu machen und bleibt dabei viel mehr vor Irrtümern bewahrt, als eine vorschnelle Generalisirung und phylogenetische Deutung einzelner ontogenetischer Befunde.“ —

Zum Schluss sei noch bemerkt, dass Fleischmann in seinen „Embryologischen Untersuchungen“ Heft II (1891) S. 109 u. 111 die Praepollex- und Praehalluxhypothese für nicht ausreichend begründet erklärt.

Bei *Cynocephalus anubis* (Fig. 3 u. 4) besitzt das terminale Segment der Hintergliedmasse, der Fuss, an seiner Medialseite nur die von allen Autoren als primär anerkannten Knochen, ihm fehlen alle diejenigen Knochen und Knochenteile, welche als Reste eines Praehallux gedeutet worden sind; vorhanden sind also nur Tibia (tib.), Astragalus (ast.), Calcaneus (cal.), Tarsale I (t₁), Metatarsale I (mts₁). Des Tieres tib. und ast. gelenken wie bei allen Säugetieren mit einander und es sendet die tib. von ihres Malleolus internus proximal-medialer Ecke aus das Ligamentum tib.-ast. posticum (tp.) an des ast. Tuberositas medialis, während von des Malleolus internus distal-medialer Ecke an dieselbe Tuberositas des ast. das lig. tib.-ast. anticum (la.) zieht. Des ast. Plantarseite ruht und artikuliert auf dem cal., von dem an des Fusses Medialseite nur das Sustentaculum tali (st.) sichtbar ist; distalwärts artikuliert der ast. mit dem nav. (nav.). Von des Sustentaculum tali ganzem medialen und distalen Rand ziehn die Fibrillen des lig. cal.-nav. mediale an des nav. Medialseite. Die Fibrillen dieses Bandes reiben an des ast. Medialseite auf einem Knochenwulst (v), welcher von Gelenkknorpel überzogen ist und mit seinem Lateral-distal-Rande unmittelbar an des ast. nav.-Facette (an) stösst unter Bildung einer scharfen Grenzlinie mit derselben. Gleiche Knochenwülste in ähnlicher Ausbildung sind bei fast allen Placentartieren am ast. vorhanden und von mir als Reibfläche des lig. cal.-nav. mediale bezeichnet

worden. — Das nav. und t_1 des *Cynocephalus anubis* sind durch Kapselbänder mit einander verbunden, ebenso t_1 und mts_1 , dazu treten dann noch eine Anzahl Hilfsbänder, die erst später besprochen werden.

An der tib. Distal-plantar-Seite tritt durch die Sehnenscheide, welche dort vom lig. cruciatum gebildet wird, der Musc. tibialis anticus (T. ant.) mit zwei Sehnen an den Fuss, läuft über das nav.- und t_1 -Dorsum hinweg und inserirt mit der einen Sehne an des t_1 Distal-plantar-Ecke, mit der andern an der mts_1 -Basis Tuberositas medialis. Des Muskels beide Sehnen sind leicht von einander zu trennen, aber trotzdem durch Bindegewebsfasern locker mit einander verbunden. Ferner tritt an der tib. Distal-plantar-Seite durch die Scheide, welche vom lig. cruciatum gebildet wird, der Musc. hallucis extensor longus (Ex. hal.) an den Fuss, zieht plantarwärts über das nav.- und t_1 -Dorsum hinweg, schlägt an des t_1 Plantarrand plötzlich distal-dorsale Richtung ein, geht an des mts_1 Medialseite entlang und inserirt an des ersten Fingers phal₂ Rückenseite.

An des Malleolus internus Medialseite verläuft durch eine Scheide des Musc. tibialis posticus Endsehne (T. post.), zieht distal-plantarwärts an des Fusses Medialseite hinab, kreuzt im Beginn ihres Verlaufs das lig. cal.-nav. mediale und schmiegt sich dabei des Bandes Medialseite so innig an, dass dieselbe für sie eine deutliche Rinne aufzuweisen hat. Die Sehne zieht dann weiter distalwärts, verwächst mit dem lig. cal.-ast. mediale und lässt sich nunmehr in zwei Abschnitte zerlegen, der eine Abschnitt geht quer über des nav. Medialseite hinweg, mit derselben aufs innigste verwachsend, inserirt an des t_1 ganzem Proximalrand und schickt endlich einen letzten Ausläufer quer über des t_1 Medialseite, über die Endabschnitte der beiden Sehnen des Musc. tibialis anticus an die mts_1 -Basis. Dieser Sehnenausläufer erscheint bei vielen Tieren in Gestalt eines Bandes, das vom nav. an das mts_1 geht, deshalb ist er von mir früher als lig. nav.- mts_1 mediale bezeichnet worden; er spaltet sich vor seiner Insertion am mts_1 in zwei Äste, von denen der eine beim Hinwegziehen über des Musc. tibialis anticus mts_1 -Sehne mit derselben aufs innigste verwächst und eine deutliche Reibfläche an des t_1 Distalrand und an des mts_1 Proximal-medial-Rand erzeugt. Des Sehnenzweiges zweiter Ast wird vom Musc. hallucis extensor longus durchbohrt, trägt also eine Scheide für diesen Muskel, der von hier aus seinen Weg distalwärts fortsetzt, und inserirt an des mts_1 -Körpers Medialseite. — Des Musc. tibialis posticus zweiter Endsehnen-Abschnitt sendet eine Abzweigung an des Sustentaculum tali distalen Rand sowie an des nav. Tuberositas plantaris, inserirt dann an des t_2 und t_3 Tuberositas plantaris und strahlt von dort in die Bindegewebsmasse aus, welche als Sehnenscheide den Musculus peroneus longus plantarwärts deckt.

Des *Cynocephalus anubis*-Fusses Musc. digitorum flexor profundus (Fl. prof.) verläuft an des ast. proximalem Rand durch einen

Sulcus, der von Gelenkknorpel überkleidet ist, zieht unter des cal. Sustentaculum tali und unter des nav. und t_3 Tuberositas plantaris entlang und spaltet sich in 5 Sehnenäste, von denen jeder Finger einen erhält und zwar inseriren diejenigen des d_{2-5} an des betreffenden Fingers phal._{III}, derjenige des d_1 an dessen phal._{II}. Bevor der Muskel sich in seine Sehnenäste teilt, verbindet sich mit ihm die Sehne des Musc. digitorum flexor medius (Fl. med), dieselbe zieht an des Malleolus internus Medialseite durch eine Scheide hindurch, welche eine Wand mit des Musc. tibialis posticus Scheide (T. post.) gemeinsam hat, beide Muskelsehnen laufen also am Malleolus internus nebeneinander her und zwar diejenige des Musc. tibialis posticus distalwärts von der letzteren. Die M. flexor medius-Endsehne zieht dann an des ast. Medialseite über das lig. tib.-ast. posticum hinweg, berührt das Sustentaculum tali an seinem Medialrand und verwächst mit des Musc. flexor profundus Sehne der t_2 -Planta gegenüber. An derselben Stelle vereinigt sich mit beiden eben beschriebenen Sehnen die Endsehne eines dritten Muskels, des Musc. quadratus plantae (Quad. plant.). Dieser Muskel entspringt an des cal. Lateralseite unterhalb der Scheide des Musc. peroneus longus, umgeht fleischig des cal. Planta und vereinigt sich mit beiden vorigen Muskelsehnen.

Des Cynocephalus anubis Musc. digitorum flexor sublimis (Fl. sub.) entspringt von des cal. Plantarseite an der Ferse, deckt die anderen Flexoren des Fusses und geht als „perforatus“ mit 4 Sehnen an den d_{1-4} , er inserirt am d_1 an der phal._I, an d_{2-4} an der phal._{II}.

Der Musc. hallucis abductor (Fig. 2, Abd. hal.) entspringt fleischig an der Ferse plantar-medialer Ecke und in grosser Ausdehnung von des Musc. digitorum flexor sublimis Medialseite (Fl. subl.); beide Muskeln sind also an ihrem Ursprung eng mit einander verbunden. Ferner entspringt der Musc. hallucis abductor an den Bandfasern, die ausgespannt sind zwischen cal.-Körper und Sustentaculum tali, er reibt an des nav. Medialseite, am lig. tib.-nav. mediale und ferner an des t_1 Medial-plantar-Ecke, wo er mit zahlreichen Fibrillen inserirt an dem Musc. tibialis posticus-Sehnenzweig (T. post.), welcher über des Musc. tibialis anticus (T. ant.) beide Sehnen hinweg ans mts_1 hinzieht (lig. nav.- mts_1 mediale). Der Musc. hallucis abductor inserirt ferner mit starker Sehne an dem Sesambein unter der Articulatio mts_1 - $d_{1,1}$. Unmittelbar unter dem Bauch dieses Muskels, mit ihm durch Bindegewebsfasern lose verbunden, zieht der Nervus plantaris internus (Nerv. pt.) in die Fusssohle. Der Nerv liegt genau unter der vom Musc. hallucis abductor und Musc. digitorum flexor sublimis gebildeten Grenzlinie.

Vom Musc. hallucis abductor plantarwärts völlig verdeckt liegt der Musc. hallucis flexor brevis. Derselbe besteht bei Cynocephalus anubis aus zwei separirbaren Muskelbäuchen, von welchen der eine an das mediale, der andere an das laterale Sesambein der Articulatio mts_1 - $d_{1,1}$ verläuft. Ich betrachte diese Muskelbäuche als selbst-

ständige Muskeln und nenne den einen *Musc. hallucis flexor brevis medialis*, den andern *Musc. hallucis flexor brevis lateralis*. Der *Musc. hallucis flexor brevis lateralis* entspringt von des t_1 Distal-plantar-Rand in Verbindung mit dem *Musc. interosseus* für den d_2 . Dieses Muskels Ursprungssehne überbrückt des *Musc. peroneus longus* Ansatzsehne und reibt auf der mts_1 -Basis Plantar-lateralem Abschnitt. Die Sehne hat ferner das charakteristische, dass sie nicht hart an des t_1 Plantar-Distal-Rand entspringt, sondern etwas mehr proximalwärts am Knochen, an der starken Tuberositas plantaris desselben. Des Knochens Plantar-distal-Rand bleibt also frei und ist mit einer Reibfläche für den Muskel versehen. Diese Reibfläche stösst an diejenige, welche am t_1 erzeugt wird von des *Musc. tibialis anticus* mts_1 - Sehne im Verein mit des *Musc. tibialis posticus* mts_1 - Sehne., beide Reibflächen bilden mit der Articulatio t_1 - mts_1 einen rechten Winkel.

Des Fusses *Musc. hallucis flexor brevis medialis* bedeckt in seinem Verlauf vollständig den vorigen Muskel und wird seinerseits wiederum vollständig bedeckt vom *Musc. hallucis abductor*. Er entspringt sehnig von des Sustentaculum tali medialem Rand, von des nav. Tuberositas plantaris und besonders von des t_3 Tuberositas plantaris, wo seine Ursprungssehne mit dem hier mündenden *Musc. tibialis posticus*-Sehnenzweig verschmilzt; des weiteren entspringt der *Musc. hallucis flexor brevis medialis* von des *Musc. digitorum flexor medius* Scheide dem ast. gegenüber, von der nav. Tuberositas medialis und von des *Musc. tibialis posticus* mts_1 -Ast. Des Muskels Fasern inseriren vorwiegend an des *Musc. hallucis abductor* Endsehne und zwar in der Weise, dass die Fasern, welche von des Fusses Medialseite kommen an die Medialseite der Sehne, die Fasern, welche aus der Fusssohle entspringen, dagegen an der Sehne Lateralseite sich befestigen. Sie setzen sich also derartig an des *Musc. hallucis abductor* Endsehne an, dass dieselbe die Sehne eines doppelt gefiederten Muskels zu sein scheint. Der Rest der *Musc. hallucis flexor brevis medialis*-Fibrillen befestigt sich selbständig an dem medialen Sesambein der Articulatio mts_1 - $d_{1,1}$. Die Verschmelzung der Muskelfasern mit der Sehne tritt schon der t_1 -Planta gegenüber ein und endet erst an dem medialen Sesambein der Articulatio mts_1 - $d_{1,1}$. Es ist wichtig zu konstatiren, dass bei *Cynocephalus anubis* der *Musc. hallucis flexor medialis* in seinem ganzen Verlauf aus reinen Muskelfasern besteht und dass er auch vollständig musculös über des t_1 Tuberositas plantaris und über der mts_1 -Basis Medialseite hinwegzieht. Eine wirkliche Reibfläche hat er nur an des t_1 Tuberositas plantaris, da des *Cynocephalus anubis* mts_1 -Basis von geringer Entwicklung ist.

Cebus capucinus adult hat an seines Fusses Medialseite genau dieselben Muskeln und Bänder, welche am *Cynocephalus anubis* Fuss auftreten, jedoch divergiren dieselben von letzteren in einer Anzahl wichtiger Characteres.

Osteologisch merkwürdig ist das *Cebus-capucinus-nav.* (Fig. 6), es besitzt eine stark ausgebildete *Tuberositas medialis* (tm); dieselbe springt als Längswulst weit aus dem Körper des Knochens hervor, während bei *Cynocephalus anubis* das nav. an seiner Medialseite keine bemerkenswerte Erhebung aufzuweisen hat (Fig. 5 nav.).

Am Fuss des *Cebus capucinus* verläuft des *Musc. tibialis posticus* End-Sehne (Fig. 6 T. post.) in ganz normaler Weise durch eine Scheide an des *Malleolus internus* Medialseite, kreuzt das *Lig. cal.-nav. mediale* (Fig. 6 lenm.), verwächst dann mit demselben in viel stärkerem Masse als dies bei *Cynocephalus* der Fall ist und zwar auf Kosten seiner Reibfläche am Ligament, die bei *Cebus* deshalb fast gänzlich verschwunden ist. Es lässt sich dann am *Cebus-Fuss* des *Musc. tibialis posticus* End-Sehne verfolgen bis an die nav.-*Tuberositas medialis* (Fig. 6 tm), an derselben inserirt und endet sie zugleich. Von des nav. *Tuberositas medialis* entspringen dann eine Anzahl Bänder (o+q), von denen eins inserirt an des t_I Plantar-medial-Ecke (o), ein anderes an der t_{II} - und t_{III} -Planta und ein drittes (q) zieht hinweg über des t_I Medialseite, über des *Musc. tibialis anticus* Ansatzsehnen (T. ant), es verwächst mit des *Musc. tibialis anticus* mts_I -Sehne, inserirt an des mts_I -Medialseite und trägt eine Scheide für den *Musc. hallucis extensor longus*. Bei *Cynocephalus anubis* geht, (Fig. 5) wie nachgewiesen ist, des *Musc. tibialis posticus* End-Sehne, in zwei Aesten ununterbrochen an des nav. Medialseite vorbei, der eine Zweig inserirt in der Fusssohle an des t_{II} und t_{III} *Tuberositas plantaris*, der andere heftet sich durch Fibrillen an des nav. Medialseite, setzt sich über dieselbe fort, kreuzt des t_I Medialseite und des *Musc. tibialis anticus* Ansatzsehnen, verwächst mit dessen mts_I -Sehne und trägt eine Scheide für den *Musc. hallucis extensor longus*.

Vergleicht man die Charactere des *Cebus-Fusses* mit denen des *Cynocephalus-Fusses*, so ergibt sich, dass am *Cebus-Fuss* des *Musc. tibialis posticus* End-Sehne eine Unterbrechung durch des nav. stark entwickelte *Tuberositas medialis* erfährt. Es würden sämtliche Charactere des *Cebus-Fusses* am *Cynocephalus-Fuss* entstehen, wenn am letzteren der am nav. inserirende und entlang ziehende Teil der *Musc. tibialis posticus*-End-Sehne verknöchern und mit dem nav. verwachsen würde: dann würde dieses nav. erhalten eine sehr starke *Tuberositas medialis*, des *Musc. tibialis posticus* End-Sehne würde an dieser *Tuberositas* inseriren und endigen und aus den Aesten der Sehne würden ebensoviel von der nav.-*Tuberositas medialis* ausgehende Bänder werden, wie dies bei *Cebus capucinus* der Fall ist. Dass eine solche Verknöcherung eines Sehnenabschnitts möglich ist, ist eine allen Anatomen wohlbekannte Thatsache. Es ist oft bewiesen worden, und wird am Ende dieser Arbeit durch zahlreiche Beispiele illustriert werden, dass Bänder und Muskelsehnen an denjenigen Stellen, an welchen sie einen permanent wirkenden sehr starken Druck aushalten müssen, ossifiziren. Am Affenfuss ist nun der *Musc. tibialis posticus* einer der am stärksten benutzten Muskeln, die

permanent gewordene Einwärtskehrung der Sohle des Affenfusses ist das Resultat seiner intensiven Einwirkung auf den Fuss. Der *Musc. tibialis posticus* zwingt nach Duchenne (Physiologie der Bewegung übersetzt von Wernike 1885) durch seine Contraction das nav. zur gleichzeitigen Ausführung dreier Bewegungen: Unter der Einwirkung des Muskels führt das nav. erstens seine Beugebewegung am ast. aus, zweitens wird es adducirt d. h. in latero-medialer Richtung am Kopf des ast. entlanggeführt und drittens wird es entovertirt d. h. um seine Proximo-distal-Achse planto-dorsalwärts rotirt, wodurch die ganze Fusssohle Einwärtsdrehung erfährt. Die Wirkung des *Musc. tibialis posticus* auf das nav. ist dabei einmal eine directe, indem des Muskels am nav. befestigten Fibrillen einen Zug auf dasselbe ausüben und zweitens eine indirecte, indem seine am nav. entlang laufenden Fibrillen bei der Muskelcontraction gradlinig zu werden streben und deshalb sehr starken Druck auf des nav. Medialseite ausüben. Es ist also am Affenfuss die physiologische Ursache, welche zur Verknöcherung des am nav. hinziehenden Abschnitts der *Musc. tibialis posticus*-End-Sehne führen kann, in hervorragender Weise in Wirksamkeit.

Ein zweiter sehr wichtiger Unterschied zwischen dem Fuss des *Cynocephalus anubis* und dem des *Cebus capucinus* ist folgender: Bei *Cynocephalus anubis* verläuft der *Musc. tibialis posticus*-End-Sehne mts₁-Ast über des t₁ Medialseite, über des *Musc. tibialis anticus* beide Ansatzsehnen, trägt in seinem Dorsal-Abschnitt eine Scheide für den *Musc. hallucis extensor longus*, verwächst durch seinen Plantarabschnitt mit des *Musc. tibialis anticus* mts₁-Sehne und inserirt an der mts₁-Basis Medialseite. Des *Musc. tibialis anticus* mts₁-Sehne erzeugt an der Stelle, wo sie mit des *Musc. tibialis posticus* mts₁-Ast verwächst zwei Reibflächen an benachbarten Tarsalknochen, die eine liegt an des t₁ distalem Rand, die andere daneben an des mts₁ proximalem Rand.

Bei *Cebus capucinus* ist des *Musc. tibialis posticus* mts₁-Ast verwandelt zum lig. nav.-mts₁ mediale, behält aber trotzdem seine sämtlichen Charaktere bei, mit der Modification, dass an der Stelle, wo das Band mit des *Musc. tibialis anticus* mts₁-Sehne verwächst, ein Knöchelchen in die Sehne eingelagert ist, dasselbe artikulirt mit einer Gelenkfläche an des t₁ distalem Rand mit einer anderen an des mts₁ proximalem Rand; seine Gelenkflächen umfassen die Articulatio t₁-mts₁ und stehen mit ihren Ebenen senkrecht zu dieser Facette. Mit anderen Worten: bei *Cynocephalus* geht des *Musc. tibialis anticus* mts₁-Sehne sehnig bis zum mts₁, bei *Cebus capucinus* liegt in ihrem Endabschnitt ein kleines Knöchelchen. Dieses Knöchelchen ist von Herrn Professor Bardeleben als ein Prähalluxrudiment gedeutet worden. Es ist mir leider nicht möglich, bereits an dieser Stelle alle Gründe anzuführen, welche gegen eine solche Deutung ins Feld geführt werden können. Ist der Knochen wirklich ein Prähalluxrudiment, dann muss dieses bei *Cynocephalus anubis*

völlig atrophirt oder vielmehr umgewandelt worden sein in den *Musc. tibialis anticus-mts₁*-Sehnen-Endabschnitt; denn nur die letztgenannte Voraussetzung würde erklären, warum bei *Cynocephalus anubis* des *Musc. tibialis anticus mts₁*-Sehne ohne Unterbrechung an die *mts₁*-Basis zieht, während sie bei *Cebus capucinus* schon früher an einem besonderen Knochen inserirt. Die Umwandlung eines Knochens und mag er noch so klein sein, in den Endabschnitt einer Sehne d. h. die Umwandlung von Knochen in Bindegewebe ist aber, wie bereits früher auseinandergesetzt worden ist, nicht nur sehr unwahrscheinlich, sondern gänzlich unmöglich. Dagegen wird jedermann zugeben, dass bei *Cynocephalus anubis* sehr leicht in des *Musc. tibialis anticus mts₁*-Sehne eine homologe Verknöcherung eintreten kann, weil gerade diese Sehne dafür besonders geeignet erscheint. Der *Musc. tibialis anticus* spielt im Affenfuss eine ebenso wichtige Rolle wie der *Musc. tibialis posticus*, weil er die für den Affenfuss charakteristische, permanent gewordene Abspreizung der grossen Zehe von den übrigen Zehen erzeugt. Jede Contraction dieses Muskels presst seine Ansatzsehne mit ihrem Endabschnitt an die *t₁*- und *mts₁*-Medialseite, wobei die Sehne einen bedeutenden Druck auszuhalten hat. Aus diesem Grunde sind schon bei *Cynocephalus anubis* die Berührungsflächen der Sehne und der Knochen von Gelenkknorpel überzogen, geringe Verstärkung des Drucks würde zweifellos genügen, um auch in dieser Sehne einen Knochenkern zu erzeugen; nun ist aber bei *Cebus capucinus* der Fuss noch extremer und einseitiger Kletterfuss als bei *Cynocephalus anubis*, der verstärkte Druck auf die Sehne ist hier vorhanden, und daher kann der Knochenkern in der Sehne hier sehr wohl secundär entstanden sein.

Die übrigen Bänder und Muskeln der Medialseite des erwachsenen *Cebus*-Fusses weichen fast garnicht von denen des *Cynocephalus anubis*-Fusses ab; bemerkenswert nur ist folgendes: während bei *Cynocephalus anubis* der *Musc. hallucis flexor lateralis* zwar vom *Musc. hallucis flexor medialis* überdeckt wird, aber vollständig getrennt verläuft, sind bei *Cebus capucinus* beide Muskeln über des *Peroneus longus* Scheide aufs innigste verwachsen, des *Musc. peroneus longus* Scheide ist dadurch sehr dickwandig geworden, und die bei *Cynocephalus anubis* an der *t₁*- und *mts₁*-Planta vorhandenen Reibflächen des *Musc. hallucis lateralis* sind bei *Cebus* nicht vorhanden.

Mycetes ursinus ist deshalb ein ungeheuer wichtiges Tier, weil es auf verschiedenen Altersstufen sehr abweichende Entwicklungsstadien an seines Fusses Medialseite zeigt, ontogenetisch dabei einen Teil seiner Phylogenese wiederholt und zwar steht dieses Individuum, wie vorweg bemerkt werden mag, noch in einem relativ späten Stadium seiner Ontogenese auf einer Art Mittelstufe zwischen *Cynocephalus* und *Cebus capucinus*, während es erwachsen weit über *Cebus* hinausgeht. Untersucht man die Ontogenese des *Mycetes*-Fusses so erhält man aus obigen Gründen ein klares Bild von der Entstehung gewisser specifischer Characteres des *Cebus*-Fusses.

Am Fuss eines jungen *Mycetes ursinus* (Fig. 8) dessen Knochen bereits sämtlich ossifiziert sind, reicht des nav. t_1 -Facette mit ihrem medialen Rand bis an des Knochens Medialseite d. h. das nav. selbst hat keine Tuberositas medialis, stimmt darin also mit des *Cynocephalus anubis* nav. überein, (Fig. 5), auch an diesem nav. reicht der t_1 -Facette Medialrand bis zu des Knochens Medialseite, der eine Tuberositas medialis gänzlich fehlt. Da es für spätere Untersuchungen sehr wichtig ist, die Längenverhältnisse der untersuchten Gelenkfläche zu besitzen, so constatiere ich, dass beim jungen *Mycetes*-Fuss des nav. t_1 -Facette in latero-medialer Richtung 11 mm, in plantodorsaler Richtung 9 mm Länge besitzt. — Das *Cynocephalus anubis*-nav. von der Proximalseite betrachtet, (Fig. 10), zeigt des Knochens Gelenkfläche für den ast. Diese Facette hat die Form einer Niere, deren Hilus (h) plantarwärts schaut; ihre Ränder liegen annähernd in einer und derselben Ebene, kein Abschnitt der Gelenkfläche springt stark proximalwärts vor. Des jungen *Mycetes ursinus* nav. (Fig. 11) hat eine ast.-Facette von derselben Form, doch trägt deren Medialdorsal-Ecke eine kaum wahrnehmbare Ausbuchtung (i), die in proximaler Richtung vorspringt. Beim jungen *Mycetes ursinus* (Fig. 8) geht des *Musc. tibialis posticus* Endsehne (T. post.) in normaler Weise an des Malleolus internus Medialseite durch eine Scheide, kreuzt das lig. cal.-nav. mediale (lcnm), das mit ihr wie bei *Cebus* auf Kosten ihrer Reibfläche verwächst, und inserirt gegenüber der nav.-Medialseite an einem Knorpelwulst von enormer Entwicklung (tm), der mit des nav. Medialseite aufs innigste verwachsen ist und dieselbe umgibt in Form eines halbkugeligen Buckels. Von diesem Knorpelwulst gehen aus Bänder an des t_1 Medialseite und Planta (o), solche an des t_2 und t_3 Planta, ferner das lig. nav.-mts₁ mediale (q). Diese Thatsachen machen es zweifellos, dass in jenem Knorpelwulst zu erblicken ist des *Musc. tibialis posticus* Endsehnenabschnitt, welcher bei *Cynocephalus anubis* (Fig. 5) sehnig an des nav. Medialseite inserirt und vorüberzieht, bei *Cebus capucinus* (Fig. 6) aber des nav. knöcherne Tuberositas medialis (tm) darstellt. Der junge *Mycetes ursinus* steht in diesem Character also zwischen *Cynocephalus anubis* und *Cebus capucinus* adult, da die Verknorpelung des Sehnenabschnitts die Vorbereitung desselben zur Verknöcherung darstellt.

Zugleich mit dem *Musc. tibialis posticus*-Sehnenabschnitt, der am nav. inserirt (Fig. 8tm), ist beim jungen *Mycetes* enorm verdickt der Teil des lig. cal.-nav. mediale (β), welcher von des nav. Medialseite bis zu der im Ligament befindlichen Reibfläche der *Musc. tibialis posticus*-End-Sehne reicht und mit ihr verwachsen ist. Dieser Bandabschnitt zeigt nicht mehr die faserige Structur eines Bandes, sondern besteht aus einer durchaus homogenen, durchscheinenden, knorpeligen Masse, von sehr beträchtlicher Härte, auf welcher nunmehr die Sehne eine Reibfläche hat. In allen anderen Characteren der Medialseite seines Fusses steht der junge *Mycetes* auf derselben Entwicklungsstufe wie *Cebus capucinus*, besonders sei

dies noch in Betreff des auch beim jungen *Mycetes ursinus* in des *Musc. tibialis anticus* mts₁ Sehne vorhandenen winzigen Knochens hervorgehoben.

Von des erwachsenen *Cebus capucinus* nav.-Characteren, soweit sie nicht bereits früher besprochen worden sind, ist noch folgendes bemerkenswert: An diesem nav. ist die t₁-Facette lang in latero-medialer Richtung 12½ mm, in dorso-plantarer Richtung 7½ mm, übertrifft also noch des jungen *Mycetes ursinus* homologe Facette in latero-medialer Richtung, trotzdem wölbt sich bei *Cebus capucinus* des nav. Tuberositas medialis (Fig. 6tm) über diese Gelenkfläche medialwärts hinaus, wenngleich noch in verhältnismässig bescheidener Weise. Des nav.ast.-Facette hat bei *Cebus capucinus* (Fig. 12) noch genau dieselbe Form wie beim jungen *Mycetes*, mit dem einzigen Unterschied, dass die Ausbuchtung an ihrer Medial-dorsal-Ecke (i) grösser und wahrnehmbarer ist und in Form eines Zapfens einen Anhang an der Gelenkfläche bildet, der proximalwärts vorspringt.

Mycetes ursinus adult zeigt an seines Fusses Medialseite im Vergleich zu den bisher untersuchten 3 Individuen folgende auffällige Charactere (Fig. 9): Seines nav. t₁-Facette ist lang in latero-medialer Richtung 12 mm, in dorso-plantarer Richtung 8 mm, übertrifft also in latero-medialer Richtung selbst des *Cebus capucinus* homologe Facette an Länge; trotzdem überragt beim erwachsenen *Mycetes* des nav. mediale Seite in ganz abnormer Weise medialwärts der t₁-Facette medialen Rand d. h. mit anderen Worten dieses nav. hat eine enorm entwickelte Tuberositas medialis (tm). Dieselbe ist so vergrössert, dass sie für sich allein des Knochens mediale Hälfte bildet. Desgleichen zeigt beim erwachsenen *Mycetes* des nav. ast.-Facette (Fig. 13 ast.) eine sehr eigentümliche Form: Beim jungen *Mycetes* (Fig. 11) hat diese Facette an ihrer dorsal-medialen Ecke einen kleinen Anhang (i), der proximalwärts vorspringt, bei *Cebus capucinus* war derselbe ein wenig mehr entwickelt; beim erwachsenen *Mycetes* bildet derselbe an des nav. eigentlicher ast.-Facette einen Anhang (Fig. 14i) welcher in latero-medialer Richtung beinahe die Länge der Gelenkfläche hat, und denselben auch in dorso-plantarer Richtung an Grösse nicht wesentlich nachgiebt. Da beim erwachsenen *Mycetes* des nav. eigentliche ast.-Facette und deren vergrösserter Abschnitt ohne Trennungslinie ineinander übergehen und gemeinsam eine neue einfach concave Gelenkfläche für den ast. bilden, so ist man bei flüchtiger Untersuchung leicht geneigt, fälschlich anzunehmen, dass diese vergrösserte Facette in Gestalt und Ausbildung der viel kleineren anhanglosen ast.-Facette des *Cebus*- und jungen *Mycetes*-nav. entspricht. Dass dies nicht der Fall ist, lehrt die Berücksichtigung der folgenden Thatsache: Betrachtet man des *Cebus capucinus* (Fig. 6) und jungen *Mycetes* nav. (Fig. 8) von der Dorsalseite, so ergibt sich, dass bei diesen nav. die ast.-Facette am zugehörigen Knochenkörper nicht weiter medialwärts reicht, als die Facetten, welche an des nav. Distalseite ihr gegen-

überliegen und bestimmt sind für die 3 Tarsalia (t_1, t_2, t_3) des Fusses. Beim erwachsenen *Mycetes ursinus* (Fig. 9) hat des nav. ast.-Facette in latero-medialer Richtung eine viel grössere Ausdehnung als des nav. Gelenkflächen für die drei t. Diesen 3 Gelenkflächen liegt von der zugehörigen ast.-Facette ungefähr die Hälfte gegenüber, die andere Hälfte stützt sich auf des nav. Tuberositas medialis (tm), die ihrerseits die Gelenkfläche der drei t. um halbe Knochenlänge medialwärts überragt.

Frägt man, auf welche Weise beim erwachsenen *Mycetes* des nav. ast.-Facette und Tuberositas medialis eine so enorme Vergrösserung erfahren haben, so ergibt sich aus nachfolgender Vergleichung, dass die beim jungen *Mycetes* (Fig. 8) verknorpelten Teile der Musc. tibialis posticus Endsehne (tm) und des lig. cal.-nav. mediale (β) beim erwachsenen *Mycetes* ossifiziert und mit dem nav. verwachsen sind. Beim jungen *Mycetes* reicht des lig. cal.-nav. mediale verknorpelter Abschnitt (β) vom nav. bis zu der im Lig. befindlichen Reibfläche der Musc. tibialis posticus-Endsehne (T. post.); dieser Bandabschnitt reibt am ast. (ast.) auf der Reibfläche des lig. cal.-nav. mediale (r), die von des ast. nav.-Facette durch eine scharfe Grenzlinie abgegrenzt ist. An diesem verknorpelten Bandabschnitt (β) reibt des Musc. tibialis posticus Endsehne (T. post.) bei ihrem Vorbeiziehen am Bande und ist von hier an gleichfalls verknorpelt (tm) und in Form eines grossen Knorpelwulstes (tm) des nav. Medialseite angelagert. Von diesem Wulst gehn dann die Endabschnitte der Sehne als Bänder ($o+q$) an die ihnen bestimmten Tarsalknochen. Beim erwachsenen *Mycetes ursinus* (Fig. 9) reicht des nav. Dorsal-medial-Anhang (i) proximalwärts bis zu des Musc. tibialis posticus Endsehne (T. post.). Die Sehne hat nicht mehr eine Reibfläche am lig. cal.-nav. mediale, sondern statt derselben eine solche an des nav.-Anhangs (tm.) proximalen Rand. Dieser nav.-Anhang gelenkt ausserdem mit des ast. Reibfläche für das lig. cal.-nav. mediale (r). Aus alledem geht mit absoluter Sicherheit hervor, dass an des erwachsenen *Mycetes* nav. der dorsal-mediale Anhang (β) homolog ist dem beim jungen *Mycetes* (Fig. 8) knorpeligen Teil des lig. cal.-nav. mediale, der genau dieselbe Lage hat. — Beim erwachsenen *Mycetes* inseriert und endet des Musc. tibialis posticus Endsehne, sobald sie an des nav. Dorsal-medialer-Anhang dahingezogen ist, an des nav. Tuberositas medialis (tm.); die sich als starker Wulst an des nav. ganzer Medialseite entlang zieht, von deren Distalrand laufen Bänder ($o+q$), den Endabschnitten der Musc. tibialis posticus-Endsehne entsprechend, an die Tarsalia und das mts_1 ; damit ist bewiesen, dass beim erwachsenen *Mycetes* des nav. Tuberositas medialis homolog ist dem beim jungen *Mycetes* an der nav.-Medialseite liegenden verknorpelten Abschnitt der Musc. tibialis posticus-Endsehne. — Da bei allen Tieren des Musc. tibialis posticus Endsehne, nachdem sie am lig. cal.-nav. mediale die für sie bestimmte Reibfläche berührt hat, mit diesem Ligament auf das innigste verwächst, geht an des erwachsenen *Mycetes ursinus* nav. die

Knochensubstanz der Tuberositas medialis (tm.) unmittelbar über in des lig. cal.-nav. mediale verknöcherten Distalabschnitt (β). Man kann daher nicht mit Unrecht sagen, beim erwachsenen *Mycetes ursinus* gelenkt des nav. grosse Tuberositas medialis am ast. auf der ursprünglichen Reibfläche des lig. cal.-nav. mediale (r), nachdem von ihr aus der zwischenliegende Teil des lig. cal.-nav. mediale ossifiziert ist.

Ateles leucophthalmus und *ater* (Fig. 7) stehen erwachsen in der Ausbildung ihres nav. in sehr interessanter Weise zwischen *Cebus capucinus* adult und dem erwachsenen *Mycetes ursinus*. Bei den *Ateles*-Arten reicht des nav. ast.-Facette nicht weiter medialwärts am Knochenkörper als des Knochens dreit-Facetten; die ast.-Facette (Fig. 14) hat ferner an ihrem medialen Rand einen verhältnismässig kleinen Dorsal-medial-Anhang (i), wiederholt darin also die entsprechenden Charaktere des *Cebus*-Fusses. Dagegen hat bei den *Ateles*-Arten (Fig. 7) des nav. Tuberositas medialis (tm.) dieselbe extreme Ausbildung wie beim erwachsenen *Mycetes* (Fig. 9), sie geht in medialer Richtung weit über des nav. ast.-Facette und seine t-Facetten hinaus; an ihrem proximalen Rand inseriert und endet des *Musc. tibialis posticus* Endsehne (T. post.) unmittelbar, nachdem sie über das lig. cal.-nav. mediale (lcnm.) hinweggegangen ist. Bei den *Ateles*-Arten ist also des *Musc. tibialis posticus* Endsehne bis zu ihrer im Ligament befindlichen Reibfläche ossifiziert. Da bei den *Ateles*-Arten des nav. Tuberositas medialis *Mycetes*-Charactere und des nav. ast.-Facette *Cebus*-Charactere besitzt, wie sich darin zeigt, dass ihr eine grössere Ausbuchtung an ihrem Dorsal-medial-Rand fehlt, so entsteht die Frage, wie verhält sich bei den *Ateles*-Arten derjenige Teil des lig. cal.-nav. mediale (β), welcher beim erwachsenen *Mycetes* verknöchert und mit der zugehörigen nav.-Tuberositas medialis zu einer Einheit verwachsen ist? Dieser Bandabschnitt, welcher von des nav. Medialrand bis zu der im Ligament befindlichen Reibfläche der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne reicht, an ihrer Medialseite mit dieser Sehne verwächst und am ast. eine besondere Reibfläche (r) besitzt, ist bei den *Ateles*-Arten (Fig. 7 β) noch intact d. h. als faseriges Bindegewebe vorhanden, liegt der grossen Tuberositas medialis seines nav. (tm.) als dünne Bandschicht auf und artikuliert am ast. mit der Reibfläche für das lig. cal.-nav. mediale (r). Bei den *Ateles*-Arten artikuliert also des nav. Tuberositas medialis nicht direct mit des ast. Reibfläche für das lig. cal.-nav. mediale, sondern ist von derselben durch das Ligament in normaler Weise getrennt. Das Resultat dieser Untersuchung ist: während bei *Cynocephalus anubis* des *Musc. tibialis posticus* Endsehne ohne Unterbrechung an des nav. Medialseite entlangzieht, ist beim erwachsenen *Cebus capucinus* der Teil der Sehne, welcher dem nav. direct anliegt, verknöchert und zu des nav. Tuberositas medialis umgewandelt, bei den *Ateles*-Arten ist diese Tuberositas stark proximalwärts verlängert, weil des *Musc. tibialis posticus* Endsehne noch weiter in proximaler

Richtung verknöchert ist und zwar bis zu ihrer Reibfläche im lig. cal.-nav. mediale, beim erwachsenen *Mycetes* ist ausserdem noch vom lig. cal.-nav. mediale derjenige Abschnitt verknöchert, der zwischen dem nav. und der Reibfläche der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne liegt, und hat sich zugleich vereinigt mit des nav. Tuberositas medialis. Des nav. ast.-Facette hat dadurch einen grossen Gelenkflächenanhang erhalten, der scheinbar von des Knochens Tuberositas medialis gebildet wird.

Diese Verknöcherung des lig. cal.-nav. mediale lässt sich ontogenetisch bis ins Detail verfolgen am Fuss der Menschenaffen. Ein junger *Hylobates lar* hat wie die anderen Menschenaffen an seines Fusses Medialseite sämtliche allgemein als primär anerkannten Knochen mit folgenden Characteren: Das nav. (Fig. 15) hat an der Proximalseite die Charactere des *Cynocephalus anubis* Fusses, seine ast.-Facette hat die Form einer Niere, deren Hilus (h) plantarwärts schaut, an ihrer Dorsal-medial-Ecke findet sich kein Facettenanhang. An des Knochens Medialrand setzt sich das lig. cal.-nav. mediale (lcnm) als ein wirkliches Ligament, aber mit der höchst merkwürdigen Eigentümlichkeit an, dass in seinen distalen Abschnitt ein Knorpelkern (β) eingebettet ist, welcher in Form eines Hufeisens des nav. Medialrand umgiebt. Er schliesst sich demselben jedoch nicht unmittelbar an, sondern ist von ihm durch einen kleinen, nicht verknorpelten Ligamentabschnitt getrennt (γ). Die Verbindung des nav. und des Knorpels ist eine so lose, dass es mühelos gelingt, sie gegen einander zu verschieben. Des Knorpel hufeisenförmige Oberfläche ist glatt und glänzend und artikuliert am ast. auf der Reibfläche des lig. cal.-nav. mediale. Am Fuss des jungen *Hylobates* ist also im lig. cal.-nav. mediale eine Verknorpelung eingetreten wie dieselbe auch beim jungen *Mycetes* gefunden wird, sie hat aber das charakteristische, dass sie viel selbständiger des nav. Medialseite gegenüber auftritt; trotzdem hat auch bei *Hylobates lar* dieser Knorpelkern im lig. cal.-nav. mediale die Tendenz mit dem nav. zu verwachsen, seine Anlagerung an die ast.-Facette des Knochens lässt dies deutlich erkennen. *Hylobates lar* liefert also nebenbei den besten indirecten Beweis dafür, dass bei *Mycetes* am nav. die Vergrösserung der ast.-Facette auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale stattgefunden hat.

Des jungen *Hylobates lar* *Musc. tibialis posticus*-End-Sehne kreuzt in normaler Weise das lig. cal.-nav. mediale, erzeugt an dessen Medialseite eine mächtige Reibfläche, zieht unter dem im Ligament befindlichen Knorpelkern hinweg, verwächst durch einen Ast mit des nav. Medialseite, und wird dort knorpelig. Von diesem Knorpel geht die Sehnen-Endabschnitte als Bänder an des t_1 Medialseite und Planta, sowie in normaler Weise und Ausbildung an das mts_1 . Ein anderer Zweig der Sehne verläuft an des t_2 und t_3 Tuberositas plantaris. Des jungen *Hylobates lar* *Musc. tibialis posticus*-Endsehne weicht also von allen bisher untersuchten homologen Neuweltaffen-Sehnen

dadurch ab, dass nur ein Teil ihres am nav. hinziehenden Abschnitts verknorpelt ist, der Rest unverknorpelt bleibt, bei den untersuchten Neuweltaffen war der ganze, am nav. hinziehende Abschnitt der Sehne verknorpelt, bei *Cynocephalus anubis* zeigte er noch gar keine Verknorpelung.

Beim erwachsenen *Hylobates syndactylus* und *agilis* ist der am nav. befestigte knorpelige Sehnenabschnitt verknöchert und mit dem nav. zu dessen *Tuberositas medialis* untrennbar vereinigt, gleichfalls verknöchert und mit der *Tuberositas* und dem nav. verwachsen ist ausserdem der im lig. cal.-nav. mediale in der Jugend vorhandene Knorpelkern, ihre Vereinigung ist bei den mir vorliegenden Tieren so vollständig, dass von der ursprünglichen Selbständigkeit der verwachsenen Teile nichts mehr zu erkennen ist. Es wiederholen sich also hier die Entwicklungsvorgänge, die am Fuss der untersuchten extremen Neuweltaffen bereits beschrieben worden sind, aber des *Hylobates*-nav. *Tuberositas medialis* vertritt nicht den ganzen dem nav. gegenüberliegenden *Musc. tibialis posticus*-Endsehnenabschnitt, sondern nur den Teil desselben, dessen Fibrillen später am nav. t_1 und mts_1 inseriren.

Kohlbrügge l. cit. 342 schreibt über des *Hylobates*-nav. *Tuberositas medialis* folgendes: „Diese war an allen untersuchten erwachsenen Exemplaren sehr stark entwickelt; sie krümmt sich nach hinten (proximalwärts) um und ist nicht viel kleiner als der Knochen selbst. An dem Skelett eines jungen *Hyl. syndactylus* war sie noch ganz knorpelig, sie verknöchert also später als das nav, mit dem sie verbunden ist“ (genau wie beim jungen *Mycetes*: der Verfasser). „Sehr merkwürdig“, fährt er fort, „ist die Mitteilung Denikers (Archives de Zoologie experimentale et generale Ser. II TmIII 1885) dass die *Tuberositas* seinem Foetus ganz fehle.“ Ontogenetisch würde demnach bei *Hylobates* des nav. *Tuberositas medialis* weit später angelegt als die sicher primären Tarsalelemente.

Bei *Hylobates* lar hat des *Musc. tibialis posticus* End-Sehnenast, welcher ans mts_1 verläuft, durchaus normale Form, zieht über des t_1 Medialseite hinweg und verwächst mit des *Musc. tibialis anticus* mts_1 -Sehne. An der Stelle, wo diese Vereinigung vor sich geht, findet sich in des *Musc. tibialis anticus* mts_1 -Sehne ein Knochenkern von derselben Grösse und Lage wie bei den Neuweltaffen, derselbe gelenkt auch bei *Hylobates* lar nicht nur mit der mts_1 -Basis, sondern auch mit des t_1 distalem Rand, ist also angelagert der *Articulatio* t_1 - mts_1 .

Ueber dieses Knöchelchen schreibt Kohlbrügge (l. cit. S. 340) das folgende: „Dieser Knochen liegt am Tibialrande des Tarsus, zwischen dem mts_1 und t_1 . Er artikulirt mit beiden Knochen, liegt aber dem mts_1 dicht an, so dass er bei oberflächlicher Betrachtung mit diesem verschmolzen zu sein scheint. Ich suchte und fand ihn bei neun Exemplaren der verschiedenen Species von *Hylobates*. An einem Exemplar des *Hyl. syndactylus* konnte ich den Knochen aber

nicht finden; doch war gerade dort, wo dieses Knöchelchen dem *mts₁* bei den anderen Exemplaren anliegt, eine nach hinten gerichtete Tuberositas am *mts₁* vorhanden. Wahrscheinlich war der Knochen hier also nicht beim Maceriren verloren gegangen sondern mit dem *mts* verschmolzen, denn anders lässt sich die Tuberositas wohl nicht erklären.“ (Die beigegegebene Zeichnung lässt die Annahme als durchaus sicher erscheinen). „Weiter, schreibt Kohlbrügge, fehlte der Knochen noch an den Skeletten von je einem Exemplar eines *Hyl. syndactylus* und *Hyl. leuciscus*; beide waren noch sehr junge Tiere.“

Die mir vorliegenden *Hylobates agilis* und *syndactylus* zeigen in Betreff des Knöchelchen folgendes. Bei *Hylobates agilis*, einem vollkommen ausgewachsenen Tier, dessen sämtliche Knochen und auch des *nav. Tuberositas medialis* ossifiziert sind, dessen Knochenepiphysen aber noch nicht mit den zugehörigen Diaphysen verwachsen sind, ist das erwähnte überzählige Tarsalelement ein Knorpelkern, der aber in seiner Mitte ein winzig kleines Ossificationscentrum trägt. Bei dem *Hylobates syndactylus*, dessen Knochenepiphysen mit den zugehörigen Diaphysen untrennbar verwachsen sind, ist am rechten Fuss das überzählige Tarsalelement garnicht angelegt, auch nicht durch eine *mts₁*-Tuberositas vertreten, am anderen Fuss findet es sich als sehr kleiner Knorpelkern jedoch mit allen Eigenschaften, die es bei anderen *Hylobates*-Arten hat. Alle diese Thatsachen: das gänzliche Fehlen des Knöchelchen bei sehr jungen Tieren, sein spätes Ossifiziren lehren, dass es ontogenetisch sehr spät auftritt, weit später als die wirklich primären Tarsalknochen und aus den Befunden lässt sich ferner bis ins Detail constatiren, dass der Knochen in der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne entsteht durch Verknorpelung des Sehnenabschnitts, welcher ans *mts₁* zieht und gegenüber der *Articulatio mts₁ - t₁* von beiden Knochen bei jeder Muskelcontraction sehr starken Druck erhält. Der Knochen ist also zweifellos eine sekundäre Neubildung, die hervorgerufen wird durch den bei den klettergewandten *Hylobates*-Arten sehr intensiven Gebrauch des *Musc. tibialis anticus*. Es ist wohl klar, dass der Knochen bei den Neuweltaffen durch gleiche Ursachen entstanden ist. Der Umstand, dass er mit einem primären Knochen verwachsen kann, ist von ganz eminenter Wichtigkeit, er teilt diese Eigenschaft mit allen noch zu besprechenden überzähligen Tarsalknochen.

Troglodytes niger. Der eine mir zur Untersuchung vorliegende Schimpanse ist noch ein verhältnissmässig junges Tier und als *pullus* zu bezeichnen, seine Fusslänge beträgt 13 cm, während der erwachsene Schimpansenfuss 25 cm lang ist.

Des jungen Schimpansen *nav.* (Fig. 16) hat an seiner Proximalseite durchaus normale Form; die hier liegende *ast.-Facette* ist nierenförmig, doch mit der Eigentümlichkeit, dass an ihrer Dorsal-medial-Ecke eine kleine überknorpelte Ausbuchtung (i) vorhanden ist. An der *ast.-Facette* medialem Rand inserirt das *lig. cal.-nav. mediale* (*lenm*), es hat am *ast.-Kopf* eine wohlentwickelte

Reibfläche (r), die in einer scharfen Kante mit des ast. nav.-Facette zusammenstösst und mit ihr einen scharfmarkirten Winkel bildet. Betrachtet man des jungen Schimpansen lig. cal.-nav. mediale von seiner Lateralseite, die am ast. reibt, so zeigt sich in demselben deutlich abgegrenzt eine hufeisenförmige Stelle (β), die des nav. ast.-Facette an der Medialseite angelagert ist, und in Form und Lage der bei *Hylobates* lar im lig. cal.-nav. mediale vorhandenen überknorpelten Stelle aufs genaueste entspricht, ihre Matrix ist aber nicht knorpelig, sondern einfaches Bindegewebe, doch ist dasselbe gegenüber dem Bindegewebe des Gesamtbandes nicht unwesentlich verdickt.

Beim jungen Schimpansen tritt des *Musc. tibialis posticus* Endsehne (Fig. 16q) in normaler Weise am Malleolus internus aus einer Scheide an den Fuss, kreuzt das lig. cal.-nav. mediale und erzeugt, wie bisher, auf dessen Medialseite eine sehr starke Reibfläche, spaltet sich noch dem Ligament gegenüber in zwei Aeste (d-d'), von denen der eine (d) an des nav. Medialseite inserirt und knorpelig wird. Dieses Sehnenastes Endabschnitte ziehn in normaler Weise als Bänder an des t_1 Medialseite und Planta sowie an das mts_1 . Des *Musc. tibialis posticus* zweiter Sehnenast (d') ist von beträchtlicher Grösse, geht unverändert an des nav. Medialseite entlang, auf derselben eine Reibfläche bildend und inserirt an des t_2 und t_3 Planta, dagegen garnicht oder nur mit winzigen Faeserchen an des nav. *Tuberositas medialis*. Also des *Musc. tibialis posticus* Endsehne spaltet sich bereits gegenüber dem lig. cal.-nav. mediale in zwei Aeste und reibt mit denselben auf des Bandes Medialseite; im Ligament selbst liegt, wie bereits nachgewiesen ist, eine Stelle von hufeisenförmiger Gestalt auffällig verdickt, diese Stelle markirt sich besonders an des Bandes Lateralseite. Eingehende Untersuchung lehrt, dass sich die hufeisenförmige Verdickung in des Bandes Lateralseite und des *Musc. tibialis posticus* Reibfläche an des Bandes Medialseite aufs genaueste gegenüberliegen. Der obere Schenkel der hufeisenförmigen Bandstelle (δ) entspricht der Reibfläche desjenigen Sehnenastes (d), welcher an des nav. Medialseite inserirt und knorpelig wird, der untere Schenkel der hufeisenförmigen Stelle (δ') entspricht genau der Reibfläche desjenigen Sehnenastes (d'), welcher an des t_2 und t_3 Planta zieht, während der Mittelteil des Hufeisens dem am Ligament reibenden Sehnenabschnitt entspricht, der noch ungeteilt ist (q).

Beim jungen Schimpansen geht der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne mts_1 -Zweig von dem am nav. befindlichen Knorpelteil der Sehne aus, zieht über des t_1 Medialseite und des *Musc. tibialis anticus* t_1 - und mts_1 -Sehne hinweg und verwächst mit der letzteren, doch findet sich beim jungen Schimpansen weder in diesem Band, noch in des *Musc. tibialis anticus* mts_1 -Sehne ein überzähliger Knochen, dadurch unterscheidet sich also der junge Schimpanse sehr wesentlich von den *Hylobates*-Arten. — In allen übrigen Characteren seiner medialen Fussseite weicht der junge Schimpanse nicht wesentlich von *Cynocephalus anubis* ab.

Beim erwachsenen Schimpansen (Fig. 17) ist das lig. cal.-nav. mediale (lcnm.) auffällig kurz, an demselben findet sich weder eine Reibfläche der *Musc. tibialis posticus*-Sehne, noch eine Faserverdickung in der Nähe des nav., auch reibt dieses Band nicht mehr an des ast. Reibfläche für das lig. cal.-nav. mediale (r.), dagegen erscheint des zugehörigen nav. ast.-Facette gegenüber derjenigen des jungen Tieres von auffälliger Länge in latero-medialer Richtung. Dieser Gelenkflächendurchmesser übertrifft den in planto-dorsaler Richtung laufenden in auffälligster Weise, während beide Durchmesser beim jungen Tier nur sehr wenig an Länge sich unterscheiden. Dass des erwachsenen Schimpansen nav. in latero-medialer Richtung so enorm an Ausdehnung zugenommen hat, beruht darin, dass es an seiner Dorsal-medial-Ecke einen überknorpelten Anhang von beträchtlicher Grösse besitzt (β). Dieser Gelenkflächenanhang ist am Object deutlich als Anhang characterisirt und artikulirt am zugehörigen erwachsenen ast.-Kopf, an der Stelle, wo beim jungen Tier des ast. Reibfläche für das lig. cal.-nav. mediale sich findet (r.), es ist also gar kein Zweifel darüber möglich, dass der beim jungen Schimpansen im lig. cal.-nav. mediale auftretende verdickte Abschnitt von hufeisenförmiger Gestalt (Fig. 16 β) beim erwachsenen Tier verknöchert und mit dem nav. verwachsen ist, dafür spricht auch der Umstand, dass beim erwachsenen Schimpansen am nav. eine starke Tuberositas medialis entwickelt ist, während dieselbe beim jungen Tier nur als Knorpelkern in des *Musc. tibialis posticus* Endsehne auftritt. Diese Tuberositas medialis des erwachsenen Schimpansen-nav. dient dem Anhang (β) an des Knochens ast.-Facette als Grundlage; an des Anhangs proximalem Rand erzeugt des *Musc. tibialis posticus* Endsehne eine kleine Reibfläche und inserirt an ihr mit demjenigen Ast, mit welchem sie beim jungen Tier am nav. inserirt und zum t_1 und mts_1 zieht, dagegen ist auch beim erwachsenen Schimpansen von der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne der Plantar-Ast, welcher an das t_2 und t_3 zieht, unverknöchert; hierin stimmt also der erwachsene Schimpanse mit *Hylobates lar* überein. Des nav. Tuberositas medialis überragt beim erwachsenen Schimpansen in medialer Richtung stark der t_1 -Facette medialen Rand, was beim jungen Tier durchaus nicht der Fall ist, obgleich dessen t_1 -Facette in latero-medialer Richtung kürzer ist als beim erwachsenen Tier.

In allen übrigen Characteren weicht des erwachsenen Schimpansen mediale Fussseite von der des jungen Tieres nicht wesentlich ab. In des *Musc. tibialis anticus* mts_1 -Sehne fehlt auch beim erwachsenen Tier ein Sesambein.

Der Schimpanse zeigt also ontogenetisch dieselbe nav.-Entwicklung wie *Mycetes ursinus*, doch ist beim Schimpansen die Verknöcherung des lig. cal.-nav. mediale weit deutlicher zu verfolgen, und ferner entsteht bei Schimpansen des nav. Tuberositas medialis nicht auf Kosten aller am nav. entlangziehenden *Musc. tibialis posticus* End-

sehnenfibrillen; diejenigen, welche ziehn an des t_2 und t_3 Planta, bleiben unverknöchert.

An des Orang-Fusses Medialseite verläuft die Ontogenese entsprechend derjenigen des Schimpansenfusses. Beim jungen Orang ist das lig. cal.-nav. mediale in seinem am nav. inserirenden Abschnitt unverknöchert, ebenso des Musc. tibialis posticus Endsehne gegenüber dem nav., daher fehlt diesem nav. jede Tuberositas medialis, ferner hat beim jungen Orang des nav. ast.-Facette jene für die Hundsaffen typische Form und an seinem ast. stösst des lig. cal.-nav. mediale Reibfläche mit der benachbarten nav.-Facette zusammen unter Bildung eines spitzen Winkels und einer scharfen Grenzlinie. Beim erwachsenen Orang (Fig. 18) ist im lig. cal.-nav. mediale und in des Musc. tibialis posticus nav.-Abschnitt die Verknöchierung ebensoweit fortgeschritten wie beim erwachsenen Schimpansen und das nav. zeigt die entsprechende Neubildung nämlich an seiner Dorsal-medial-Ecke einen grossen Gelenkflächenanhang auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale (β) und zweitens eine stark hervorragende Tuberositas medialis auf Kosten der Musc. tibialis posticus End-Sehne.

Während bei wirklich alten Orangs des nav. ast.-Facette und ihr dorsal-medialer Anhang ohne Grenzlinie in einander übergeln, zeigt ein fast erwachsener Orang-Fuss folgende höchst charakteristische Eigentümlichkeit (Fig. 18). Seines nav. ast.-Facette, die auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale stark vergrössert ist, wird durch eine deutlich wahrnehmbare Linie (γ), welche die Gelenkfläche in plantodorsaler Richtung durchzieht, in zwei verschiedene Abschnitte getrennt, es bezeichnet diese Furche die Stelle, an welcher beim jungen Orang des nav. ast.-Facette medialwärts ihr Ende erreicht und das lig. cal.-nav. mediale (β) beginnt. Diese Furche liefert den besten directen und indirecten Beweis dafür, dass an den bisher untersuchten Füßen des nav. ast.-Facette ihren Dorsal-plantar-Anhang auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale erwirbt.

In des Musc. tibialis anticus mts₁-Sehne besitzt der Orang weder in der Jugend noch im Alter ein Knöchelchen und seines Musc. tibialis posticus End-Sehnenast, welcher an die t_2 - und t_3 -Planta zieht, bleibt stets unverknöchert.

Von Pithecus satyrus liegen junge brauchbare Füße dem Verfasser nicht vor; am alten Gorillafuss stimmen die Charactere der Medialseite mit denen des alten Schimpansen- und Orangfusses überein. —

Nachdem durch die bisherigen Untersuchungen constatirt worden ist, dass bei vielen Affen vom lig. cal.-nav. mediale der Distalabschnitt verknöchern und mit dem nav. verwachsen kann, bleibt zu untersuchen, ob der Ligamentabschnitt selbständig aus sich heraus verknöchert, ob vom nav. oder von der Musc. tibialis posticus-Endsehne aus. Bei den Neuweltaffen verknöchert er sicherlich gleichzeitig vom nav. und der Musc. tibialis posticus-Endsehne aus, dies zeigt sich einmal darin, dass bei jungen Neuweltaffen, denen die Verknöchierung des

Ligamentabschnitts fehlt, trotzdem an des nav. Dorsal-medial-Ecke eine kleine Ausbuchtung (i) auftritt, die mit dem ast. artikuliert, sich in des lig. cal.-nav. mediale Distalabschnitt einzwängt und zweifellos den ersten Anfang seiner Verknöcherung darstellt. An des jungen *Mycetes ursinus* nav. ist dieser Facettenanhang gleichfalls vorhanden, ausserdem ist hier aber noch des lig. cal.-nav. mediale Distalabschnitt mit der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne auf das innigste verwachsen und ebenso stark wie diese verknorpelt. Beide Knorpelkerne sind untrennbar mit einander verwachsen und daraus ist zu schliessen, dass bei *Mycetes ursinus* die Verknöcherung des Ligamentabschnitts auch von der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne aus stattfindet. Bei den Menschenaffen scheint die Verknöcherung des Ligamentabschnitts mehr selbständig stattzufinden, jedenfalls erfolgt sie nicht vom nav. aus, dies zeigt einmal *Hylobates lar*, bei welchem im lig. cal.-nav. mediale ein Knorpelkern vorhanden ist, der dem nav. gegenüber eine gewisse Selbständigkeit besitzt, da er von demselben durch Bandfasern geschieden ist. Ferner ist bei dem untersuchten fast erwachsenen Orang der verknöcherte Ligamentabschnitt vom nav. durch eine deutliche Grenzlinie getrennt. Wäre das Ligament vom nav. aus verknöchert, so könnte diese Grenzlinie unmöglich vorhanden sein. Dagegen ist beim erwähnten Orang des *Musc. tibialis posticus* Endsehne sowohl am nav. wie hinter dem Ligament verknöchert und bildet sogar des letzteren Stützpunkt, dies spricht dafür, dass beim Orang des lig. cal.-nav. mediale Distalabschnitt von der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne aus verknöchert sein kann. — Es wäre noch eine dritte Möglichkeit: der Ligamentabschnitt könnte durchaus selbstständig verknöchert sein, während gleichzeitig die *Musc. tibialis posticus*-Endsehne in ihrem nav.-Abschnitt ebenfalls selbständig ossifiziert wäre, gegen diese Möglichkeit spricht des Neuweltaffen-Fusses Phylogenese: während bei *Cynocephalus anubis* des *Musc. tibialis posticus* Endsehne ohne Unterbrechung an des nav. Medialseite entlangzieht, ist beim erwachsenen *Cebus capucinus* der Teil der Sehne, welche dem nav. anliegt, verknöchert und zu des nav. Tuberositas medialis umgewandelt, bei den Ateles-Arten ist des nav. Tuberositas medialis stark proximalwärts verlängert, weil des *Musc. tibialis posticus*-Endsehne noch weiter in proximaler Richtung verknöcherte und zwar bis zu ihrer Reibfläche im lig. cal.-nav. mediale. Dagegen ist bei den Ateles-Arten dieses Bandes Distalabschnitt noch wesentlich intact erhalten, obgleich von des nav. Dorsal-medial-Ecke seine Verknöcherung bereits beginnt, aber der Bandabschnitt ist von einer so geringen Dicke und so eng der nav. Tuberositas medialis angeschlossen, dass in ihm die Entstehung eines selbständigen Knorpel- oder Knochenkerns völlig ausgeschlossen erscheint. Endlich spricht auch des *Mycetes ursinus*-Fusses Ontogenese gegen eine selbständige Verknöcherung des Bandabschnitts β , beim jungen *Mycetes* ist der verknorpelte Bandabschnitt so innig vereinigt mit dem gleichfalls verknorpelten Sehnenabschnitt, dass eine Trennung ihrer Knorpel-

kerne durchaus nicht bewirkt werden kann; sie werden daher auch gemeinsam ossificiren und zwar der Fuss-Phylogenese entsprechend von der Sehne aus. Jedenfalls aber lehren des Affenfusses Phylogenese und Ontogenese in gleich ausgezeichneter Weise, dass die bei vielen Affen an des nav. Medialseite auftretenden Knochenanhänge auf keinen Fall entstanden sind aus selbständigen primären Knochen, es sind Sehnen- und Ligamentverknöcherungen, die gerade dem phylogenetisch am tiefsten stehenden Affen *Cynocephalus anubis* vollständig fehlen.

Es bleibt nunmehr noch zu untersuchen, welchen physiologischen Ursachen die bei den untersuchten Affen in des lig. cal.-nav. mediale Distalabschnitt auftretende Verknöcherung ihren Ursprung verdankt: es wurde bereits bei Untersuchung des *Cebus capucinus*-Fusses darauf hingewiesen, dass am Affenfuss der *Musc. tibialis posticus* ein besonders energisch gebrauchter Muskel ist, weil er vor allem die für den Affenfuss typische Einwärtskehrung der Fusssohle erzeugt. Jede Contraction des Muskels presst seine Endsehne mit grosser Kraft an des nav. Medialseite, in Folge dessen tritt eine Verknöcherung des dem nav. gegenüberliegenden Sehnenabschnitts ein, der mit dem nav. verwachsen dessen Tuberositas medialis bildet. Dieselbe Ursache erzeugt zweifellos auch in des lig. cal.-nav. mediale Distalabschnitt die Verknöcherung. Jede Contraction des *Musc. tibialis posticus* presst des Muskels Endsehne gegen des lig. cal.-nav. mediale Distalabschnitt, dieser hat das Bestreben dem Druck auszuweichen, presst sich dadurch ausserdem noch gegen den Ast-Kopf, sodass er von zwei Seiten Druck erhält. Je energischer die Muskelcontraction ausgeführt wird, desto stärker wird auch der Druck gegen das Ligament, er wird endlich so stark, dass das Ligament an der gedrückten Stelle verknorpelt und zum Schluss ossifizirt. Es ist kein Zufall, dass bei den Menschenaffen der im lig. cal.-nav. mediale entstehende Knorpelkern in Lage und Ausdehnung genau entspricht des *Musc. tibialis posticus* Reibfläche am Ligament, er markirt diese Reibfläche im Ligament und bezeichnet genau die Bandstelle, welche von der Muskel-Sehne den unmittelbarsten und daher stärksten Druck erhält.

Carnivora.

Die am *Cynocephalus anubis*-Fuss vorhandenen primären Knochen finden ein genaues Gegenstück im erwachsenen *Procyon cancrivorus*-Fuss (Fig. 4) abgesehen von secundären Divergenzen. Das nav. beider Individuen trägt eine deutlich nierenförmige Facette für den ast., deren Hilus plantarwärts schaut, es besitzt an seiner Dorsal-medial-Ecke keine proximalwärts vorspringende Ausbuchtung, die überknorpelt ist und als Anhang an des Knochens ast.-Facette betrachtet werden kann und es hat ferner keine Tuberositas medialis; dagegen ist am *Procyon*-Fuss des nav. Tuberositas plantaris viel stärker entwickelt als an irgend einem Affenfuss.

Die an des *Cynocephalus anubis*-Fusses Medialseite (Fig. 2 u. 3) beschriebenen Muskeln sind am *Procyon cancrivorus*-Fuss (Fig. 4) gleichfalls vorhanden und haben in beiden Fällen fast bis ins Detail denselben Verlauf mit dem fundamentalen Unterschied, dass bei *Procyon cancrivorus* der *Musc. tibialis anticus* (T. ant.) nicht wie bei den Affen zwei End-Sehnen besitzt, sondern nur die mts₁-Sehne, und dass bei *Procyon* der *Musc. hallucis abductor* sehr charakteristische, später zu erwähnende Eigenschaften besitzt.

Am *Procyon cancrivorus*-Fuss ist das lig. cal.-nav. mediale (lcnm) genau in derselben Weise und in der Vollständigkeit entwickelt wie am *Cynocephalus anubis*-Fuss. An des Bandes Medialseite zieht des *Musc. tibialis posticus* End-Sehne (T. post.) entlang unter Erzeugung einer grossen Reibfläche. Gegenüber dieser Reibfläche gelenkt das Band ausserdem noch am ast. auf seiner „Reibfläche“, die mit des ast. nav.-Facette in einer scharfen Linie unter Erzeugung eines Winkels zusammenstösst. Des *Musc. tibialis posticus* Endsehne (T. post.) verwächst später an ihrem dorsalen Rand mit dem Ligament, zieht dann an des nav. Medialseite entlang, inserirt mit einem Ast an derselben, mit einem anderen an des t₁ proximal-medial-Ecke, ferner am *Sustentaculum tali*, an des nav. *Tuberositas plantaris* und an des t₂ und t₃ *Planta*. Von dem Sehnenast, welcher an des t₁ Proximal-medial-Ecke zieht, zweigt sich ein anderer Sehnenast ab, der an des t₁ Medialseite entlang zieht und dort an einem Knöchelchen (u) inserirt, das des t₁ Medialseite anliegt und am Affenfuss nicht vorhanden ist. Das Knöchelchen hat folgende Eigenschaften: Während an seinem plantar-proximalen Rand der erwähnte *Musc. tibialis posticus*-Sehnenast inserirt, zieht von seinem Distalrand ein starkes Ligament an der mts₁-Basis Medialseite, wo dasselbe neben und zugleich unterhalb der *Musc. tibialis anticus*-mts₁-Sehne inserirt, deren Fibrillen zum Teil mit ihm verwachsen sind; von des Knochens Medialseite entspringt ein kleineres Band, dasselbe trägt an seinem Endpunkt eine Scheide für die *Musc. hallucis extensor longus*-Endsehne (Ex. hal.); von des Knochens Proximalrand endlich zieht ein starkes Band an des nav. Medialseite, unter welchem ein kurzes Kapselband des nav. und t₁ Medialseite verbindet. Der Knochen selbst artikulirt weder mit dem t₁ noch mit einem anderen benachbarten Tarsalelement. Bei *Cynocephalus anubis* und sämtlichen anderen Affen zieht, wie nachgewiesen ist, des *Musc. tibialis posticus* End-Sehne mit einem besonderen Ast über des t₁ Medialseite und über des *Musc. tibialis anticus* beide End-sehnen hinweg ans mts₁. Dieser Sehnenast zerfällt in zwei Abschnitte, von denen der dorsale eine Scheide für des *Musc. hallucis extensor longus* Endsehne besitzt, während der plantare Sehnenabschnitt mit des *Musc. tibialis anticus* mts₁-Sehne verwächst. Des am *Procyon*-Fuss vorhandenen, überzähligen Knochens Lage gegenüber der t₁-Medialseite, seine Ligamentverbindungen mit den übrigen Elementen der medialen Fussseite, beweisen unwiderleglich, dass der Knochen

selbst genau entspricht einem Abschnitt des bei den Affen am t_1 entlangziehenden Sehnenastes des *Musc. tibialis posticus*, denkt man sich am *Procyon*-Fuss dieses Knöchelchen in Ligamentfibrillen aufgelöst, so bildet es mit den an ihm befestigten kurzen Bändern einen vollständigen *Musc. tibialis posticus*-Endsehnenast, welcher an mts_1 geht und eine Scheide trägt für die *Musc. hallucis extensor longus*-Endsehne. Der Knochen liegt in des Sehnenastes proximalem Abschnitt nahe dem *nav*.

Es wurde bereits auseinandergesetzt, dass an des Knochens (*u*) plantar-proximaler Ecke der *Musc. tibialis posticus* mit einem Sehnenast inserirt, daneben setzt sich an des Knochens *Planta* ausserdem noch an ein eigentümliches fächerförmiges Band (Fächf. Bd.), dessen lange Fasern an des *cal.*-Körpers Medialseite verlaufen, während seine kurzen Fibrillen an des *Musc. digitorum flexor sublimis* Muskelbauch inseriren. Unter dieses Ligamentes lateralem Rand zieht der *Nervus plantaris internus* (*Nerv. pl.*) entlang; gleichfalls unter dem Ligament und neben dem Nerv liegt des *Musc. digitorum flexor medius* Endsehne (*Fl. med.*), die hier mit des *Musc. digitorum flexor profundus* (*Fl. prof.*) Endsehne sowie mit der des *Musc. quadratus pedis* (*Qu. plant.*) in derselben Weise verwächst wie bei den Affen. Das Ligament verwächst drittens untrennbar mit des *Musc. hallucis flexor medialis* Muskelbauch. Derselbe liegt unter dem Ligament und entspringt wie bei den Affen von des *Musc. digitorum profundus* Sehnnenscheide, von des *nav. Tuberositas plantaris*, vom *lig. tib.-nav. mediale* und ferner von des t_1 plantar-medialer Ecke mit Fibrillen, die in medio-lateraler Richtung verlaufen. Der Muskel inserirt unter der *Articulatio mts₁-d_{1,1}* am medialen Sesambein. Am *Procyon*-Fuss findet sich dann noch unter dem *Musc. hallucis flexor medialis*, unmittelbar den benachbarten Tarsalknochen aufliegend ein doppelt gefiedertes Muskelchen, das von des *nav. Tuberositas plantaris* und von des t_3 *Planta* entspringt, an der t_1 -*Planta* entlangzieht und mit der mts_1 -*Plantar-medial*-Ecke verwächst. Es fehlt wenigstens in dieser Form, den Affenfüssen. Unmittelbar neben ihm zieht der *Musc. interosseus* des d_2 schnig über der mts_1 -Basis *Plantar-lateral*-Ecke in einer tiefen Rinne dahin; dieser Muskel hat bei *Cynocephalus anubis* mit dem *Musc. hallucis flexor lateralis* dieselbe Ursprungssehne; der letztere Muskel fehlt dem *Procyon*-Fuss.

Vergleicht man des *Procyon*-Fusses Medialseite mit der des Affenfusses, so fällt sofort auf, dass dem *Procyon*-Fuss nicht nur der *Musc. hallucis flexor lateralis* vollständig fehlt, sondern auch der *Musc. hallucis abductor*; andererseits besitzt der Affenfuss kein „fächerförmiges Band“. Am Affenfuss entspringt der *Musc. hallucis abductor* von des *cal.*-Körpers Medialseite, von des *Musc. digitorum flexor sublimis* Muskelbauch, von des *Musc. digitorum flexor profundus* Sehnnenscheide, vom *lig. tib.-nav. mediale*, von des *nav. Tuberositas medialis*; unter seinem Lateralrand zieht der *Nervus plantaris internus* entlang, gleichfalls unter ihm und neben dem

Nerv verläuft des *Musc. digitorum flexor medialis* Endsehne, die unter dem *Abductor* verwächst mit des *Musc. digitorum flexor profundus* Endsehne wie mit derjenigen des *Musc. quadratus pedis* wie bei *Procyon*. Des Affenfusses *Musc. hallucis abductor* verwächst endlich drittens untrennbar mit des *Musc. hallucis flexor medialis* Muskelbauch und zwar bereits gegenüber der t_1 -Planta. Da am *Procyon*-Fuss das fächerförmige Band genau dieselbe Lage besitzt wie am Affenfuss der *Musc. hallucis abductor*, so ist kein Zweifel darüber möglich, dass der *Musc. hallucis abductor* am *Procyon cancrivorus* Fuss sehnig geworden ist und in dieser Form des Fusses „fächerförmiges Band“ bildet.

In meiner vorläufigen Mitteilung habe ich angegeben, dass auch am Affenfuss ein „fächerförmiges Band“ vorhanden sei. Diese Angabe ist nicht richtig, aber auch nicht durchaus falsch. Ein fächerförmiges Band in der Stärke und Bedeutung des am *Procyon*-Fuss vorhandenen giebt es allerdings am Affenfuss nicht, entfernt man aber am Affenfuss die *Musc. hallucis abductor*-Fibrillen so vollständig, dass nur deren dorsale bindegewebige Hülle übrigbleibt, so sieht man deren Bindegewebsfasern in Form des fächerförmigen Bandes angeordnet, sodass man, allerdings mit starker Uebertreibung, auch von einem fächerförmigen Band des Affenfusses reden kann, richtiger wäre der Ausspruch: in der Hülle ist dieses Band gewissermassen vorgezeichnet. Ferner ist zu bemerken, dass am *Procyon cancrivorus*-Fuss der *Musc. hallucis abductor* nicht in toto bindegewebig geworden ist. Es ist bei den Affen bewiesen worden, dass deren *Musc. hallucis abductor* gegenüber der t_1 -Planta in eine Endsehne ausläuft, mit derselben an der ganzen mts_1 -Planta entlang zieht und unter der *Articulatio mts_1-d_1* am medialen Sesambein inserirt. An dieser Sehne inseriren in ihrem ganzen Verlauf des *Musc. hallucis flexor medialis* Muskelfasern und zwar in der Art, dass beide Muskeln nur eine Endsehne zu haben scheinen. Diese Sehne fehlt dem *Procyon*-Fuss nicht und es ist ausserdem schwer zu unterscheiden, ob alle Muskelfasern, welche am *Procyon*-Fuss mit dem fächerförmigen Band verwachsen sind und zur *Articulatio mts_1-d_1* verlaufen ausschliesslich dem *Musc. hallucis flexor medialis* angehören oder ob sie nicht zum Teil noch Fasern eines *Musc. hallucis abductor* sind. Aus diesen Gründen kann man mit vollem Recht behaupten: am *Procyon*-Fuss ist vom *Musc. hallucis abductor* nur der Teil sehnig geworden, welcher nicht mit dem *Musc. hallucis flexor medialis* verwachsen ist, der andere distale Muskelabschnitt habe dagegen seine ursprüngliche Form beibehalten. Die Constatirung dieser Thatsache ist wichtig für die nachfolgenden Untersuchungen.

Es ist hier noch nicht der Ort die Frage zu entscheiden, ob das am *Procyon*-Fuss dem t_1 angelagerte Knöchelchen secundär entstanden ist, etwa dadurch, dass in der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne gegenüber dem t_1 ein Abschnitt verknöcherte, was wohl möglich ist, da das Knöchelchen eine Einlagerung in diese Sehne

darstellt, oder ob es einen primären Knochen darstellt, der gleichzeitig mit den eigentlichen Tarsus-Constituenten entstanden ist, wie dies Herr Prof. Bardeleben behauptet, der auch dieses Knöchelchen für einen Rest des Prähallux hält. Dagegen kann schon hier constatirt werden, dass am Fuss eines mir vorliegenden jungen *Procyon cancrivorus*, der in der Sammlung als pullus bezeichnet wird, und dessen Tarsalknochen wohl entwickelt sind, der am t_1 entlang ziehende *Musc. tibialis posticus*-Endsehnenast keine Knocheneinlagerung besitzt, sondern vollständig intact an das mts_1 zieht; betrachtet man aber den Sehnenast von seiner dem t_1 angelagerten Lateralseite, so zeigt sich in ihm eine eigentümlich abgegrenzte Stelle; dieser so markirte Sehnenabschnitt bezeichnet die Stelle, welche später ossifizirt. Mit Constatirung dieser Thatsache ist eigentlich bereits ausreichend bewiesen, dass das Knöchelchen secundär in jenem Sehnenast entsteht. An dem Fuss eines *Nasua socialis*-Embryos, an welchem alle primären Knochen vollständig angelegt sind, ist der überzählige Knochen noch nicht vorhanden, er wird also ontogenetisch erst relativ spät angelegt.

Paradoxurus typus und *musanga* vereinigen an ihres Fusses Medialeseite *Procyon*- und gewisse Neuweltaffencharaktere. Ihr nav. zeigt eine *Tuberositas medialis* von grosser Entwicklung, dieselbe überragt in medialer Richtung weit der t_1 -Facette medialen Rand, doch ist bei den *Paradoxurus*-Arten von des *Musc. tibialis posticus* End-Sehne nicht der ganze am nav. entlang ziehende Abschnitt verknöchert, sondern nur der Dorsalast, welcher am nav. direct inserirt und ans t_1 weiter zieht. Der Sehne Plantarast läuft zwischen des nav. *Tuberositas medialis* und -*plantaris* in einer Grube entlang, welche von Gelenkknorpel überzogen ist und inserirt dann an der t_2 - und t_3 -Planta. Das lig. tib.-nav. mediale ist mit der Sehne sehr innig verwachsen und in seinen Endabschnitten von ihr nicht zu trennen.

Bei den untersuchten *Paradoxurus*-Arten ist des nav. ast.-Facette nierenförmig, wie am *Procyon*-Fuss, doch hat sie bei *Paradoxurus* ausserdem noch an ihrer Dorsal-medial-Ecke einen grösseren Gelenkflächenanhang, dem des Knochens *Tuberositas medialis* als Grundlage dient; dieser Facettenanhang ist von des nav. eigentlicher ast.-Facette durch eine Grenzlinie getrennt, bildet ausserdem mit derselben einen convexen, proximalwärts schauenden Winkel und gelenkt mit dem ast.-Abschnitt, welcher bei anderen Tieren dem lig. cal.-nav. mediale als Reibfläche dient. Dieses Gelenkflächenanhangs Lage, Gestalt und Anordnung beweisen unwiderleglich, dass derselbe homolog ist dem Gelenkflächenanhang, welcher bei den Neuwelt- und Menschenaffen an des nav. ast.-Facette auftritt, und dass derselbe auch bei den *Paradoxurus*-Arten auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale entstanden ist. — Da bei den *Paradoxurus*-Arten von der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne der am nav. entlang ziehende und inserirende Dorsalabschnitt zu des nav. *Tuberositas medialis* um-

gewandelt ist, verlaufen auch bei diesem Individuum des verknöcherten Sehnenabschnitts Endzweige als Bänder von des nav. Tuberositas medialis; so eins an des t_1 Planta, ein anderes an des t_1 Medialseite, auch entspringt von ihr der Sehnenabschnitt, welcher ans mts_1 zieht, erscheint aber in modifizirter Form.

Der Paradoxurus-Fuss unterscheidet sich demnach durch das nav. mit Tuberositas medialis und Anhang an seiner ast.-Facette vom Procyon-Fuss, dem diese beiden nav.-Charactere vollständig fehlen, dagegen haben andererseits beide Fussformen das gemeinsam, dass ihrer t_1 -Medialseite ein Sesambein angelagert ist, das sich auch bei den Paradoxurus-Arten deutlich als Einlagerung in des Musc. tibialis posticus mts_1 -Sehne darstellt (Fig. 20u). Es steht nämlich durch ein Ligament (1) mit des nav. Tuberositas medialis und durch zwei Bänder (2) mit der mts_1 -Basis in Verbindung, von letzteren zieht das tieferliegende unter des Musc. tibialis anticus mts_1 -Sehne (T.ant.) dahin, die auf ihm reibt; das obere, weit schwächere verwächst dagegen direct mit dieser Sehne und dann mit der mts_1 -Basis. (Die t_1 -Sehne fehlt auch hier dem Muskel). Von des Knochens Dorsalrand entspringt (5) die Scheide für des Musc. hallucis extensor longus Endsehne (Ex.hal.) wie bei Procyon. Das am Paradoxurus-Fuss dem t_1 angelagerte Knöchelchen hat aber auch spezifische Charactere: es erscheint nicht mehr ausschliesslich, wie bei Procyon (Fig. 3 u.) als Einlagerung in der Musc. tibialis posticus - Endsehne mts_1 -Ast, sondern vertritt ausserdem noch den bei Procyon (Fig. 4) an diesem inserirenden Abschnitt des fächerförmigen Bandes: (Fäch. Bd.). Es besitzt nämlich einen knöchernen Kopf, der ausschliesslich in der Musc. tibialis posticus-Endsehne mts_1 -Zweig liegt, und einen langen knorpeligen Plantarabschnitt, unter welchem entlangziehen sowohl der Nervus plantaris internus als auch des Musc. digitorum flexor medius Endsehne, in genau derselben Weise wie am Procyon - Fuss unter dem fächerförmigen Band; kurz hinter dem Knochen vereinigt sich des Musc. digitorum flexor medius Endsehne mit der des Musc. digitorum flexor profundus und der des Musc. quadratus plantae. Ausserdem ist des Knochens knorpeliger Plantarabschnitt durch Ligamentfibrillen (3,4) an des cal.-Körpers Medialseite und an den Musc. digitorum flexor sublimis befestigt, und verwächst an seiner Unterseite mit des Fusses Musc. hallucis flexor medialis.

Aus obigen Untersuchungen geht mit Evidenz hervor, dass die Verknöcherung (u), welche am Procyon-Fuss (Fig. 4) allein in des Musc. tibialis posticus Endsehne dem t_1 gegenüber vorhanden ist, bei den Paradoxurus-Arten ausserdem noch in den benachbarten Abschnitt des fächerförmigen Bandes reicht und zwar zunächst in Form einer Knorpelplatte, die einen grösseren Abschnitt dieses Bandes vertritt. Da des Procyon-Fusses fächerförmiges Band homolog ist der Affen Musc. hallucis abductor, so kann man auch sagen, dass am Paradoxurus-Fuss nicht nur von des Musc. tibialis posticus End-

sehne ein dem t_1 angelagerter Abschnitt durch einen Knochenkern vertreten ist, sondern dass hier auch des *Musc. hallucis abductor* angrenzender Teil durch eine Knorpelplatte ersetzt erscheint.

Der *Musc. hallucis flexor medialis* des *Paradoxurus*-Fusses entspricht aufs genaueste demjenigen des *Procyon*-Fusses: er hat denselben Urprung, verwächst aber gegenüber dem t_1 anstatt mit dem fächerförmigen Band mit des überzähligen Knochens Knorpelplatte und geht in normaler Weise an der mts_1 -Planta entlang bis zur Articulatio mts_1-d_1 , wo seine Endsehne inserirt am medialen Sesambein. Endlich entspringt auch am *Paradoxurus*-Fuss von des nav. *Tuberositas medialis* und von des t_3 Planta ein Muskelchen, welches inserirt an der mts_1 -Basis Plantar-medial-Ecke. —

Bei einer sehr alten *Lutra platensis* treten an des Fusses Medialseite Charactere auf, die denen des *Paradoxurus*-Fusses aufs genaueste entsprechen, aber noch etwas extremer entwickelt sind. Bei allen *Lutra*-Arten hat des nav. ast.-Facette ihren Hauptdurchmesser in latero-medialer Richtung, der Facette planto-dorsale Achse ist von geringer Länge. Es ist dies eine Folge der Thatsache, dass bei allen *Lutra*-Arten, sobald sie erwachsen sind, ebenso wie bei den untersuchten *Paradoxurus*-Arten des lig. cal.-nav. mediale distaler Abschnitt verknöchert und mit dem eigentlichen nav. untrennbar verwachsen ist. Des auf diese Weise vergrößerten nav. ast.-Facette wird in planto-dorsaler Richtung von einer schwachen Furche durchzogen, ähnlich wie beim Orang des nav. ast.-Facette, diese Furche bezeichnet die ursprüngliche Anheftungsstelle des Ligaments an das nav.; ausserdem zeigt der Gelenkfläche Dorsalrand an seiner Berührungsstelle mit jener Furche eine tiefe Einkerbung. In dieser Einkerbung befinden sich die letzten Reste des an dieser Stelle noch nicht vollständig verknöcherten Ligamentabschnitts. Das nav. auf diese Weise vergrößert, gelenkt nicht nur mit des ast. ursprünglicher nav.-Facette, sondern auch mit des Knochens *Tuberositas*, welche bei Tieren mit vollständigem lig. cal.-nav. mediale die Reibfläche für das Ligament bildet. Auffällig ist, dass am erwachsenen *Lutra*-Fuss eine verhältnismässig geringe *Tuberositas medialis* entwickelt ist, und fast garnicht aus des Knochens Medialseite medialwärts heraustritt, die Folge davon ist, dass des *Musc. tibialis posticus* Endsehne fast ganz unverknöchert an des nav. Medialseite entlang zieht, sie erfährt selbst in denjenigen Fibrillen, die an das t_1 und über dessen Medialseite hinwegziehen, keine Unterbrechung, ebenso zieht die Muskelsehne mit starken Fibrillen an des t_2 und t_3 Planta.

Bei einer jungen *Lutra patagonica* zeigt das nav. noch durchaus nicht die Form, welche es bei den bisher untersuchten erwachsenen *Lutra*-Arten besitzt, sondern es besteht aus einem lateralen, rein knorpeligen Teil, dem eigentlichen nav. und einem medialen bindegewebigknorpeligen Teil mit deutlich fibrillenartiger Anordnung seiner Substanz. Beide Teile sind verbunden und zugleich getrennt durch eine rein bindegewebige Zwischenschicht, sie lassen sich in Folge

dessen an einander verschieben. Während des nav. rein knorpliger Teil mit des ast. eigentlicher nav.-Facette artikuliert, gelenkt des nav. bindegewebigknorpliger Teil am ast. auf dem Knochenwulst, welcher bei jungen Menschenaffen und beim erwachsenen *Procyon* als des lig. cal.-nav. mediale Reibfläche bezeichnet worden ist. Diese Reibfläche ist am ast. der jungen Fischotter noch durchaus selbständig angelegt und stösst mit des Knochens nav.-Facette unter Bildung einer scharfen Kante in einem Winkel zusammen, während beim erwachsenen Tier zwischen beiden Facetten die Grenzlinie spurlos verschwunden ist und des nav. beide Abschnitte zu einer untrennbaren Einheit verwachsen sind. Der jungen Fischotter *Musc. tibialis posticus*-Endsehne zieht an den Fuss, reibend an des nav.-bindegewebig - knorpligen Teils proximalem Rand, während bei den erwachsenen Fischottern dieser nav.-Teil verknöchert ist und eine entsprechende Reibfläche für die Sehne besitzt. Der jungen *Lutra* nav. besitzt also die höchst wichtige Eigenschaft, dass es aus zwei Abschnitten besteht, die verschiedene Structur besitzen, von welchen der bindegewebig-knorplige Teil an des ast. Reibfläche für das lig. cal.-nav. mediale artikuliert, also dieses Bandes Distalabschnitt ersetzt. Mit andern Worten: Bei *Lutra* vergrössert sich des nav. ast.-Facette an ihrer Dorsal-medial-Ecke auf Kosten des benachbarten Distalabschnitts des lig. cal.-nav. mediale, die Vergrösserung findet ontogenetisch genau in derselben Weise statt, wie am nav. der Anthropomorphen und gewisser Neuweltaffen. — An den Anthropomorphen-Füssen und an denen der extremen Neuweltaffen war es zweifellos des *Musc. tibialis posticus* Endsehne, welche durch ihre verstärkte Einwirkung auf den lig. cal.-nav. mediale-Distalabschnitt denselben zur Verknöcherung bringt, dieselbe Ursache ist es zweifellos auch am *Lutra*- und *Paradoxurus*-Fuss gewesen, welche zur Verknöcherung dieses Bandabschnitts führte, denn auch hier ist das Verhalten der Sehne zum Band genau dasselbe. —

Die sehr alte *Lutra platensis* besitzt an ihres Fusses Medialseite ausserdem noch den überzähligen Knochen am t_1 (Fig. 23u) und zwar in derselben Grösse, Lage und Form wie der *Paradoxurus*-Fuss, aber derselbe besteht nicht mehr aus einem knöchernen Kopf, welcher ausschliesslich in des *Musc. tibialis posticus* Endsehne liegt, und einem spitzen, knorpligen Plantarabschnitt, der einen Teil des *Musc. hallucis abductor* vertritt, sondern er ist gänzlich verknöchert bis zum *Musc. digitorum flexor sublimis*. Es geht also die alte *Lutra platensis* in diesem Character über die *Paradoxurus*-Arten hinaus. Der Knochen besitzt eine wirkliche Gelenkfläche an des t_1 Medialseite und ist durch Bänder verbunden mit des nav. Medialseite (1) und mit der mts_1 -Basis (2), während an seiner Dorsalseite die Scheide für den *Musc. hallucis extensor longus* inseriert. Unter seinem Plantarabschnitt verlaufen der *Nervus plantaris internus* sowie des *Musc. digitorum flexor sublimis* Endsehne, an seinem Proximalrand inseriert des *Musc. tibialis posticus* Endsehne in grosser Ausdehnung.

Bei einer anderen *Lutra platensis*, die erwachsen ist, aber kein hohes Alter besitzt, hat das dem t_1 gegenüberliegende Sesambein noch durchaus nicht die Form des bisher untersuchten (Fig. 22). Es besteht hier einzig und allein aus einem Knochenkern, welcher in die *Musc. tibialis posticus*-Endsehne dem t_1 gegenüber eingebettet ist und nicht aus demselben herausreicht. Es hat das Knöchelchen hier also die Form, die es am *Procyon*-Fuss besitzt, steht mithin auf einer relativ tiefen Stufe der Entwicklung; an ihm inserirt das fächerförmige Band in Maximalgrösse.

Bei einer jungen, unerwachsenen *Lutra patagonica* (Fig. 21) zieht der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne mts_1 -Ast (1+2) noch völlig intact an des t_1 Medialseite entlang, indes findet sich in demselben ein winziger Knorpelkern, das erste Entwicklungsstadium des überzähligen kleinen Knochens. Am Fuss eines Fötus von *Lutra vulgaris* fehlt auch dieser Knorpelkern gegenüber der t_1 -Medialseite.

Die Entwicklung des bei den *Lutra*-Arten dem t_1 angelagerten überzähligen Knöchelchen ist also folgende: dasselbe entsteht in der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne mts_1 -Ast, der ursprünglich rein sehnig ist, als Knorpelkern, dieser Kern verknöchert später und es tritt zu dem Knochenkern eine Knorpelplatte, die vom fächerförmigen Band einen Abschnitt vertritt, später verknöchert auch dieser Abschnitt. Die ontogenetische Entwicklung des überzähligen Knochens ist eine fast ausschliesslich postembryonale. —

Bei *Mephitis suffrocans* adult wiederholen sich an des Fusses Medialseite die Charactere des *Paradoxurus*- und *Lutra*-Fusses. *Mephitis suffrocans* besitzt an seines nav. ast-Facette einen auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale entstandenen proximalwärts vorspringenden Facettenanhang, ferner an des nav. Medialseite eine grosse Tuberositas medialis, wie gewöhnlich die Verknöcherung der an des nav. Medialseite inserirenden Fibrillen der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne, drittens liegt seinem t_1 gegenüber ein grosses überzähliges Knöchelchen, das aus einem knöchernen Kopf und einem grossen knorpiligen Plantarteil besteht. Der letztere übertrifft die homologen Knochenteile der *Paradoxurus*- und *Lutra*-Füsse an Ausdehnung, bei *Lutra* war des Knochens Plantarteil einfach kegelförmig, bei den *Paradoxurus*-Arten zeigt er an seiner Spitze ausserdem noch eine Ausbuchtung in distaler Richtung, bei *Mephitis suffrocans* neben dieser noch eine Ausbuchtung in proximaler Richtung. Da bei den *Lutra*-Arten an des Knochens Spitze sowohl an der Distal- als an der Proximalseite das fächerförmige Band inserirt, ist es zweifellos, dass bei den *Paradoxurus*-Arten und besonders bei *Mephitis suffrocans* ein grosser Teil dieses Ligaments durch den Knochen vertreten wird.

Beim erwachsenen *Arctictis binturong* zeigt des nav. ast-Facette an ihrer Dorsal-medial-Ecke einen grossen Anhang, der auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale entstanden ist, indem, wie bisher, dessen Distalabschnitt bis zur Reibfläche der *Musc. tibialis posticus*-End-

sehne verknöcherte, sodass dieser Muskel nunmehr an dem vergrößerten nav. reibt, aber dieser Gelenkflächenanhang lässt trotz seiner Grösse deutlich erkennen, dass er ein fremder Bestandteil an des nav. ast.-Facette ist; ihm selbst dient als Knochenkern des nav. enorm vergrößerte Tuberositas medialis, welche fast die Hälfte des Knochens ausmacht und wie gewöhnlich einem Abschnitt der Musc. tibialis posticus-Endsehne entspricht. Während bei allen bisher untersuchten Tieren diese Tuberositas die nav- t_1 -Facette mehr oder weniger stark medialwärts überragt, mit dem t_1 selbst aber in keiner direct nachweisbaren Verbindung steht, zeigt des *Arctictis binturong* t_1 an seiner Proximalseite 2 Gelenkflächen, die in einem spitzen, proximalwärts geöffneten Winkel zusammenstossen und durch eine Grenzlinie scharf von einander getrennt sind. Beide Gelenkflächen als Einheit betrachtet, imitiren die Form eines Herzens mit plantarwärts gerichteter Spitze. Von diesen beiden Gelenkflächen ist die laterale des t_1 eigentliche nav.-Facette, die andere dagegen eine Neubildung; sie artikulirt an des nav. Tuberositas medialis auf einer Gelenkfläche (Fig. 19tt), die gleichfalls neu entstanden ist. Des *Arctictis binturong* nav. hat an seiner Distalseite also 4 Gelenkflächen: je eine für das t_3 und t_2 und 2 für das t_1 ($t_1 + tt$). Die letzteren beiden stossen ähnlich wie am t_1 unter Bildung eines Winkels in einer scharfen Grenzlinie aneinander, der Winkel ist ein convexer.

Die an des t_1 Proximalseite befindliche Facette für des nav. Tuberositas medialis ruht auf einem Wulst, der sich aus dem t_1 als Tuberositas medialis stark verwölbt. An dieser Tuberositas inserirt ein Band, welches von des nav. Tuberositas medialis entspringt und an des t_1 Medialseite inserirt. Da des nav. Tuberositas medialis entstanden ist auf Kosten der Musc. tibialis posticus-Endsehne, deren am nav. inserirende Fibrillen vom nav. aus verknöchert sind, so ist das von ihr ausgehende Band der Abschnitt der Musc. tibialis posticus-Endsehne, welcher an des t_1 Medialseite inserirt. Bei *Arctictis binturong* vertritt ausserdem des t_1 Tuberositas medialis den Abschnitt dieses Sehnenastes, welcher unmittelbar am t_1 inserirt und ist zweifellos eine Verknöcherung desselben. Unwiderlegliche Beweise dafür liefern freilich erst die später zu untersuchenden Tiere. Die Verknorpelung und spätere Verknöcherung dieses Sehnenastes beginnt also zuerst vom nav. und dann vom t_1 ; an der Stelle, wo die beiden Knorpelkerne aneinander stossen, entwickelt sich zwischen ihnen ein Gelenk, gebildet wie immer durch zwei correspondirende Gelenkflächen. Bei *Arctictis binturong* ist ausserdem noch der t_1 -Medialseite ein überzähliges Knöchelchen angelagert. Seine Lage und Verbindung mit den benachbarten Knochen ist genau dieselbe wie bei den bisher untersuchten Raubtieren. Es fehlt ihm weder die starke Ligamentverbindung mit des nav. Tuberositas medialis, noch die mit der mts_1 -Basis; auf der letzteren reibt des Musc. tibialis anticus mts_1 -Sehne (des Muskels t_1 -Sehne fehlt *Arctictis*); noch mangelt dem Knochen das von seinem Dorsalrand entspringende Bändchen mit der Scheide für den Musc. hallucis extensor longus.

Der Knochen selbst ist dreieckig und reicht mit seiner sehr stark verbreiterten Spitze so weit in die Fusssohle hinein, dass unter ihm nicht nur des *Musc. digitorum flexor medius* Endsehne, sondern auch der *Nervus plantaris internus* hinzieht. Indes ist das Knöchelchen nicht in seiner ganzen Ausdehnung ossifiziert, sondern besteht aus einem knöchernen Kopf, der in der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne liegt und aus einem knorpeligen Plantarabschnitt, mit dessen Unterseite und distalem Rand der *Musc. hallucis flexor medialis* verwächst. Der Rest des von der Knorpelplatte vertretenen fächerförmigen Bandes zieht an des *cal.*-Körpers Medialseite und an den *Musc. digitorum flexor sublimis* in normaler Weise.

In allen anderen hier in Betracht kommenden Characteren, weicht des *Arctictis binturong*-Fusses Medialseite von derjenigen der bisher untersuchten Raubtiere nicht wesentlich ab, vorhanden ist auch hier ein *Musc. hallucis flexor lateralis* der von der t_1 Planta kommt, und ein kleiner Muskel, welcher von des *nav. Tuberositas medialis* und von des t_3 Plantarseite entspringt und an der *mts*₁-Basis Plantar-medial-Ecke inserirt.

Raubtiere ohne überzähligen Knochen am t_1 und Pinnipedia.

Die dem Verfasser zur Untersuchung vorliegenden, äusserst zahlreichen Hundefüsse, die sowohl zahlreichen Caniden-, „Arten“ als auch zahlreichen Vertretern der Haushundrassen angehören, zeigen fast ohne Ausnahme an ihrer Medialseite genau übereinstimmende Charactere: An ihrem *ast.*-Kopf ist die *nav.*-Facette scharf abgetrennt von des Knochens Reibfläche für das *lig. cal.-nav. mediale*; beide Knochenpartien von reifem Gelenkknorpel überzogen, sind durchaus selbständig und stossen in einer Gräte unter Bildung eines fast rechten Winkels zusammen. Das zugehörige *lig. cal.-nav. mediale* ist im Maximum entwickelt und inserirt in normaler Weise an des *nav. medial-proximalem* Rand; das *nav.* selbst zeigt nicht die Spur einer *Tuberositas medialis* (Fig. 30), dagegen eine auffällig grosse *Tuberositas plantaris* (*tp*), ausserdem fehlt ihm an seiner Dorsal-lateral-Ecke jede Ausbuchtung in proximaler Richtung. Der *Musc. tibialis posticus* ist bei den Caniden nur in seiner Endsehne vorhanden, welche hier von der *Tibia Malleolus internus* entspringt, dieselbe zieht über des *lig. cal.-nav. mediale* Medialseite hinweg, auf derselben eine sehr deutliche Reibfläche erzeugend, verwächst dann mit dem Bande ferner mit des *nav.* Medialseite und *Tuberositas plantaris* und inserirt über des *nav.* Medialseite hinwegziehend mit äusserst zahlreichen Fibrillen an des t_1 Medial- und Plantarseite sowie an der t_2 - und t_3 -Planta. Das t_1 besitzt nicht die Spur einer *Tuberositas medialis* und für das *nav.* nur eine Gelenkfläche, die normale, welche liegt neben des *nav. t₂-Facette*. Mit anderen Worten am „normalen“ Canidenfuss ist sowohl das *lig. cal.-nav. mediale* als auch des *Musc. tibialis posticus* Endsehne völlig

intact vorhanden, kein Abschnitt derselben fehlt, in folge dessen fehlen gänzlich an dem zugehörigen nav. und t_1 secundäre Knochenanhänge die als Prähalluxrudimente gedeutet werden können; aber nur an den normalen Hundefüssen ist dies der Fall, andere weichen davon nicht unwesentlich ab, trotzdem sind die letzteren durchaus nicht „pathologische“ Gliedmassen, sondern nur solche mit individuellen Variationen: An einem solchen mir vorliegenden Hundefuss (Fig. 31) sind alle Charactere der Medialseite durchaus normal mit der Ausnahme, dass aus des nav. Medialseite ein Knochenhöcker (ϱ) hervorragt. Dieser Höcker ist in der Musc. tibialis posticus-Endsehne nav.-Abschnitt hineingewachsen in der Art, dass eine Anzahl der Sehnenfibrillen nicht mehr ununterbrochen bis zu des t_1 Medialseite ziehn, sondern an dem Höckerchen inseriren, während ihre Endabschnitte als „Bandfasern“ von dem Höckerchen an des t_1 Medialseite verlaufen. Es ist kein Zweifel, dass dieses Höckerchen am nav. dessen Tuberositas medialis darstellt, dieselbe ist hier natürlicherweise erst im Entstehen begriffen. An einem zweiten erwachsenen Hunde-nav. (Fig. 32) ist dieses Höckerchen (ϱ) weit stärker entwickelt, aber noch immer erscheint es als Tuberculum, durchaus nicht als Tuberositas; ausserdem aber zeigt das zugehörige t_1 an seiner Medial-proximal-Ecke eine Tuberositas medialis, die mit dem Höckerchen in einer Gelenkfläche zusammenstösst (Fig. 33 tt). Diese Gelenkfläche ist viel kleiner als des t_1 Gelenkfläche für den nav.-Körper, sie erscheint gleichsam als Anhang an derselben, ist von ihr jedoch durch Winkelbildung auf das deutlichste getrennt. Das t_1 dieses Hundes hat also an seiner Proximalseite durchaus die Charactere des Arctictis- t_1 , das nav. aber besitzt eine viel geringer entwickelte Tuberositas medialis. — Bei einem sehr grossen erwachsenen Haushunde (Fig. 33) besitzt das nav. eine enorm entwickelte Tuberositas medialis (ϱ), die als breiter hoher Wulst an des nav. ganzer Medialseite entlangzieht. Der Wulst geht ausserdem in proximaler Richtung über des nav. Proximalseite weit hinaus und artikulirt mit einer besonderen Gelenkfläche seiner Lateralseite an des ast.-Kopfes Medialseite auf der Reibfläche des Lig. cal.-nav. mediale der anderen Hunde ist also auf Kosten des Distalabschnittes dieses Bandes entstanden. Diese Gelenkfläche könnte allerdings auch betrachtet werden (Fig. 29 β) als ein Fortsatz, welcher am nav. an der ast.-Facette Dorsal-medialer Ecke entstanden sei, denn beide Gelenkflächen stossen unmittelbar aneinander, aber es befindet sich zwischen ihnen eine Grenzlinie (γ), die von Gelenkknorpel nicht überzogen ist, und dadurch deutlich die Selbständigkeit der Facetten beweist. Der vorliegende Hundefuss besitzt aber ausserdem ein t_1 , an dessen Medial-proximal-Ecke eine grosse Tuberositas medialis entwickelt ist, dieselbe trägt eine vordere Gelenkfläche für des zugehörigen nav. Tuberositas medialis (Fig. 33 tt). Des t_1 Facette für den nav.-Körper (t_1) und seine Facette für des nav. Tuberositas medialis (tt) stossen nur an einer ganz kurzen Stelle aneinander, ohne auch hier mit einander völlig zu verschmelzen, sonst sind sie ohnehin völlig unabhängig von einander. Es ist noch

zu bemerken, dass an dieser nav.-Tuberositas medialis das lig. cal.-nav. mediale inserirt; gleichzeitig inserirt und endet an der Tuberositas Proximalrand des Musc. tibialis posticus Endsehne, dieselbe geht an diesem Fuss also nicht, wie an den normalen Hundefüssen, ohne Unterbrechung über des nav. Medialseite hinweg an des t_1 Medialseite und Planta, sondern ist in den fehlenden Partien durch des nav. und t_1 Tuberositas medialis vertreten; beide Wülste fehlen bekanntlich vollständig den normalen Canidenfüssen, es sind daher zweifellos an diesem Hundefuss, dessen Medialseite mit extremen Knochenaberrationen versehen ist, des nav. und t_1 Tuberositas medialis auf Kosten der Musc. tibialis posticus-Endsehne entstanden, indem der Sehne ihre, am nav. und t_1 inserirende Fibrillen von beiden Knochen aus ossifizirten und dadurch an jedem Knochen eine Tuberositas medialis erzeugten; als beide Tuberositäten später gegenüber der Articulatio nav.- t_1 zusammenstiessen, bildeten sie hier für einander Gelenkflächen aus; die Entwicklung lässt sich an den einzelnen Hundefüssen schrittweise verfolgen. Ausserdem lehrt die Vergleichung, dass an dem vorliegenden grossen Haushundfuss des lig. cal.-nav. mediale Distalabschnitt, welcher an normalen Hundefüssen Ligament-character besitzt, vertreten ist durch den Proximalanhang (β) an des zugehörigen nav. ast.-Facette, derselbe nimmt genau die Stelle jenes Bandabschnitts ein, inserirt am ast. an des Bandes Reibfläche und reicht ausserdem bis zu der Reibfläche, welche am normalen Hundefuss des Musc. tibialis posticus Endsehne ungefähr in der Mitte des lig. cal.-nav. mediale besitzt.

Vergleicht man die bisher untersuchten Raubtierfüsse mit dem letzt untersuchten Hundefuss, so leuchtet ohne weiteres ein, dass der letztere in Rücksicht auf die besprochenen Charactere genau auf derselben Entwicklungsstufe steht, welche von dem erwachsenen Arctictis binturong-Fuss eingenommen wird, auch dieser Fuss besitzt am nav. eine grosse Tuberositas medialis, welche mit des t_1 Tuberositas medialis in einem besonderen Gelenk artikulirt, und ferner an des nav. Dorsal-medial-Ecke einen Anhang bildet, der mit des ast. Medialseite artikulirt. Dabei ist aber folgendes zu berücksichtigen: Während die erwachsenen „normalen“ Hundefüsse an ihrer Medialseite auf einer Entwicklungsstufe stehen, die derjenigen des Procyon-Fusses sehr ähnlich ist, indem sie ein vollständiges lig. cal.-nav. mediale und eine ebenso vollständige Musc. tibialis posticus-Endsehne besitzen, erreichen nur einzelne „Hunde-Individuen“ in ihrer Ontogenese die Entwicklungsstufe, auf welcher alle erwachsenen Arctictis binturong-Individuen stehn, ausserdem finden sich noch Hundefüsse, die in individuellen Aberrationen alle Zwischenstufen zwischen den normalen und den am meisten aberrirenden Füssen repräsentiren.

In Betreff der Phylogenese der untersuchten Hundefüsse giebt es nur zwei Möglichkeiten: Entweder die als normal bezeichneten Füsse sind die phylogenetisch ältesten, und aus ihnen entstehen diejenigen, welche überzählige Knochenteile an ihrer Medialseite besitzen,

schrittweise bis zu den extremsten, oder aber diejenigen, welche die meisten überzähligen Knochenteile besitzen, sind die ursprünglichen und die mit „normalen“ Characteren versehenen stammen von ihnen ab. Im ersten Fall müsste des *Musc. tibialis posticus* Endsehne vom *nav.* und t_1 aus verknöchern, desgleichen des *lig. cal.-nav. mediale* Distalabschnitt von der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne aus, indem die Verknöcherung von dieser Sehne auf das Band übergang an der Stelle, wo beide mit einander verwachsen; im anderen Fall müssten sich des *nav.* und t_1 primär angelegte Tuberositas medialis verwandeln in des *lig. cal.-nav. mediale* Distalabschnitt und in die *Musc. tibialis posticus*-Endsehnenfibrillen, welche mit diesem Ligament verwachsen sind, am *nav.* entlang ziehn und mit ihm sowie dem t_1 verwachsen. Die Umwandlung von Knochen in Ligamentabschnitte und Muskelsehnenabschnitte oder gar in beides zugleich, ist aber bis jetzt noch niemals beobachtet worden, während die Verknöcherung von Ligamentabschnitten und Muskelsehnen sehr häufig eintritt; schon dies spricht mit Entschiedenheit für die Entstehung der Hundefüße mit überzähligen Knochenteilen aus den „normal“ genannten; ferner spricht dafür die Seltenheit der Hundefüße mit überzähligen Knochenteilen und endlich drittens mit absoluter Sicherheit die Thatsache, dass bei sämtlichen Hunden des *nav.* und t_1 Tuberositas medialis nicht embryonal angelegt werden, die mir vorliegenden Hundeembryonen und neugeborenen Hunde zeigen am *nav.* und t_1 nicht die Spur einer knorplig angelegten Tuberositas medialis, sondern sie besitzen die Charactere, welche den „normalen“ Hundefüßen eigen sind; damit ist aber bewiesen, dass der „normale“ Hundefuß der phylogenetisch ältere ist, die mit überzähligen Knochenteilen versehenen müssen demnach aus ihm entstehen.

Da bei den meisten der untersuchten Raubtierfüße an des *nav.* und t_1 Medialseite genau dieselben Charactere vorhanden sind, die an einzelnen secundär entstandenen Hundefüßen auftreten, so ist kein Zweifel, dass auch diese Füße jene Charactere secundär erworben haben, dies wird um so wahrscheinlicher, wenn man bedenkt, dass bei einer Anzahl derselben, jene Charactere erst postembryonal zu voller Entwicklung kommen und dass gleiche Charactere bei vielen Affen phylogenetisch und ontogenetisch auf gleiche Weise entstehn.

Bei der mir zur Untersuchung vorliegenden, erwachsenen *Viverra*, Species unbestimmt, ist einmal von der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne der Abschnitt, welcher an des *nav.* Medialseite inserirt und zum t_1 und mts_1 weiterzieht, verknöchert und zu des *nav.* Tuberositas medialis umgewandelt, dagegen sind der Sehne Fibrillen, welche an die t_2 - und t_3 -Planta gehn, intact erhalten und ziehn zwischen des *nav.* Tuberositas medialis und plantaris in einer Grube entlang, die von Gelenkknorpel überzogen ist, des *nav.* Tuberositas medialis ist hier also nur mässig entwickelt, trotzdem besitzt des *nav.* ast.-Facette eine sehr bedeutende Ausbuchtung an ihrer Dorsal-medial-Ecke, die wie sonst durch Verknöcherung in des am *nav.*

inserirenden lig. cal.-nav. mediale Distalabschnitt entstanden ist. — Von des nav. Tuberositas medialis zieht des Musc. tibialis posticus Endsehne in Form eines starken Bandes einmal an des t_1 proximalen Rand und ferner als vollständig intactes Band über des t_1 Medialseite hinweg an die mts_1 -Basis. Von diesem Band trägt eine Abzweigung die Scheide für den Musc. hallucis extensor longus, über dieses Band hinweg zieht des Musc. tibialis anticus mts_1 -Sehne, die hier allein vorhanden ist, an die mts_1 -Basis. Merkwürdigerweise ist am Viverra-Fuss, obgleich gegenüber dessen t_1 kein überzähliger Knochen vorkommt, der Musc. hallucis abductor durch das fächerförmige Band vertreten; ausserdem findet sich auch an diesem Fuss der kleine Muskel, welcher von des nav. Tuberositas plantaris und von des t_2 Planta entspringt und an der mts_1 -Basis Plantar-medial-Ecke inserirt, drittens ein Musc. hallucis flexor medialis in der bisher constatirten Form. —

Am Ursus arctos-Fuss hat des nav. ast.-Facette eine gut ausgebildete Nierenform, deren Hilus plantarwärts schaut und durch ein Bindegewebsblatt ausgefüllt ist, welches sich meniscusartig zwischen den ast.-Kopf und das nav. einklemmt. An dieses nav. Medialseite inserirt das lig. cal.-nav. mediale als völlig unverknöchertes, zum Maximum ausgebildetes Band, ähnlich wie am Procyon-Fuss. Im Band zeichnet sich der distale Abschnitt, der unmittelbar an des nav. Medialseite stösst, besonders aus, er hat nicht mehr die fibrilläre Structur eines Bandes, sondern ist eine homogene durchscheinende Knorpelmasse und zeigt an seiner Lateralseite, die dem ast. zugekehrt ist, einen tief eingedrückten halbkreisförmigen Bezirk mit glänzender Oberfläche. Dieser Bandbezirk ist es, welcher an des ast.-Kopfes Lateralseite auf einer convexen, vorspringenden Tuberositas reibt, die des ast. Reibfläche für das lig. cal.-nav. mediale darstellt; dieselbe ist von des ast.-Kopfes nav.-Facette sehr deutlich abgegrenzt und stösst mit derselben in einem spitzen Winkel unter Erzeugung einer scharfen Grenzlinie zusammen. Auf des lig. cal.-nav. mediale Medialseite zieht in einer Grube des Musc. tibialis posticus Endsehne dahin, und zwar genau gegenüber der Bandstelle, welche den vom ast. erzeugten Eindruck trägt, die Sehne verwächst dann mit dem Band und ferner mit des nav. Medialseite, der jede Spur einer Tuberositas medialis fehlt, von dort zieht die Sehne in der ursprünglichen Stärke weiter und umhüllt dann von allen Seiten ein überzähliges Knöchelchen, welches liegt gegenüber der Articulatio nav.- t_1 . Ein Teil der Sehnenfibrillen inserirt an des t_1 proximalem Rand, ein anderer Teil verläuft über des t_1 Medialseite und unterhalb der Musc. tibialis anticus- mts_1 -Sehne, die allein vorhanden ist, ans mts_1 , ein zweiter Teil geht über des t_1 Medialseite hinweg, kreuzt medialseits des Musc. tibialis anticus mts_1 -Sehne, auf derselben eine Art Reibfläche erzeugend und inserirt am mts_1 ; ein dritter Teil dieser Sehnenfibrillen bildet ein besonderes blind endendes Bändchen, welches an seinem Ende die Scheide für den Musc. hallucis extensor longus

trägt. Mit anderen Worten: am Bärenfuss ist des *Musc. tibialis posticus* Endsehne völlig intact vorhanden, mit der Ausnahme, dass gegenüber der *Articulatio nav.-t₁* ein Abschnitt derselben vertreten ist, durch ein in die Sehne eingelagertes Knöchelchen (Fig. 27 γ).

Das bei den Bären der *Articulatio nav.-t₁* (Fig. 27 γ) gegenüber liegende überzählige Knöchelchen darf nicht verwechselt werden mit dem überzähligen Knöchelchen, das bei *Procyon* und den meisten bisher untersuchten Raubtieren gegenüberliegt der *t₁*-Medialseite und in seiner einfachsten Form als Einlagerung in denjenigen *Musc. tibialis posticus*-Endsehnenast erscheint, welcher an das *mts₁* verläuft: dagegen spricht einmal die verschiedene Lage der Knöchelchen und ihr verschiedenes Verhalten zu des *Musc. tibialis posticus* Endsehne, ferner die Thatsache, dass es eine Anzahl Tiere giebt: *Hystrix javonica*, *Orycteropus capensis*, *Atherura* und andere, bei welchen beide überzähligen Knöchelchen an des Fusses Medialseite nebeneinander vorkommen und dadurch am besten beweisen, dass sie nicht homolog sind. Der überzählige Knochen gegenüber der *t₁*-Medialseite fehlt also dem Bären.

Während am Bärenfuss der *Musc. hallucis flexor medialis* in normaler Weise entwickelt ist, und entspringt von des *nav. Tuberositas plantaris*, von der *t₃*-Planta und von des überzähligen Knochens ganzem distalen Rand, ist des Bärenfusses *Musc. hallucis abductor* in seinen Ursprungsfasern, die in normaler Weise entspringen von des *cal.*-Körpers Medialseite und von des *Musc. digitorum flexor sublimis* Muskelbauch, völlig sehnig geworden; es findet sich deshalb am Bärenfuss ein fächerförmiges Band, das ausserdem noch inserirt an dem überzähligen Knochen in der *Articulatio nav.-t₁*; was weiter nicht wunderbar ist, da bei *Cynocephalus anubis* der völlig fleischige Muskel in entsprechender Weise an *lig. tib.-nav. mediale* und an des *nav.* und *t₁* Medialseite inserirt. Fleischig wird bei den Bären der *Musc. hallucis abductor* erst gegenüber des *t₁* Distalabschnitt, und verwächst dort ausserdem mit den Muskelfasern des unter ihm liegenden *Musc. hallucis flexor medialis*. Die Insertion beider Muskeln ist die normale in der *Articulatio mts₁-d_{1,1}* an dem medialen Sesambein.

Der Bärenfuss besitzt ausserdem noch einen normalen *Musc. hallucis flexor lateralis* und das Muskelchen, welches von des *nav.* und *t₃* Planta an der *mts₁*-Basis *plantar-mediale* Ecke zieht.

Bei einem todtgeborenen *Ursus arctos* war das der *Articulatio nav.-t₁* angelagerte Knöchelchen bereits in allen Characteren knorplig vorgebildet, bei einem Bärenfötus von 20 cm Kopf-Schwanzlänge, dessen Tarsalknochen vollständig entwickelt aber knorplig waren mit Ausnahme des *cal.*, der wie die *mts.* und die Phalangen Knochenkerne besass, fehlte das Knöchelchen noch gänzlich. Bei zwei etwas älteren Embryonen konnte ich es gleichfalls nicht finden. (Einige der Gliedmassen wurden frei präparirt, andere nach Köllickers Aetzkalimethode behandelt, eine in Schnittserien zerlegt, für

deren Anfertigung ich Herrn Dr. Weltner in Berlin zu bestem Dank verpflichtet bin.) Meine Angaben stehn in Widerspruch mit denen von Albertina Carlsson, welcher schreibt, dass bei dem von ihm untersuchten *Ursus arctos*-Fötus von 22 cm Länge das Knöchelchen in normaler Ausbildung vorhanden war und in der Weise mit der Musculatur in Verbindung stand, wie beim erwachsenen Tier. Da ich diese Angaben nicht anzweifeln darf, so muss ich bis auf weiteres annehmen, dass bei *Ursus* der Knochen embryonal bald früher, bald später angelegt wird, unmöglich ist dies ja gerade nicht.

Der erwachsene Felidenfuss steht dem der *Ursina* ungemein nahe, führt aber einige Charactere des letzteren weiter fort. Seines nav. ast.-Facette hat die Form einer Niere, deren Hilus plantarwärts schaut, den Hilus füllt ein Bindegewebsblatt, welches in Folge seiner Lage zwischen das nav. und den ast.-Kopf eingeklemmt erscheint. Dieselben Charactere finden sich am Ursinenfuss genau in derselben Weise, dagegen springt am Feliden-nav. der ast.-Facette dorsal-mediale Ecke in Form eines Facettenanhangs stark proximalwärts vor; dieser Facettenanhang artikulirt an der ast.-Medialseite auf der Reibfläche des lig. cal.-nav. mediale, ist also, wie alle bisher untersuchten homologen nav.-Anhänge auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale entstanden. Es wird dies um so deutlicher, wenn man berücksichtigt, dass er bei vielen Feliden einen scharfen Winkel mit des nav. eigentlicher ast.-Facette bildet, und dadurch deutlich zu erkennen giebt, dass er am nav. ein fremder Bestandteil ist. Dem Ursinen-nav. fehlt, wie nachgewiesen ist, an seiner Dorsal-medial-Ecke ein homologer Anhang; statt dessen reibt hier das lig. cal.-nav. mediale völlig intact erhalten mit seinem Distalabschnitt an des ast. Medialseite auf seiner Reibfläche, die von des ast. nav.-Facette scharf gesondert ist. Die Bandstelle, welche vom Druck des ast.-Kopfes unmittelbar getroffen wird, ist im Ligament selbst sehr deutlich markirt und stösst unmittelbar an des nav. dorsal-mediale Ecke; dieser Bandstelle entspricht nun am Feliden-nav. aufs allergenaueste der an der ast.-Facette vorhandene Facettenanhang; sie vertreten einander so völlig, dass in Betreff ihrer Phylogenese nur zwei Möglichkeiten sind, entweder ist der Bandabschnitt verknöchert und zum nav.-Anhang geworden, oder aber der nav.-Anhang ist bindegewebig geworden und zum Bandabschnitt umgewandelt; wie die Phylogenese in Wirklichkeit gewesen ist, zeigten jedoch bereits die Affen in ihrer Phylo- und Ontogenese.

Am Feliden-nav. auf der Medialseite fällt zuerst der bereits besprochene grosse Anhang auf, der auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale entstanden ist und von des Knochens proximal-medialem Rand stark proximalwärts vorspringt. Auf diesem Anhang zeigt sich auch des nav. Tuberositas medialis als Wulst von mässiger Stärke, sie zieht an des nav. Medialseite distalwärts entlang, nimmt aber dabei sehr stark an Ausbildung ab, bis sie in der Nähe der t₁-Facette des Knochens völlig erlischt, sie überragt daher auch nicht buckelartig den Medialrand dieser Gelenkfläche. Es ist bereits

wiederholt nachgewiesen worden, dass diese Tuberositas entstanden ist auf Kosten der *Musc. tibialis posticus*-Endsehnenfibrillen, welche am *lig. cal.-nav. mediale* und an des *nav. Medialseite* inseriren, doch sind zu ihrer Ausbildung nur wenig Sehnenfibrillen verwendet, denn die Sehne zieht zwischen des *nav. Tuberositas medialis* und *Tuberositas plantaris* in grosser Vollständigkeit in einer Grube dahin, sie hat sogar an dem *nav.-Anhang* unterhalb der *Tuberositas medialis* eine von Gelenkknorpel überzogene Reibfläche und inserirt bei den kleineren Katzenarten einmal mit vielen Fibrillen an des t_1 *Medialseite* und *Planta* und ferner an der t_2 - und t_3 -*Planta*, Fasern dieser Sehne ziehn ausserdem über des t_1 *Medialseite* hinweg und inseriren an der *mts₁-Basis Medialseite*.

Es wurde angegeben, dass bei den Katzen des *Musc. tibialis posticus*-Endsehne mit zahlreichen Fibrillen an des t_1 *Medialseite* verläuft, bei allen grösseren Katzen ist dieses zwar auch der Fall, aber bei manchen von ihnen gehen nicht alle dieser Sehnenfibrillen intact an das t_1 , ein Teil derselben wird bei einigen unterbrochen durch ein Knöchelchen das der *Articulatio nav-t₁* an der *Medialseite* gegenüber liegt, und rings eingeschlossen ist von der *Musc. tibialis posticus*-Sehne t_1 -Fibrillen, in folge dessen artikulirt dieses Knöchelchen auch nirgends mit den benachbarten Tarsalelementen. Es ist kein Zweifel, dass in ihm das Homologon des bei den Ursinen an derselben Stelle vorkommenden kleinen Knochens zu finden ist, derselbe fand sich an den Füßen erwachsener Löwen und eines schwarzen Panthers, dagegen fehlte er an einer Anzahl erwachsener Füsse von *Felis domestica* und des Jaguars.

Bei den von mir untersuchten Katzenembryonen auch solchen der Hauskatze, die der Geburt nahe waren, fand sich ein vom *nav.* in das *lig. cal.-nav. mediale* hineinragender Knorpelkern, als Grundlage für den später verknöchernden, auf Kosten des Bandes entstandenen *nav.-Anhang*, dagegen war bei allen untersuchten Katzenembryonen in der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne gegenüber der *Articulatio nav-t₁* ein Knorpelkern nicht zu finden, auch an den Füßen eines neugeborenen Jaguars und schwarzen Panthers konnte derselbe nicht nachgewiesen werden, er entsteht also bei allen Katzen zweifellos postembryonal.

Pinnipedia. Der *Phoca vitulina nav.* besitzt eine *Tuberositas medialis* von beträchtlicher Grösse, die an des *ast.-Kopfes Medialseite* gelenkt, also sowohl auf Kosten des *lig. cal.-nav. mediale*, als auch auf Kosten der am *nav.* inserirenden Fibrillen der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne entstanden ist, von der *Tuberositas* geht ein blindes Band an des *nav.-Körpers Dorsum*, wie es in ähnlicher Weise gefunden wird bei dem Hunde, welcher am *nav.* eine *Tuberositas medialis* besitzt. Von des *nav. Tuberositas medialis* geht ferner ein Band über des t_1 ganze *Medialseite* hinweg bis zum *mts₁*, es kreuzt des *Musc. tibialis anticus mts₁-Sehne*, sowie die des *Musc. hallucis extensor longus*. Des *Musc. tibialis posticus* Endsehne geht

in normaler Weise durch die Scheide an der Tibia, dann an des ast. Medialseite über einen Buckel hinweg, verwächst einmal mit des nav. Tuberositas medialis schickt ausserdem über dieselbe Fibrillen an das todte Band und andere an des t_1 Medial-Plantar-Ecke, sowie an des t_2 und t_3 Planta. Ueber die Muskelfibrillen, welche am t_1 inseriren, ziehn andere hinweg entlang der t_1 -Medialseite an die mts_1 -Basis, sie verwachsen innig mit dem Band, welches von des nav. Tuberositas medialis gleichfalls an die mts_1 -Basis zieht, noch andere verwachsen mit dem sehnig gewordenen Musc. hallucis abductor. In der Musc. tibialis posticus-Endsehne und zwar in den Fibrillen, welche an des t_1 Dorsal-medial-Ecke inseriren, und über dieselbe hinaus ans mts_1 ziehn, liegt bei *Phoca vitulina* im Knöchelchen eingebettet. Es hat Lage und Gestalt wie das homologe Knöchelchen am Felidenfuss, liegt gegenüber der Articulatio nav.- t_1 , gelenkt mit keinem der benachbarten Tarsalknochen und teilt eine Anzahl der Sehnenfibrillen in zwei Teile, sodass deren Endabschnitte als Bandfasern von dem Knöchelchen aus an des t_1 Medialseite ziehn.

An diesem *Phoca vitulina*-Fuss sind ferner vorhanden der bereits erwähnte Musc. hallucis abductor, der Musc. hallucis flexor medialis und lateralis; alle drei Muskeln haben typischen Verlauf, sind aber vollständig sehnig geworden, sodass sie als Bänder betrachtet werden können.

Ein von mir untersuchter *Halichoerus grypus*, ein erwachsenes Tier, stimmt im Bau seiner Füße, soweit er hier in Betracht kommt, auf das genaueste mit der untersuchten *Phoca vitulina* überein, nur fehlt ihm gänzlich das Knöchelchen in des Musc. tibialis posticus Endsehne gegenüber der Articulatio nav.- t_1 , die Sehne geht also völlig intact an das t_1 ; auch ragt an diesem Fuss des nav. Tuberositas medialis etwas weniger stark aus dem zugehörigen Knochenkörper medialwärts hervor. — Bei dem zweiten untersuchten *Halichoerus grypus*, dessen Epiphysen zu verwachsen beginnen mit den zugehörigen Diaphysen, findet sich dagegen an beiden Füßen gegenüber der Articulatio nav.- t_1 , eingebettet in die Musc. tibialis posticus-Endsehnenfibrillen ein Knorpelkern, der in Lage und Form aufs genaueste dem am *Phoca vitulina*-Fuss beschriebenen Knöchelchen entspricht, und besonders in der Structur seiner Ränder sehr deutlich erkennen lässt, dass er durch Verknorpelung eines Musc. tibialis posticus-Endsehnenabschnitts entstanden ist. Es ist nicht unmöglich, dass diese Knorpelkerne bei sehr alten Vertretern der *Halichoerus grypus*-Art als wirkliche Knöchelchen auftreten.

Während die zwei untersuchten *Halichoerus grypus* ausgezeichnete Beispiele dafür liefern, dass bei diesen Tieren das soeben beschriebene Knöchelchen ontogenetisch sehr spät angelegt wird, in der Musc. tibialis posticus-Endsehne entsteht, und vielleicht niemals über das Stadium der Präformirung durch Knorpel herauskommt, behauptet Albertina Carlsson, dass an dem von ihm untersuchten *Halichoerus*-

Fötus das Knöchelchen bereits wie beim erwachsenen Tier ausgebildet sei. Gestützt auf meine Befunde an alten Tieren erlaube ich mir die Richtigkeit dieser Angabe zu bezweifeln, so lange bis von anderen Forschern meine Zweifel widerlegt werden. (Vielleicht war der von Carlsson untersuchte Fötus kein *Halichoerus* sondern eine andere Robbe). Sollten sich Carlssons Angaben jedoch bestätigen, so müsste man annehmen, dass auch in diesem Fall bei Vertretern ein und derselben Art der Knorpel bald früher bald später ontogenetisch angelegt wird.

Bei anderen grossen Robben-Arten und besonders bei *Otaria jubata* ist das Knöchelchen dagegen noch weit stärker ausgebildet als am *Phoca vitulina*-Fuss, es hat genau dieselbe Lage am Fuss gegenüber der *Articulatio nav.-t₁*, aber es gelenkt sowohl am *t₁* (an dessen Dorsal-medial-Ecke) als auch mit dem *nav.* und zwar an dessen *Tuberositas medialis*, ferner sendet es bei *Otaria jubata* einen beträchtlichen Fortsatz proximalwärts am *nav.* entlang, derselbe vertritt einen weit grösseren Abschnitt der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne als dies bei *Phoca vitulina* der Fall ist.

Würde bei *Otaria jubata* das Knöchelchen mit dem *t₁* verwachsen, dem es unmittelbar anliegt, dann würde es an diesem Knochen eine *Tuberositas medialis* bilden, welche für des *nav. Tuberositas medialis* eine Gelenkfläche besässe. Mit anderen Worten, es würde auf diese Weise ein *t₁* entstehen, welches genau entspräche dem *t₁* des *Artictis binturong* und dem der Hunde, welche am *nav.* eine *Tuberositas medialis* besitzen, die mit dem *t₁* artikuliert. Es ist mithin kein Zweifel, dass das Knöchelchen gegenüber der *Articulatio nav.-t₁* bei den Tieren, wo es vorhanden ist, des *t₁* *Tuberositas medialis* vertritt, seine Umwandlung in diese *Tuberositas* ist durchaus möglich, da benachbarte Knochen gar nicht selten miteinander verwachsen. — Wenn auch diese Entstehung der *t₁*-*Tuberositas medialis* möglich ist, soll damit doch durchaus nicht gesagt werden, dass bei *Artictis binturong* und den Caniden, welche die *t₁*-*Tuberositas* besitzen, diese auf jene Weise entstanden ist; es spricht im Gegenteil alles dafür, dass sie bei diesen Tieren dadurch zur Ausbildung kam, dass des *Musc. tibialis posticus* Endsehnenfibrillen direct von *t₁* aus ossifizierten.

Mensch.

Des erwachsenen Menschen *nav.* besitzt, sobald es typisch ausgebildet ist, an seiner Dorsal-medial-Ecke keine Ausbuchtung in proximaler Richtung, was sich besonders an denjenigen *nav.* zeigt, die mit einem Fortsatz an ihrer Lateral-plantar-Ecke versehen sind und dadurch eine nierenförmige *ast.*-Facette besitzen: Bei diesen menschlichen *nav.* liegen alle Ränder der *ast.*-Facette in ein und derselben Transversalebene; dagegen haben alle erwachsenen menschlichen *nav.* eine *Tuberositas medialis*, dieselbe ist aber durchaus

nicht bei allen von gleicher Grösse, sondern bald mehr bald weniger entwickelt. An einem mir vorliegenden nav. mit schwach ausgebildeter Tuberositas medialis ragt dieselbe aus des Knochens Medialseite, deren Mitte einnehmend, nur als ein mässiger Wulst hervor, der weder an des Knochens Proximal- noch Distalrand stösst. An einem anderen mir vorliegenden menschlichen nav. ist die Tuberositas medialis weit stärker entwickelt, sie zieht über des nav. ganze Medialseite als Längswulst hin und überragt nicht nur des Knochens t_1 -Facette in medialer Richtung sehr stark, sondern ebenso des Knochens ast.-Facette, sie kommt in der Längsausdehnung ungefähr gleich der Tuberositas medialis des *Cebus capucinus*-nav.

Da des menschlichen nav. ast.-Facette an ihrer Medial-dorsal-Ecke keinen proximalwärts vorspringenden Anhang besitzt, ist beim Menschen das lig. cal.-nav. mediale durchaus intact vorhanden, es reibt an des ast.-Kopfes Medialseite auf einer Gelenkfläche, die mit des ast. nav.-Facette in einem spitzen Winkel unter Erzeugung einer scharfen Grenzlinie zusammenstösst, also der Facette gegenüber durchaus ihre Selbständigkeit bewahrt. Ueber das menschliche lig. cal.-nav. mediale zieht wie bei allen anderen Tieren, wo dieses Band intact auftritt, des *Musc. tibialis posticus* Endsehne in einer grossen Reibfläche dahin, sie verwächst zugleich ein wenig mit dem Band an ihrem Dorsalrand und kann dann in zwei Äeste geteilt werden, von diesen inserirt der eine an des nav. ganzer Tuberositas medialis und ferner an des t_1 Medial-plantar-Ecke, der andere am Sustentaculum tali, an des nav., t_2 und t_3 Planta. Der letztgenannte Ast reibt unmittelbar unter des nav. Tuberositas medialis am nav.-Körper in einer Reibfläche, wie dies bei den Affen mit mässig entwickelter Tuberositas und bei den meisten Raubtieren gleichfalls der Fall ist. Fibrillen der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne verlaufen ausserdem über des t_1 Medialseite und über des *Musc. tibialis anticus* vereinigte t_1 - und mts_1 -Sehne an das mts_1 . Beim erwachsenen menschlichen Fuss sind ferner durchaus intact vorhanden der *Musc. flexor digitorum profundus* und *medius*, deren Endsehnern miteinander und mit der des *Musc. quadratus plantae* verwachsen gegenüber der t_1 -Planta. Ferner sind am menschlichen Fuss durchaus intact vorhanden der *Musc. hallucis abductor* und der *Musc. hallucis flexor medialis*. Der *Musc. hallucis abductor* entspringt fleischig von des cal.-Körpers Medialseite, vom lig. laciniatum, welches als Scheide des *Musc. digitorum flexor profundus* und des *Musc. digitorum flexor medius* Endsehnern überdeckt, sowie von des nav. und t_1 Medialseite; der Muskel vereinigt sich dann mit dem durchaus normalen *Musc. hallucis flexor medialis* und inserirt mit demselben unter der *Articulatio mts_1-d_1, 1* am medialen Sesambein. — Ueberdeckt vom *Musc. hallucis abductor* verläuft in normaler Weise der *Nervus plantaris internus* an den Fuss.

Am erwachsenen Menschenfuss könnte nach obigen Auseinandersetzungen nur des nav. Tuberositas medialis als Prähallux-rest gedeutet werden. Nun verknöchert aber nach Gruber beim

Menschen das nav. bereits im 5. Jahr nach der Geburt, des nav. Tuberositas medialis erst im 13 und 14 Lebensjahr, ferner finde ich bei einem menschlichen Embryo von 5 Monaten sämtliche Tarsalknochen zwar erst knorpelig vorgebildet, aber trotzdem bereits mit allen wesentlichen Characteren versehen. Um so bezeichnender ist es, dass am nav. dieses Fusses nicht die Spur einer Tuberositas medialis zu entdecken ist, dabei zieht ausserdem eine vollständig intacte Musc. tibialis posticus-Endsehne an der nav. Medialseite entlang, ein Teil ihrer Fibrillen inseriren daselbst, ein anderer Teil geht an das t_1 , t_2 , t_3 u. s. w. Es nimmt hier also die Musc. tibialis posticus-Endsehne mit ihren am nav. und t_1 inserirenden Fibrillen die Stelle der nav.-Tuberositas medialis ein. Daraus kann wohl mit Sicherheit geschlossen werden, dass auch beim Menschen des nav. Tuberositas medialis auf Kosten der am nav. inserirenden Fibrillen der Musc. tibialis posticus-Endsehne entsteht, dafür spricht auch der Umstand, dass bei menschlichen Füßen des nav. Tuberositas medialis sehr variable Grösse aufweist.

Herr Professor Bardeleben hat gefunden, dass bei menschlichen Embryonen des zweiten Monats das nav. aus zwei selbständigen Knorpelkernen besteht, nach ihm soll der eine dieser Knorpel den nav.-Körper, der andere des nav. Tuberositas medialis darstellen, ebenso giebt er an, dass die von Rambaud und Renaud im menschlichen nav. gefundenen 2 Ossificationspunkte des nav. Doppelnatur beweisen, der eine von ihnen gehöre dem nav.-Körper an, der andere der nav.-Tuberositas medialis. Ich muss dies ganz entschieden bestreiten. Des menschlichen nav. Tuberositas medialis existirt, wie sich leicht constatiren lässt, noch nicht im 5. Monat nach der Conception, sie kann daher nicht bereits im zweiten Monat angelegt werden. Trotz dieser Tatsachen dürfen weder Bardelebens noch Rambaud und Renaud's Beobachtungen angezweifelt werden. Das Säugetier-nav. ist, dafür sprechen gewichtige Gründe, sicherlich kein einheitlich angelegter Knochen, sondern entsteht aus wenigstens zwei ursprünglich getrennten Tarsalelementen, daher ist es durchaus nicht unmöglich, dass Herr Professor Bardeleben für diese wohl zu fundamentirende Hypothese den ontogenetischen Beweis gefunden hat und es mag auch damit die Beobachtung von Rambaud und Renaud zusammenhängen. —

Aber nur am „typischen“ menschlichen Fuss hat das nav. diese Form, es finden sich daneben menschliche nav., an denen zu den bisher gefundenen Tuberositas medialis-Characteren andere hinzukommen. Da dieselben bereits von Wenzel Gruber beschrieben worden sind, mögen dessen Angaben der ferneren Betrachtung zu Grunde gelegt werden: „Das eine menschliche nav. (Figur 35 nach Gruber) variirt, schreibt er, darin, dass seine Tuberositas medialis (tm.) in einen proximalwärts vorspringenden Höcker (β) ausgezogen ist. Der Fortsatz, Processus tuberositatis navicularis, springt über des nav. ast.-Facette 2—8 mm gerade proximalwärts vor und

ist in $\frac{1}{10}$ der Fälle überhaupt und in $\frac{1}{50}$ der Fälle im Maximum der Ausbildung zugegen.“ (Müllers Archiv für Anatomie, Physiologie u. physiol. Medicin. 1871. S. 281). Es leuchtet sofort ein, dass dieses menschliche nav. eine Form der Tuberositas medialis besitzt, welche in der Längsausdehnung und Grösse genau derjenigen entspricht, welche bei Ateles ater und leucopthalmus am nav. vorhanden ist; sie ist zweifellos wie die der Ateles-Arten entstanden dadurch, dass die am nav. inserirenden Fibrillen der Musc. tibialis posticus-Endsehne vom nav. aus in proximaler Richtung verknöchert sind, und zwar bis zur Reibfläche der Sehne im lig. cal.-nav. mediale, während die homologen Sehnenfibrillen bei Cebus capucinus und den Menschen mit normaler Tuberositas medialis viel weniger weit proximalwärts verknöchert sind.

Gruber fährt an einer anderen Stelle fort: „Mir liegen wieder mehrere macerirte nav. tarsi mit einem Processus tuberositatis im Maximum seiner Grösse vor. An einem linken nav. von einem alten Individuum weist der Processus eine bis jetzt noch nicht gesehene Stärke und Gestalt auf und ist deshalb wert in folgendem beschrieben zu werden (Fig. 36). Der nav.-Körper hat nur eine mittlere Grösse; sein Processus tuberositatis (β) von ganz ausserordentlicher Grösse steht rechtwinklig auf des nav.-Körpers Achse von dem Ende der Tuberositas medialis (tm) proximalwärts hervor. Der Processus stellt eine sehr starke, vierseitige, abgerundete Platte dar, deren dorsale etwas lateralwärts gerichtete Seite zeigt an ihrem Distalende über der Wurzel des Processus einen queren Sulcus (γ) als Fortsetzung des sulcus navicularis und proximalwärts von diesem eine fast circuläre, schwach concave, proximalwärts etwas abfallende Gelenkfläche (z) von 8 mm, ist somit fast ebenso lang als breit.“ (Archiv für pathol. Anat. u. Physiol. Bd. 70, 1877, p. 133.) Die Gruberschen Angaben und Zeichnungen lehren mit absoluter Sicherheit: Das soeben untersuchte menschliche nav. steht in Betreff seiner Tuberositas medialis auf einer Entwicklungsstufe, welche annähernd derjenigen entspricht, die das nav. beim erwachsenen aber nicht alten Orang besitzt; d. h. an diesem menschlichen nav. ist nicht nur die Musc. tibialis posticus-Endsehne vom nav. aus bis zum Maximum verknöchert, sondern die Verknöcherung hat auch übergriffen in den mit der Sehne verwachsenen lig. cal.-nav. mediale-Distalabschnitt. In Folge dessen artikulirt der „Processus tuberositatis navicularis“ mit des ast.-Kopfes Medialseite auf der Reibfläche des lig. cal.-nav. mediale, doch ist die Verwachsung des verknöcherten Ligamentabschnitts mit dem nav. noch nicht vollständig eingetreten, an ihrer Berührungsstelle ist noch eine kleine nicht artikulirende Grenzfläche erhalten, diese Grenzfläche ist bei dem vorliegenden menschlichen nav. allerdings grösser als bei dem erwähnten Orang-nav., aber dies bedeutet nicht viel, denn es ist durchaus nicht unmöglich, dass bei noch jüngeren Orangfüssen die Grenzfläche einen verhältnismässig grösseren Umfang besitzt, da an wirklich jungen

Orang- und Hylobatesfüssen der im lig. cal.-nav. mediale befindliche Knochenkern von des nav. Medialseite durch einen verhältnismässig grösseren Bandabschnitt getrennt ist. Gruber hat eine andere Erklärung für die functionelle Bedeutung der Tuberositas-Facette, indem er schreibt: „Mit der Gelenkfläche an seiner oberen Fläche musste der Processus tuberositatis am lig. calcaneo-naviculare plantare (lig. cal.-nav. mediale) artikuliert haben.“ Archiv für pathol. Anatomie und Physiol. 1877 p. 133). Diese Erklärung ist durchaus unrichtig und nur eine Mutmassung, da Gruber das betreffende nav. unter den Knochen eines macerirten Fusses gefunden hat.

Wie die Gruberschen Befunde lehren, finden sich an einzelnen menschlichen nav. Knochenaberrationen, welche genau denjenigen entsprechen, die an gewissen Hundefüssen secundär auftreten, diese menschlichen Füsse zeigen mithin als „individuelle“ Bildungen Knochenformen, die als „typische“ Knochenformen bei anderen Säugetierarten beständig vorhanden sind; sie sowie die Hundefüsse mit jenen individuellen Knochenaberrationen beweisen direct, dass jene nav.-Characteres secundäre Bildungen sind. — Für meine Anschauung, dass der Grubersche Processus tuberositatis navicularis, der an seiner Lateralseite eine Gelenkfläche trägt, nichts weiter ist als des lig. cal.-nav. mediale verknöchert und mit dem nav. verwachsener Distalabschnitt, bin ich im stande einen ausgezeichneten Bundesgenossen ins Feld zu führen: Fürbringer nämlich, dessen Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, Bd. 2 S. 880 folgenden Satz enthalten: „Die Verknorpelung und Verknöcherung im lig. cal.-nav. plantare repräsentiren secundäre gewebliche Umwandlungen des bezeichneten Kapselbandes, wohl in folge des Contactes mit der kräftigen Sehne des Musc. tibialis posticus und der gegenüberliegenden Fläche des Talus.“ Durch diesen Ausspruch bestreitet Fürbringer, ohne es zu wollen, wie sich sofort zeigen wird, die primäre Natur dieses nav.-Anhangs und des Bourschen Tibiale.

Für die vorliegende Arbeit von fundamentaler Bedeutung sind nunmehr noch die folgenden Angaben Grubers: „Der Processus der Tuberositas medialis navicularis kann als besonderes Ossiculum persistiren, wie zwei von mir aufbewahrte nav. (Fig. 37) (ein rechtes und ein linkes) von Skeletten Erwachsener beweisen und zwar kann es mit der Tuberositas durch Synchondrose als Epiphyse vereinigt sein, oder es kann mit ihr gelenken durch ein accidentelles Gelenk, das in der Synchondrose entstanden ist.“ (Müllers Archiv für Anatomie 1871, S. 282.)

Das Vorkommen dieser Epiphyse beschreibt Gruber folgendermassen:

„Im Winter 1870 sah ich an einem 13 jährigen Knaben am rechten Fuss den Processus tuberositatis medialis navicularis tarsi als Epiphyse vorkommen und noch durch Synchondrose mit der Tuberositas medialis navicularis vereinigt, am linken Fusse aber den

verknöcherten Fortsatz mit der genannten Tuberositas ohne Spur einer früher dagewesenen Trennung verschmolzen. Der *Musc. tibialis posticus* hatte sich mit dem grössten Teil seiner Sehne an die *Tuberositas navicularis* u. s. w., nur teilweise an die Epiphyse angesetzt, dadurch ist nun über jeden Zweifel bewiesen, dass der in $\frac{1}{10}$ der Fälle überhaupt, und in $\frac{1}{50}$ der Fälle im Maximum der Entwicklung auftretende *Processus tuberositatis medialis navicularis tarsi* für sich ossifiziren, also eine Epiphyse der *Tuberositas medialis navicularis* werden kann. Ist dem so, so kann auch die Möglichkeit der Persistenz zeitlebens und sogar des Vorkommens dieser Epiphyse, im Falle der möglichen Bildung eines accidentellen Gelenkes in der Synchronrose, als isolirtes und an der *Tuberositas medialis navicularis* artikulirendes Knöchelchen — *naviculare secundarium tarsi* — nicht mehr bezweifelt werden, wenn auch letzteres bis jetzt nur an macerirten und noch nicht an frischen Knochen aufgefunden ist.“ (*Bulletin de l'Acad. de Sc. Pétersbourg* Bd. 15, 1871. S. 455).

Ein derartiges mit dem nav. artikulirendes Knöchelchen beschreibt Gruber mit folgenden Worten: „Das *Ossiculum* eines linken übrigens normalen nav. von einem älteren Individuum ist als ein an der *Tuberositas medialis navicularis* artikulirendes Knöchelchen zu nehmen, es sitzt an der Stelle des *Processus* der *Tuberositas* unter dem *Sulcus navicularis* auf einer ovalen, concaven, schräg dorso-plantarwärts gerichteten Fläche des proximal-dorsalen Umfanges der *Tuberositas medialis navicularis*. Es hat die Gestalt eines nach der Längsachse halbirtten ovalen Körpers. Die Beschaffenheit der Flächen, womit die *Tuberositas medialis navicularis* und das *Ossiculum* sich berühren, lassen vermuten, dass sie überknorpelt, also Gelenkflächen, gewesen waren. Am rechten nav. sitzt kein *Ossiculum*.“ (Müllers Archiv für Anatomie. 1871. S. 283). Das endlich dieses *Ossiculum* mit dem nav. verschmelzen kann, lehrt folgendes Beispiel:

„Das *Ossiculum* eines rechten, übrigens normalen nav. von einem jugendlichen Individuum ist als eine Epiphyse anzusehn. Es sitzt unter dem *Sulcus navicularis* in einer queren tiefen Grube des proximalen Umfanges der *Tuberositas medialis navicularis* an der Stelle des *Processus* der letzteren. Die vordere Fläche ist an ihrem unteren Abschnitt mit Zacken versehen, die in die Lücken der Grube an der *Tuberositas medialis navicularis* eingreifen. Dem linken nav. fehlte die Epiphyse.“ (Müllers, Archiv für Anatomie. 1871. S. 282). — „An einem linken nav. ist zwischen der *Tuberositas medialis* und deren *Processus* in einer längeren Strecke eine Ritze zu sehn, die als Spur der früher dagewesenen Selbständigkeit des *Processus* zu nehmen ist.“ (Archiv für pathol. Anatom. Bd. 70. 1877. S. 133).

Fragt man, wie es geschehen kann, dass beim Menschen das lig. cal-nav. mediale in seinem Distalabschnitt bald selbständig verknöchert, bald von des nav. *Tuberositas medialis* aus, so wird dies am besten klargelegt bei der Berücksichtigung der folgenden Tatsache:

Es wurde bereits nachgewiesen, dass bei sämtlichen erwachsenen Menschenaffen das lig. cal.-nav. mediale in seinem Distalabschnitt verknöchert und mit dem nav. verwachsen ist, dass aber bei sämtlichen jungen Menschenaffen und ebenso bei gewissen jungen Raubtieren der verknorpelte Ligamentabschnitt dem nav. gegenüber eine gewisse Selbständigkeit besitzt, indem er nicht knorplig bis zum nav. reicht, sondern noch durch einen bindegewebigen Bandrest von demselben getrennt erscheint. Würde bei einem dieser jungen Tiere der Knorpelkern selbständig ossifizieren und später nicht mit dem nav. verschmelzen, so würde bei diesem Individuum dem nav. dasselbe Knöchelchen angelagert sein, das beim Menschen bisweilen vorkommt. Die Untersuchung von Massenmaterial wird vielleicht auch bei einzelnen Vertretern dieser Tierarten ein solches selbständig gewordenes Knöchelchen finden lassen, dasselbe dürfte auch bei Hunden individuell auftreten. — Wenn nun auch die Möglichkeit zugegeben werden muss, dass bei den erwähnten jungen Tieren der im lig. cal.-nav. mediale vorhandene Knorpelkern unter Umständen selbständig verknöchern könnte, so soll damit doch durchaus nicht ausgesprochen werden, dass er es thatsächlich tut und erst secundär mit dem nav. verwächst. Es giebt, wie bereits nachgewiesen ist, gewichtige Gründe, die es durchaus wahrscheinlich machen, dass bei jenen jungen Tieren das lig. cal.-nav. mediale in seinem Distalabschnitt von des nav. Tuberositas medialis aus ossifiziert; jedenfalls lehrt aber diese Betrachtung unter allen Umständen, dass das selbständige Knöchelchen im menschlichen lig. cal.-nav. mediale, nur eine seltene Modification der Verknöcherung dieses Bandabschnitts darstellt, da auch beim Menschen die Bandverknöcherung, wenn sie eintritt, gewöhnlich von des nav. Tuberositas medialis aus erfolgt. Positiv bewiesen ist damit auch, dass dieses Knöchelchen nicht zu den „primären“ Fussknochen gehört, sondern eine „secundäre Neubildung“ darstellt.

Der Umstand, dass beim Menschen das lig. cal.-nav. mediale in seinem Distalabschnitt verknöchern kann bald selbständig, bald von des nav. Tuberositas medialis aus und dass es im letzteren Fall dem nav. gegenüber eine gewisse Unabhängigkeit gewinnt, die sich bis zur Gelenkbildung zwischen beiden Knochen steigern kann, ist für die vorangehende Untersuchung von grösster Wichtigkeit: Wie bewiesen worden ist, kann bei vielen Tieren die Musc. tibialis posticus-Endsehne vom t_1 aus ossifizieren, sie bildet dann des t_1 Tuberositas medialis, die gewöhnlich eine Gelenkfläche für des nav. Tuberositas medialis trägt; bei anderen Tieren tritt am Fuss statt dieser Tuberositas ein selbständiges Knöchelchen auf, das aus denselben Muskelfibrillen entstanden ist, und im Maximum seiner Entwicklung mit dem t_1 und nav. artikuliert. Nach obigen Untersuchungen ist es kein Zweifel, dass dieses Knöchelchen homolog ist der t_1 -Tuberositas medialis, dass es unter Umständen mit dem t_1 verwachsen kann und dass es ebensowenig ein „primärer“ Knochen ist, wie der am menschlichen

nav. bisweilen selbständig geworden „Processus tuberositatis medialis“, was ja auch bereits des Knochens Ontogenese aufs deutlichste erkennen lässt. — Ebenso wichtig, wie die Entdeckung des sogenannten Processus tuberositatis medialis am menschlichen nav., ist die Entdeckung Grubers, dass beim Menschen in der Musc. tibialis posticus-Endsehne bisweilen Verknöcherungen vorkommen, die durchaus nicht zu verwechseln sind mit jenem Processus tuberositatis, wenn er ein selbständiges Knöchelchen geworden ist. Ueber derartige Sesambeine macht Gruber folgende Angaben.

„Die untere Peripherie der Tuberositas medialis navicularis, welche abgerundet ist, sieht selten wie abgestutzt aus (Fig. 38w); sie zeigt in solchen Fällen eine nach abwärts gerichtete, bald plane, bald etwas vertiefte, bald glatte, bald teilweise poröse Fläche. Die Fläche ist oval, verschieden gross (bis 16—17 mm sagittal lang und 10—11 mm transversal breit). Dieselbe ist durch Druck von einem der immer zugleich vorkommenden, in der Sehne des Musc. tibialis posticus eingehüllten Verknöcherungen, ossiculum sesamoideum, hervorgebracht, das eine mächtige Grösse erreichen und statt proximalwärts (rückwärts) von der Tuberositas navicularis, gerade unter ihr auftreten kann. Bei ungenauer Untersuchung kann man in solchen Fällen in den Irrtum verfallen, das Ossiculum in der Sehne des Musc. tibialis posticus für ein selbständig gewordenes Stück des nav., das teilweise oder ganz dessen Tuberositas repräsentire, also für ein nav. secundarium zu halten, wie es in der That einem Anatomen (Luschka) bereits passirt zu sein scheint. Die Täuschung wird um so grösser, wenn zwischen der Tuberositas und dem Ossiculum der Sehne eine Art accidenteller Bursa mucosa auftritt, die in der That von jenem Anatomen für eine Gelenkkapsel genommen wurde.“ (Mém. de l'Acad. Petersb. Série VII T. XVII 1871.) — Ein anderes derartiges Knöchelchen beschreibt Gruber folgendermassen: „An beiden nav. tarsi eines Mannes mangelt der Tuberositas medialis derselben ein Processus. Die Portion der Sehne jedes Musc. tibialis posticus, welche sich an die Tuberositas des nav. und an die Superficies plantaris des t_1 ansetzt, enthält 3 mm proximalwärts von der Tuberositas medialis des nav. ein Ossiculum. Das Ossiculum liegt mit einem grossen Teil seiner vertikalen Dicke niedriger als die Tuberositas medialis des nav., sodass das vordere Ende des ersteren mit dem unteren Umfang des letzteren (dorsalwärts) einen fast rechten Winkel abgrenzt. Es ist oben von dünnerer, unten von einer dickeren Schicht der Sehne der Musc. tibialis posticus eingehüllt. Die Synovialscheide der Sehne des Musc. tibialis posticus ist hinter dem Ossiculum durch ein Septum unterbrochen, sodass zwischen dem Ossiculum und dem lig. cal.-nav. mediale ein 1,5 cm langer und 1 cm weiter geschlossener Synovialsack existirt.“ (Archiv für pathol. Anatomie 1877 Bd. 70, S. 135). Dieses Knöchelchen ist nach Gruber entstanden, ohne Druckwirkung auf die Tuberositas medialis des nav.

Man könnte sehr leicht zu der Vermutung kommen, es sei das in der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne von Gruber beschriebene Knöchelchen homolog demjenigen, welches bei den Feliden, Robben und anderen Tieren in der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne gegenüber der *Articulatio nav.-t₁* vorkommt, dies ist aber durchaus nicht der Fall. Die Gruberschen Beschreibungen und Zeichnungen lassen deutlich erkennen, dass das Knöchelchen eine Ossification in dem *Musc. tibialis posticus*-Sehnenast ist, welcher zwischen des *nav. Tuberositas medialis* und *-plantaris* vorwiegend an die *t₂*- und *t₃*-Planta zieht. Dieses Knöchelchen hat im Maximum seiner Entwicklung die Tendenz mit des *nav. Tuberositas medialis* zu verschmelzen, da seine poröse Oberfläche mit ihren Höckern in die Gruben der ebenfalls porösen gegenüberliegenden *nav.-Tuberositas* eingreifen. Des *nav. Tuberositas medialis* verdankt übrigens, wie bereits nachgewiesen ist, gleichfalls der *Musc. tibialis posticus* Endsehne ihre Entstehung, indem von deren am *nav.* und *t₁* hinziehenden Fibrillen diejenigen vom *nav.* aus ossifizierten, welche am *nav.* inseriren. Würde die Verschmelzung der *nav. Tuberositas medialis* mit dem Sesambein wirklich eintreten, dann würde das von einer solchen Verknöcherung betroffene menschliche *nav.* in der Ausbildung seiner *Tuberositas medialis* auf ein und derselben Stufe mit dem der untersuchten Neuweltaffen stehn, bei welchen sämtliche am *nav.* entlang ziehende *Musc. tibialis posticus*-Endsehnenfibrillen zu des *nav. Tuberositas medialis* umgewandelt sind, sodass die Sehne an der *Tuberositas* inserirt und endet. Dass diese Anschauung richtig ist, geht aus einer Notiz Luschkas hervor. (Die Halbgelenke des menschlichen Körpers. S. 13): „Eine eigentümliche Gelenkformation fand ich am *nav.* der Fusswurzel eines 17jährigen Jünglings auf beiden Seiten in ganz übereinstimmender Weise. Die *Tuberositas ossis navicularis* war nämlich ein selbständiges länglich-rundes Knöchelchen vom Umfang einer grösseren Haselnuss. Mittels einer planen, überknorpelten Fläche sass das Beinchen auf einer eben solchen Fläche nach innen von der Unterseite des Kahnbeins, welches im übrigen ganz normal geformt und namentlich mit keinem weiteren Höcker versehen war. Beide Gelenkflächen wurden durch eine straffe Kapsel zusammengehalten. Die Sehne des *Musc. tibialis posticus* fand fast ganz an diesem Knochen ihre Anheftung und möchte derselben daher als Sesambein gedeutet werden können.“ — Luschka hat sich nach Gruber getäuscht, indem er das Sesambein für des *nav.* ganze *Tuberositas medialis* ansah; mir scheint, Luschka hat nur einen falschen Ausdruck gebraucht, da er den Knochen ausdrücklich als Sesambein deutet.

Sehr wichtig ist in Luschkas Angaben, dass des *Musc. tibialis posticus* Endsehne an dem von ihm beschriebenen Knöchelchen fast ganz ihre Anheftung fand; in dieser Beobachtung liegt der beste Beweis für meine Erklärung, dass der Knochen homolog ist einem Teil der bei den Neuweltaffen vorhandenen, enorm grossen *nav.-*

Tuberositas medialis. Der Knochen selbst liefert den besten Beweis dafür, dass jene nav.-, „Tuberositas medialis“ kein primärer Knochen ist.

Es entsteht nun die Frage, kommt beim Menschen individuell auch noch am t_1 eine Tuberositas medialis vor, die mit des nav. Tuberositas medialis ein Gelenk bildet? Beschrieben ist bis jetzt, soviel ich weiss, eine derartige Bildung nicht, und mir fehlt die Zeit und das Material es zu constatiren, aus Gruberschen Zeichnungen (Mém. de l'Acad. de Sc. Petersb. 1812. Sér. VII Bd. XVII Nr. VI Fig. 8 u. 9) geht aber meiner Ueberzeugung nach mit Sicherheit hervor, dass es in der That bei einzelnen Menschen zu einer derartigen Bildung kommt. Abgesehn hiervon beweisen die vorliegenden Untersuchungen, dass am menschlichen Fuss individuell und secundär überzählige Knochenteile auftreten, die bei sämtlichen Individuen anderer Tierarten stets vorhanden sind; sie sind demnach auch hier secundäre Bildungen und keine Reste primärer Knochen.

Nachträglich sei noch bemerkt, dass nach Gruber der in der Musc. tibialis posticus-Endsehne beim Menschen auftretende secundäre Knochen nicht entstanden ist, durch Druck der Sehne auf die nav.-Tuberositas medialis. Dies ist durchaus richtig, die nav.-Tuberositas medialis hat mit der Entstehung dieses Knochens nichts zu thun, dagegen aber der nav.-Körper: bei vielen Tieren und auch beim Menschen reibt der Musc. tibialis posticus-Endsehnenast, welcher an die t_2 - und t_3 -Planta geht, am nav.-Körper zwischen Tuberositas medialis und plantaris in einer überknorpelten Reibfläche, der Druck, welchen die Sehne in ihrer Reibfläche auf den nav.-Körper ausübt, führt, sobald er verstärkt wird, zur Verknöcherung der Sehne an der gedrückten Stelle.

Nagetiere.

Beim Biber besitzt das nav. (Fig. 24) zwar eine enorm grosse Tuberositas plantaris, dagegen keine Tuberositas medialis, an seiner Distalseite finden sich die drei aneinander grenzenden Gelenkflächen für das t_3 , t_2 und t_1 ; an seiner Proximalseite findet sich die Gelenkfläche für den ast., an diese stösst eine Gelenkfläche, die des Knochens Medialseite angehört (γ) und in Lage und Form derjenigen Facette entspricht, die individuell bei solchen Menschen vorkommt, bei welchen die secundäre Verknöcherung des lig.-cal.-nav. mediale selbständig geworden ist und am nav. artikulirt. Während aber bei diesen Menschen die Gelenkfläche nur einen verhältnismässig kleinen Raum an der nav.-Medialseite einnimmt, ist sie beim Biber von viel beträchtlicherem Umfang, sie reicht bis zu des Knochens t_1 -Facette dieselbe an ihrem Medialrand berührend. Am ast.-Kopf sämtlicher bisher untersuchten Füsse fand sich ausser der nav.-Facette, medialwärts unmittelbar an dieselbe angrenzend eine tuberkelartig vortretende, mit Gelenkknorpel überzogene Reibfläche für das lig. cal.-

nav. mediale (r), welches bei vollständiger Ausbildung von des Sustentaculum tali Medialrand in starken Fibrillen an die nav.-Medialseite zieht, oft aber in seinem Distalabschnitt verknöchert ist und dann mit dieser Verknöcherung am ast. gelenkt. Diese Reibfläche (r) des lig. cal.-nav. mediale findet sich auch am Biber-ast. (Fig. 24r) vor, und zwar durchaus selbständig, da sie mit des ast. nav.-Facette unter Bildung eines Winkels in einer scharfen Grenzlinie zusammenstösst; auf ihr reibt aber nicht das Ligament, sondern mit ihr gelenkt ein wohlentwickeltes, kreisförmiges, selbständiges Knöchelchen (β), das zweifellos dieses Bandes Distalabschnitt homolog ist, denn von dem Knöchelchen läuft ein verkürztes lig. cal.-nav. mediale an des Sustentaculum Medialseite. Das Knöchelchen artikuliert ausserdem am nav. in der bereits erwähnten Gelenkfläche (γ), die an des nav. Medialseite ausgebreitet ist, und dort von der ast.-Facette bis zur t_1 -Facette reicht; ferner hat das Knöchelchen eine grosse Gelenkfläche für das t_1 (y). Des Bibers t_1 besitzt nämlich an seiner Distalseite zwei Gelenkflächen, die unmittelbar aneinander stossen, eine davon ist, wie gewöhnlich, für das nav. bestimmt, die andere grössere (y) dagegen für das überzählige Knöchelchen. Des Musc. tibialis posticus (T. post) Endsehne verläuft beim Biber in ganz normaler Weise am Malleolus internus durch eine Scheide, kreuzt das lig. tib.-ast. anticum, zieht an des überzähligen Knochens (β) proximalem Rand in einer wohl ausgebildeten Gleitrinne entlang und inserirt an dessen Medialseite an einem Längswulst ohne weiter in den Fuss hinabzusteigen. Das t_1 und das überzählige Knöchelchen sind verbunden durch kurze Bandfasern.

Fragt man nach der Bedeutung des beim Biber soeben beschriebenen überzähligen Tarsalknöchelchen, so leuchtet ohne weiteres ein, dass es erstens vertritt vom lig. cal.-nav. mediale den Distalabschnitt, weil es am ast. auf des Bandes Reibfläche artikuliert, weil es dem verkürzten lig. cal.-nav. mediale zum Ansatz dient, weil es am nav. an der Stelle artikuliert, wo der bei einzelnen Menschen verknöcherte und selbständig gewordene homologe Bandabschnitt eine Gelenkfläche besitzt, ferner hat des Musc. tibialis posticus Endsehne an des Knochens proximalem Rand eine Reibfläche, eine solche Reibfläche besitzt ein vollständiges lig. cal.-nav. mediale an seiner Mitte, ein in seinem Distalabschnitt verknöchertes Band aber an des Knochenkerns proximalem Rand, mag der Knochenkern frei oder mit dem nav. verwachsen sein. Aber das am Biberfuss soeben beschriebene Knöchelchen vertritt nicht allein des lig. cal.-nav. mediale Distalabschnitt, sondern auch einen Teil der dem Biber-nav. mangelnden Tuberositas medialis. Dies wird ohne weiteres klar aus folgendem: An des nav. ganzer Medialseite zieht des überzähligen Knochens Gelenkfläche bis zum t_1 entlang, ferner trägt das t_1 für das Knöchelchen eine Gelenkfläche in der Art, wie bei Arctictis und einzelnen Caniden das t_1 für des nav. Tuberositas medialis, und endlich inserirt und endet am Knöchelchen des Musc. tibialis posticus Endsehne in der Art, wie

bei vielen bisher untersuchten Tieren an des nav. Tuberositas medialis, es fehlt also dem Biberfuss der *Musc. tibialis posticus* - Sehnenabschnitt, welcher an der nav.-Medialseite entlang ans t_1 zieht, an Stelle dessen findet sich das Knöchelchen und es ist wohl zweifellos, dass besonders dessen medialer Längswulst auf Kosten der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne entstanden ist. Mit anderen Worten beim Biber sind des lig. cal.-nav. mediale Distalabschnitt und von der *Musc. tibialis posticus* - Endsehne der mit jenem Bandabschnitt verwachsene und am nav. entlang ziehende Teil gemeinsam ossifiziert und zu einem secundären Knöchelchen umgewandelt, zugleich aber ist des *Musc. tibialis posticus* Endsehne auch vom t_1 aus verknöchert, sie bildet dieses Knochens Tuberositas medialis, die eine Gelenkfläche für das überzählige Knöchelchen trägt.

Der zweite überzählige Knochen an des Biberfusses Medialseite (u) liegt der t_1 -Tuberositas medialis gegenüber und ist zweifellos homolog dem bei vielen Carnivoren in gleicher Lage befindlichen Tarsalknochen (u), da er genau dieselben Characteres besitzt. Sein Kopf (k) artikuliert mit des t_1 Tuberositas medialis durch eine kreisförmige Gelenkfläche, und steht durch mehrere Bänder mit den benachbarten Tarsalknochen in enger Verbindung, ein Band (1) entspringt von seinem Proximalrand und inseriert gleichzeitig am nav. und dem erst untersuchten überzähligen Knöchelchen, ein zweites Band verläuft von seiner Dorsalseite an das t_1 -Dorsum, 2 Bänder gehen von seiner Distalseite aus, von diesen überquert das eine (2) des *Musc. tibialis anticus* (T. ant.) allein vorhandene t_1 -Sehne, das andere (5) endet blind und trägt eine Scheide für die *Musc. hallucis extensor longus*-Endsehne. Diese Bänder (1, 2, 5.) repräsentieren zweifellos den *Musc. tibialis posticus*-Endsehnenast, welcher bei Tieren mit vollständiger Sehne an des mts_1 Medialseite zieht. Der Kopf des überzähligen Knöchelchen ist also auch am Biberfuss in diesen Sehnenast eingelagert, wie überall dort, wo ein homologer Knochen gefunden wird. Der beim Biber dem t_1 angelagerte Knochen ist aber nicht nur diesem Sehnenzweig eingelagert, sondern hat wie bei vielen bisher untersuchten Raubtieren einen stark verbreiterten Plantarfortsatz (p), der in seiner ganzen Ausdehnung verknöchert ist, und bis zum *Musc. digitorum flexor sublimis* erreicht, mit dem er durch Bandfasern verbunden ist, ferner zieht ein breites Band (3) von des Knochens Proximalrand an des cal.-Körpers Medialseite. Unter dem Knochen zieht der Nervus plantaris internus entlang und ferner verwächst mit seiner Unterseite der *Musc. hallucis flexor medialis* (Ab. hal.); daraus geht klar hervor, dass der ganze Knochen homolog ist dem entsprechenden Knochen gewisser Raubtiere, dass er vertritt einen Teil des fächerförmigen Bandes des *Procyon*-Fusses und des *Musc. hallucis abductor* der Menschen und Affen, denn dieser Muskel fehlt als Fusssohlenmuskel gänzlich dem Biberfuss. Der Knochen des Biberfusses hat aber noch eine spezifische Eigentümlichkeit. An seiner Proximalseite inseriert und

endet eine Muskelsehne (Ab. hal.), die am Malleolus internus durch eine Scheide zieht, neben und proximalwärts vom *Musc. tibialis posticus* bis zum Knochen geht und daran inserirt und endet. Zur Erklärung der Bedeutung dieser Sehne mag folgendes dienen: Bei allen bisher untersuchten Tieren verband sich in der Fusssohle gegenüber der t_1 -Planta des *Musc. digitorum flexor profundus* Endsehne mit des *Musc. digitorum flexor medius* Endsehne und mit dem *Musc. quadratus plantae*. Am Biberfuss ist nun des *Musc. digitorum flexor profundus* Endsehne in normaler Weise vorhanden, sie verwächst in der Fusssohle gegenüber der t_1 -Planta in normaler Weise mit dem *Musc. quadratus plantae*, dagegen nimmt ein *Musc. digitorum flexor medius* an dieser Verbindung nicht teil. Da nun bei den Raubtieren mit überzähligen Knochen am t_1 des *Musc. digitorum flexor medius* Endsehne hart unter diesem Knochen entlangzieht, so nahm ich früher an, dass beim Biber diese Sehne mit dem Knochen verwachsen sei, während gleichzeitig das Stück der Sehne, welches vom Knochen bis zum *Musc. digitorum flexor profundus* reicht, verloren gegangen sei, weil es functionslos wurde. Diese Annahme ist aber unrichtig, die *Musc. digitorum flexor medius*-Endsehne ist beim Biber nicht nur zum Teil, sondern vollständig atrophirt und die Sehne, welche beim Biber am überzähligen t_1 -Knochen inserirt, gehört in facto dem *Musc. abductor hallucis* an, dieser Muskel ist allerdings bei Menschen und Affen ein kurzer Sohlenmuskel, bei vielen anderen Tieren, wie sofort nachgewiesen wird, aber ein langer Muskel, der in voller Ausbildung gemeinsam mit dem *Musc. digitorum flexor medius* vorkommen kann.

Der *Arctomys bobac*- und *marmota*-Fuss steht in der Ausbildung seiner Medialseite ungemein nahe dem Biberfuss, weicht von ihm nur in folgendem ab: Auch bei den *Arctomys*-Arten artikulirt mit dem *ast.* das überzählige Knöchelchen, das dadurch entstanden ist, dass des *lig. cal.-nav. mediale*-Distalabschnitt und von der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne die mit dem Bandabschnitt verwachsenen und am *nav.* entlangziehenden Fibrillen gemeinsam ossifizirt sind, doch hat bei den *Arctomys*-Arten das Knöchelchen noch keine Gelenkfläche am *nav.*, sondern ist mit demselben noch durch sehr kurze Bandfasern verbunden, steht also auf der Entwicklungsstufe, die beim Menschen individuell auftritt, wo der Knochenkern des Ligaments „durch Synchronrose“ mit dem *nav.* vereinigt ist. Bei den *Arctomys*-Arten hat ferner das t_1 an seiner Distalseite zwei Gelenkflächen, eine für das *nav.*, die andere für das soeben erwähnte Knöchelchen, es stossen hier aber diese beiden Gelenkflächen noch nicht direct aneinander, sondern sind durch Bandfasern getrennt, diese Bandfasern verbinden das t_1 mit dem *nav.*, endlich ist bei diesen Individuen das dem t_1 angelagerte Knöchelchen noch nicht gänzlich ossifizirt, sondern bleibt in seinem Plantarabschnitt knorplig. Alle diese Charactere zeigen, dass bei den *Arctomys*-Füssen die Ausbildung der überzähligen Knöchelchen eine weniger extreme

ist, als am Biberfuss; besonders interessant ist hierbei das Factum, dass bei den Arctomys-Füssen der im lig. cal.-nav. mediale vorhandene Sesamknochen immer in der Weise mit dem nav. verbunden ist, wie dies bisweilen beim Menschen und stets bei den Menschenaffen, aber hier nur vorübergehend in der Jugend auftritt.

Bei *Aulacodus variegatus* (Fig. 25) einem Nager mit kleinem von der Haut bedecktem Daumen, hat das nav. eine ungemein grosse Tuberositas plantaris, dagegen keine Tuberositas medialis, es hat ferner an seiner Distalseite nur zwei Gelenkflächen, eine für das t_3 , die andere für das t_2 ; das stark reducirte t_1 des Aulacodus-Fusses ist mit dem mts_2 durch Bänder auf das engste verbunden, artikulirt am t_2 , dagegen gar nicht am nav. An des nav. Proximalseite ist vorhanden die normale Facette für den ast.-Kopf; ausserdem weist der Knochen noch an seiner Medialseite zwei überzählige Gelenkflächen auf, die erste derselben stösst unmittelbar an des nav. ast.-Facette, sie ist bestimmt für das im lig. cal.-nav. mediale vorhandene Knöchelchen (β). Neben dieser Gelenkfläche, mit ihr zusammenstossend liegt die zweite überzählige Gelenkfläche des Aulacodus-nav., die gleichfalls ausschliesslich des nav. Medialseite angehört; auf derselben artikulirt ein zweites überzähliges Knöchelchen (r), das des Aulacodus-Fusses Medialseite auszeichnet. Dasselbe hat ausser seiner nav.-Facette eine Gelenkfläche für das im lig. cal.-nav. mediale vorhandene überzählige Knöchelchen (β), und ist mit des t_1 Proximal-plantar-Ecke durch Bandfasern fast unbeweglich verbunden, eine Gelenkfläche am t_1 besitzt es nicht. Dieses Knöchelchen entspricht, wie seine Lage ergibt, annähernd demjenigen, das bei vielen Raubtieren gegenüber der Articulatio nav.- t_1 gelegen ist, und im Maximum seiner Ausbildung sowohl am t_1 wie nav. artikulirt; es unterscheidet sich von ihnen aber dadurch, dass es nicht nur der Articulatio nav.- t_1 gegenüberliegt, sondern über dieselbe hinaus am nav. entlang zieht, d. h. es vertritt auch die nav.-Tuberositas medialis gewisser Tiere. — Das bei Aulacodus im lig. cal.-nav. mediale vorhandene überzählige Knöchelchen (β) weicht von der normalen Form nicht ab, es artikulirt am ast. auf der Reibfläche des lig. cal.-nav. mediale (r), am nav. an der Stelle, die sonst den Fibrillen des lig. cal.-nav. mediale zur Insertion dient, es hat eine Gelenkfläche für das zweite Sesambein (r) der medialen Fussseite, wie beim Biber für das t_1 und trägt endlich an seiner Medialseite eine Reibfläche für die Sehne des Musc. tibialis posticus. Diese Sehne setzt sich dann vorwiegend an das erste Sesambein (β), geht aber mit einer grossen Anzahl von Fibrillen über dasselbe hinweg, umhüllt mit ihnen das zweite Knöchelchen (r) und inserirt mit ihnen an demselben und an des t_1 Plantar-medial-Ecke. Es zeigt sich hier wiederum, dass das Knöchelchen (r) eine Einlagerung in die Fibrillen der Musc. tibialis posticus-Endsehne darstellt.

Am Aulacodus variegatus-Fuss ist gegenüber der t_1 -Medialseite ein überzähliges Knöchelchen nicht vorhanden, es verläuft hier des

Musc. tibialis posticus mts₁-Ast in normaler Weise, aber sehr schwach ausgebildet, an die mts₁-Basis, von dem Sehnenast geht ein blind endender starker Zweig aus, welcher scheinbar ausschliesslich von dem Sesambein im lig. cal.-nav. mediale entspringt und in normaler Weise eine Scheide für den Musc. hallucis extensor longus trägt. Sonst ist über den Aulacodus-Fuss noch folgendes zu bemerken, die Musc. digitorum flexor medius-Endsehne ist in normaler Weise vorhanden und verwächst gegenüber der t₁-Planta mit der Musc. digitorum flexor profundus-Endsehne; drittens ist wichtig, dass bei Aulacodus variegatus des Musc. hallucis extensor longus Endsehne nicht an den rudimentären Finger verläuft, sondern an den d₂; es könnte dies zu dem Irrtum Veranlassung geben, es sei die Musc. hallucis extensor longus-Endsehne an den d₂ „hinübergerückt“, eine solche Annahme wäre unrichtig, denn bei Dactylomys amblyonyx hat der Musc. hallucis extensor longus zwei Endsehnern, von denen die eine an den d₁, die andere an den d₂ verläuft; es ist bei Aulacodus also eine von diesen Sehnen atrophirt und zwar die t₁-Sehne.

Der Aulacodus variegatus-Fuss bietet die beste Grundlage für die Erklärung der bei den Rodentia subungulata vorhandenen spezifischen Fuss-Characterere:

Coelogenys paca (Fig. 26) hat wie Aulacodus am Fuss 5 Zehen, von denen die erste deutliche Spuren der Verkümmerng aufweist, das nav. dieses Tieres stimmt auffällig mit dem des Aulacodus überein, es hat eine ungemein grosse Tuberositas plantaris, dagegen keine Tuberositas medialis, an seiner Proximalseite findet sich, wie gewöhnlich, die Gelenkfläche für den ast., an seiner Distalseite sind dagegen wie bei Aulacodus nur zwei Gelenkflächen, eine für das t₃, die andere für das t₂, es fehlt also hier die t₁-Facette. An des nav. Medialseite finden sich wie bei Aulacodus zwei überzählige Gelenkflächen, die erste, welche unmittelbar an des nav. ast.-Facette stösst, ist zur Artikulation mit dem im lig. cal.-nav. mediale vorhandenen Knöchelchen (β) bestimmt. Dieses Knöchelchen hat Gestalt und Verbindung wie der homologe Knochen am Aulacodus-Fuss. Die bei Coelogenys paca an des nav. Medialseite vorhandene zweite überzählige Gelenkfläche berührt unmittelbar die eben genannte Facette und reicht bis zu des Knochens t₂-Facette, sie stimmt also in Form und Lage mit der am Aulacodus-Fuss vorhandenen zweiten überzähligen Gelenkfläche überein; aber an dieser Gelenkfläche artikuliert bei Coelogenys paca nicht ein selbständiges überzähliges Knöchelchen (γ), das dem t₁ angelagert ist, sondern das t₁ selbst. Bei den Menschen, sämtlichen Affen und Raubtieren liegt des t₁ Proximalseite in einer Ebene mit des t₂ und t₃ Proximalseite und artikuliert infolge dessen wie sie an des nav. Distalseite, auch bei Aulacodus variegatus liegen der drei Tarsalia Proximalseiten in einer Ebene, obschon hier das t₁ nicht mehr an des nav. Distalseite eine Gelenkfläche besitzt, ausserdem ist bei Aulacodus noch dem t₁ an seiner Proximal-plantar-Ecke ein selbständiges Knöchelchen

(ι) angelagert, welches das t_1 in proximaler Richtung überragt, sich an des nav. Medialseite legt und an derselben sowie an den Knöchelchen (β), das im lig. cal.-nav. mediale liegt, ein Gelenk bildet. Das Coelogenys paca- t_1 reicht in proximaler Richtung weit über des t_2 und t_3 Proximalseite hinaus, es schiebt sich in Folge dessen an des nav. Medialseite entlang und artikuliert dort an des nav. zweiter überzähliger Gelenkfläche, die bei Aulacodus für das dem t_1 angelagerte überzählige Knöchelchen (ι) bestimmt ist. Der Fortsatz, mit welchem das Coelogenys- t_1 an des nav. Medialseite entlang zieht, ist gegenüber dem t_1 -Körper von auffälliger Zartheit und macht den Eindruck einer Tuberositas, er artikuliert ausserdem noch an dem überzähligen Knöchelchen (β), das bei Coelogenys paca im lig. cal.-nav. mediale liegt, während bei Aulacodus das dem t_1 angelagerte Knöchelchen eine entsprechende Gelenkfläche trägt, dagegen hat auch bei Coelogenys paca das t_1 keine Gelenkfläche für des nav. Distal-seite. — Aus der Vergleichung geht mit Sicherheit hervor, dass der bei Coelogenys paca am t_1 vorhandene, proximalwärts vorspringende Knochenteil, der am nav. und dem überzähligen Knöchelchen des lig. cal.-nav. mediale artikuliert, homolog ist dem am Aulacodus-Fuss vorhandenen Knöchelchen, das dem t_1 an der Plantar-medial-Ecke angelagert ist und gleichfalls am nav. und lig.-cal.-nav.-mediale-Knöchelchen artikuliert. Würde hier das Knöchelchen mit dem t_1 verwachsen, so würde bereits bei Aulacodus das t_1 die Form aufweisen, die es am Coelogenys paca-Fuss besitzt. Man ist daher sehr berechtigt anzunehmen, dass umgekehrt das Coelogenys paca- t_1 auf diese Weise aus einem Aulacodus-gleichen t_1 und dem damit verbundenen überzähligen Knöchelchen (ι) entstanden ist. Da aber das Knöchelchen (ι) demjenigen Musc. tibialis posticus-Sehnenast entspricht, der an des nav. Medialseite entlang zum t_1 zieht, ist allerdings noch die Möglichkeit vorhanden, dass bei Coelogenys paca dieser Sehnenast direkt vom t_1 aus ossifiziert ist.

Der Musc. hallucis abductor ist am Coelogenys paca-Fuss bindegewebig, was nicht weiter wunderbar ist, da der zugehörige erste Finger fast rudimentär geworden ist. Der Musc. hallucis extensor longus geht am Coelogenys-Fuss wie bei Aulacodus an den d_2 .

Hydrochoerus capybara, Cavia cobaya und aperea stehen in der Ausbildung ihrer medialen Fussseite genau auf der Entwicklungsstufe des Coelogenys paca-Fusses, obgleich bei allen der erste Finger bis zum t_1 rudimentär geworden ist.

Bei einem Hydrochoerus-Fötus von beträchtlicher Grösse ist das beim erwachsenen Tier im lig. cal.-nav. mediale befindliche Knöchelchen bereits knorplig vorgebildet, der ganze Fuss hat die Structur des erwachsenen, nur sind seine Knochen noch knorplig.

Bei einem Embryo von Cavia cobaya fand Baur das spätere Knöchelchen des lig. cal.-nav. mediale bereits als Knorpelkern vorgebildet und schliesst daraus, dass das Knöchelchen ein primäres sei und dem Tibiale des Amphibienfusses entspreche. Ueber den Wert

der Ontogenese zur Erklärung phylogenetischer Fussfragen ist bereits an anderer Stelle ausführlich abgehandelt worden. Baur's Annahme, dass das Knöchelchen ein „Tibiale“ sei, wird von ihm durch keine Beweisführung gestützt, es wird sich auch schwerlich dafür ein Beweis finden lassen. Da nachgewiesen ist, dass das Knöchelchen secundär entsteht, fällt ohnehin die Baur'sche Annahme.

Der *Dasyprocta aguti*-Fuss steht in der Ausbildung seiner Medialseite sehr nahe denjenigen der bisher untersuchten *Rodentia subungulata*; geht aber in einigen Characteren über dieselben hinaus; dies zeigt sich in folgendem: Auch am *Dasyprocta*-Fuss ist der d_1 bis auf das t_1 gänzlich verschwunden, das t_1 ist aber ausserdem noch mit der mts_2 -Basis völlig verwachsen und bildet eine Art Fortsatz an derselben, während bei den anderen Halbhufpföttern das t_1 nur durch straffe Bandfasern mit der mts_2 -Basis verbunden ist. Ferner schiebt das *Dasyprocta*- t_1 einen Fortsatz an des nav. Medialseite vor, und artikuliert mit dem im lig. cal.-nav. mediale vorhandenen Knöchelchen, es artikuliert aber nicht mehr mit des nav. Medialseite wie bei den anderen Hufpföttern. Während also bei *Aulacodus* und den bisher untersuchten *Rodentia subungulata* das Rudimentärwerden des t_1 sich darin zeigte, dass der Knochen seine Gelenkfläche an des nav. Distalseite verlor, hat das bei *Dasyprocta* noch stärker reducirte t_1 auch seine Gelenkfläche an des nav. Medialseite eingebüsst. In allen anderen Characteren stimmen die *Rodentia subungulata*-Füsse an ihrer Medialseite mit einander überein.

Bei *Dactylomys amblyonyx* ist vom lig. cal.-nav. mediale der Distalabschnitt in ein selbständiges Knöchelchen umgewandelt, dasselbe artikuliert mit des nav. Medialseite, liegt aber nicht nur wie bisher an des Fusses Medialseite, sondern reicht weit in die Fussplanta hinein, es drängt sich hier gewissermassen in den Zwischenraum zwischen des nav. Plantarseite und des sustentaculum tali Medialrand und bildet mit des nav. ast.-Facette eine fast geschlossene halkugelige Concavität für den ast.-Kopf. Des Knochens Vergrösserung ist natürlicherweise nicht auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale geschehen, denn das viel kleinere Knöchelchen des *Hydrochoerus*-Fusses nimmt bereits des Bandes ganze Breite ein, sondern sie kommt auf folgende Weise zu Stande: Das lig. cal.-nav. plantare entspringt am *Hydrochoerus*-Fuss mit einem starken Faserzug vom cal.-Körper zwischen vorderer und medialer Facette und zieht zwischen nav. und sustentaculum tali an des im lig. cal.-nav. mediale liegenden Knochenkerns Plantarseite, mit welcher es verwächst. Bei *Dactylomys amblyonyx* ist dieses Fibrillenbündel vom Knöchelchen aus zum Teil ossifiziert und erzeugt dadurch dessen Plantarausbuchtung. Des *Musc. tibialis posticus* Endsehne hat bei *Dactylomys* an des Knochens Medialseite eine Reibfläche und inseriert dann an demselben. Höchst wichtig ist es, dass das Knöchelchen ausser dieser Reibfläche an seiner Plantarseite noch eine für des *Musc. digitorum flexor medius* Endsehne besitzt; da diese Sehne

mehr lateralwärts in die Fusssohle verläuft als die *Musc. tibialis posticus*-Endsehne, so ist damit zugleich der Beweis geliefert, dass der Knochen in plantar-lateraler Richtung stark verlängert sein muss, denn bei anderen Tieren reibt die Sehne, nachdem sie an des sustentaculum tali Medialrand entlang gezogen ist, an des lig. cal.-nav. plantare Plantarseite. Des *Musc. digitorum flexor medius* Endsehne verwächst dann gegenüber der t_1 -Basis mit des *Musc. digitorum flexor profundus* Endsehne.

Der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne mts_1 -Ast, entspringt bei *Dactylomys* als Band von dem auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale entstandenen Knöchelchen und zieht über des *Musc. tibialis anticus* Endsehne hinweg an das mts_1 . Von dem Sehnenast entspringt ein blind endender Zweig mit der Scheide für die *Musc. hallucis extensor longus*-Endsehne. An der Stelle, wo dieser Zweig aus dem Sehnenast entspringt, liegt ein kleines Knöchelchen im Sehnenast, das dessen Verlauf nicht im geringsten unterbricht und darstellt das dem t_1 angelagerte überzählige Knöchelchen, welches hier also nur die Grösse hat, die es am *Procyon*-Fuss erreicht.

Die *Musc. tibialis anticus*-Endsehne geht bei *Dactylomys amblyonyx* vorwiegend an des t_1 Medialseite, mit einigen wenigen Fasern auch an die mts_1 -Basis. Vorhanden ist ferner am *Dactylomys*-Fuss ein normaler *Musc. hallucis flexor medialis*, sowie das darunter liegende Muskelchen, das des nav. Tuberositas plantaris mit der mts_1 -Basis verbindet, ausserdem ein sehnig gewordener *Musc. hallucis abductor*. Endlich verläuft am *Dactylomys amblyonyx*-Fuss des *Musc. hallucis extensor longus* Endsehne in durchaus normaler Weise an den Fuss, spaltet sich jedoch der mts_1 -Basis gegenüber in zwei Sehnenäste, von denen der eine an des mts_2 -Medialseite entlangläuft bis zur Fingerspitze, während der andere auf dem d_1 -Rücken entlangzieht bis zu des d_1 phalanx II; hieraus wird es klar, woher es kommt, dass bei einigen Nagern der Muskel, welcher von den Anthropotomen *Musc. hallucis extensor longus* genannt wird, im Widerspruch mit diesem Namen nur am d_2 inserirt.

Cricetomys gambianensis besitzt an seines Fusses Medialseite das auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale in dessen Distalabschnitt entstandene überzählige Knöchelchen, dasselbe artikulirt am nav. sowie am t_1 , seine Gelenkfläche für das t_1 ist nur klein, ausserdem gelenkt das t_1 an des nav. Medialseite. An dem Knöchelchen inserirt und endet ausserdem des *Musc. tibialis posticus* Endsehne, nachdem sie an seinem Proximalrand in einer Reibfläche entlanggezogen ist.

In seiner Musculatur weicht der *Cricetomys*-Fuss von der normalen Form nicht ab, seine *Musc. tibialis anticus*-Endsehne inserirt vorwiegend am t_1 , daneben aber auch an des Fusses mts_1 -Basis. Der *Musc. hallucis extensor longus* hat nur die Endsehne für den d_1 . Vorhanden sind ferner an ihm in normaler Weise der *Musc. hallucis flexor medialis* und *lateralis* sowie der *Musc. digitorum flexor profundus*,

dessen Endsehne in normaler Weise verwächst mit der *Musc. digitorum flexor medius*-Endsehne.

Sehr wichtig ist, dass am *Cricetomys gambianensis*-Fuss von der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne der mts_1 -Ast in typischer Ausbildung vorhanden ist, er verläuft als „Band“ von dem überzähligen Knöchelchen im *lig. cal.-nav. mediale*, an dessen Medialseite entspringend, überquert des t_1 ganze Medialseite, des *Musc. tibialis anticus* Endsehne und inseriert an der mts_1 -Basis; es sendet ferner in normaler Weise einen blind endenden Zweig aus, welcher die Scheide für die *Musc. hallucis extensor longus*-Endsehne trägt. An der Stelle wo dieser Fibrillenzweig vom Sehnenast ausgeht, liegt bei vielen bisher untersuchten Tieren das dem t_1 angelagerte Knöchelchen, wenn es im Minimum seiner Entwicklung vorhanden ist; dem *Cricetomys gambianensis*-Fuss fehlt dasselbe vollständig, die Bandfibrillen werden weder durch einen Knochen- noch durch einen Knorpelkern unterbrochen. Durch diesen Fusscharacter zeichnet sich *Cricetomys gambianensis* in hervorragendster Weise aus, denn nur sehr wenigen fünfzehigen Nagern fehlt das dem t_1 angelagerte Knöchelchen vollständig.

Die Kaninchen-Füsse besitzen an ihrer Medialseite keinen überzähligen Knochen, noch solche Knochenteile, welche als Prähalluxreste gedeutet werden können. Dies hat bereits Winge constatirt. Die Structur des Kaninchenfusses ist folgende: Er hat ein vollständiges *lig. cal.-nav. mediale*, das am *ast.*-Kopf eine Reibfläche besitzt, sein *nav.* weist zwar eine enorm grosse *Tuberositas plantaris* dagegen gar keine *Tuberositas medialis* auf, sein t_1 hat nur eine Gelenkfläche für das *nav.*, das t_1 ist untrennbar mit dem mts_2 verwachsen, der d_1 fehlt vollständig bis auf das t_1 . Es fehlt dem Kaninchenfuss ferner der *Musc. hallucis extensor longus*, während sein *Musc. tibialis posticus* nur in dem Teil vorhanden ist, der vom *Malleolus internus* abwärts zieht, wie dies der Fall ist bei fast allen Säugetieren, die extreme Lauforganismen sind: Vom *Malleolus internus* plantarwärts ist die Sehne vollständig ausgebildet, sie zieht über das *lig. cal.-nav. mediale* und mit ihm verwachsen an das *sustentaculum tali*, dann an des *nav.* Medialseite entlang, ferner über des t_1 ganze Medialseite, sowie über des *Musc. tibialis anticus* allein vorhandene mts_1 -Sehne bis zur mts_1 -Basis; sie erleidet also in ihrem Plantar-Verlauf nirgends eine Unterbrechung. Vorhanden ist am Kaninchenfuss ferner ein normaler *Musc. digitorum flexor profundus*, der vier Sehnenäste an die vorhandenen vier Finger sendet, über ihm liegt der *Musc. digitorum flexor sublimis*, mit gleichfalls 4 Sehnen für die vier Finger. Neben dem *profundus* verläuft am Kaninchenfuss ein merkwürdiger Muskel, dessen Sehne am *Malleolus internus* durch die Scheide des *Musc. digitorum flexor medius* in die Fusssohle tritt, die Sehne geht dann dicht an den Tarsalknochen entlang distalwärts, verwächst aber nicht mit dem *Musc. digitorum flexor profundus*, wie dies gewöhnlich der *Musc. digitorum flexor medius*

tut, sondern geht neben demselben her an den d_2 Articulationen d_2 - $d_{2,1}$. Ueber der Sehne zieht der Nervus plantaris internus in normaler Weise an den Fuss und über dem Nervus plantaris internus breitet sich aus ein normales fächerförmiges Band, das entspringt gegenüber der t_1 -Medialseite an der Musc. tibialis posticus-Endsehne und quer in die Fusssohle hineinzieht zur Insertion an den Musc. digitorum flexor sublimis. Die Lage des erwähnten selbständigen d_2 -Muskels beweist, dass derselbe ein wirklicher Musc. digitorum flexor medius ist. Wie aber seine Sehne zu ihrer Selbständigkeit gelangt ist, ist mir nicht klar und bedarf weiterer vergleichender Untersuchungen: Die Sehne hat entweder überhaupt keine Verbindung mit dem Musc. digitorum flexor profundus gehabt, wie dies bisweilen vorkommt, oder aber sie ist secundär selbständig geworden; die Verbindung der beiden Sehnen ist ja überhaupt eine sehr variable und mannigfaltige, wie bereits von E. Schultze: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 1867. S. 1 nachgewiesen worden ist.

Die untersuchten Hasenfüsse stimmen alle bis auf einen mit den untersuchten Kaninchenfüssen anatomisch aufs genaueste überein, es findet sich auch an ihnen ein wohlausgebildetes fächerförmiges Band, das gegenüber der t_1 -Medialseite von der Musc. tibialis posticus-Endsehne entspringt und am Musc. digitorum flexor sublimis inserirt. Bei einem einzigen der untersuchten Hasen ist aber ein grosser Teil dieses Bandes ersetzt durch einen Knochenkern, dessen Kopf gegenüber der t_1 -Medialseite in die Musc. tibialis posticus-Endsehne eingelagert ist, während sein Plantarabschnitt in dem fächerförmigen Bande liegt. Unter diesem Knochen verläuft der Nervus plantaris internus und der Muskel des Fusses, welcher als Musc. digitorum flexor medius zu deuten ist. Die Lage dieses überzähligen Knöchelchen beweist unwiderleglich, dass es selbst homolog ist dem Knochen, welcher bei vielen der bisher untersuchten Tiere der t_1 -Medialseite gegenüber liegt. Da er an Hasenfüssen individuell auftritt und an jungen Kaninchen- und Hasenfüssen nicht vorhanden ist, so ist es zweifellos, dass er eine secundäre Bildung ist und daraus ist mit Sicherheit zu schliessen, dass er auch bei den Tieren, wo er immer vorkommt, eine secundäre Bildung ist.

Habrecoma Benetti unterscheidet sich an ihres Fusses Medialseite nur dadurch von Dactylomys amblyonyx, dass bei ihr das im lig. cal.-nav. mediale entstandene überzählige Knöchelchen (β) noch weiter plantarwärts entwickelt ist und zwischen des nav. Plantarrand und des Sustentaculum tali Distalseite bis zum cal.-Körper reicht.

Die von mir ferner untersuchten Nagetierarten Heliophobius argentatus, Dipus sagitta, Georhynchus capensis, Sciurus vulgaris bieten in Betreff der sogenannten Prähalluxrudimente nichts wesentlich neues:

Heliophobius argentatus steht in der Ausbildung seiner medialen Fussseite auf der Entwicklungsstufe, die derjenigen des Biberfusses entspricht.

Dipus sagitta besitzt nur drei vollständig entwickelte Fussfinger, deren mts. verwachsen sind. Vom ersten Finger ist nur das t_1 vorhanden, verwachsen mit dem mts₂. Der *Musc. hallucis extensor longus* fehlt bei *Dipus sagitta*, seines *Musc. tibialis anticus* Endsehne inserirt zweifellos am t_1 , obgleich dies nicht genau zu bestimmen ist wegen der Verwachsung des t_1 mit dem mts₂. Am *Dipus sagitta*-Fuss ist ferner das lig. cal.-nav. mediale in seinem Distalabschnitt verknöchert. Das Knöchelchen artikuliert an des nav. Tuberositas medialis, dagegen nicht mit dem t_1 , das nur eine Gelenkfläche für das nav. besitzt. Der *Musc. digitorum flexor profundus* und der *Musc. digitorum flexor medius* sind in normaler Weise vorhanden und verwachsen mit einander der t_1 -Basis gegenüber. Der t_1 -Medialseite gegenüber liegt kein überzähliges Knöchelchen; es fehlt dem Fuss der *Musc. hallucis abductor*, weil die erste Zehe verschwunden ist, und infolge dessen tritt der Nervus plantaris internus nach Entfernung der Haut unbedeckt zu Tage. Im übrigen besitzt der *Dipus sagitta*-Fuss an seiner Planta eine wahre Mustersammlung von überzähligen Knöchelchen, 3 Stück nämlich, von denen wohl niemand im Ernste behaupten wird, dass sie Fingerrudimente oder dem Säugetierfuss fehlende primäre Tarsalknochen seien, da sie sämtlich den mts.-Basen gegenüberliegen, resp. an denselben artikulieren, also gänzlich der Fussplanta angehören. Sie sind Verknöcherungen des Bandes, welches von den Tarsalknochenplanten an die mts.-Basen zieht und die Scheide für die *Musc. peroneus longus*-Sehne bildet. Analoge Verknorpelungen der entsprechenden Bandabschnitte sind an den Leporiden-Füssen zu finden, sie bereiten an diesen Füssen die Entstehung jener secundären Knöchelchen vor.

Bei *Pseudostoma bursarium* ist das lig. cal.-nav. mediale in seinem distalen Abschnitt verknöchert, der Knochenkern artikuliert am ast., nav. und t_1 . Das der t_1 -Medialseite angelagerte überzählige Knöchelchen fehlt diesem Fuss.

Der *Sciurus vulgaris*-Fuss hat an seiner Medialseite Charaktere, die denen des Biberfusses sehr nahe kommen, es sind an ihm vorhanden das überzählige Knöchelchen im lig. cal.-nav. mediale und ebenso das der t_1 -Medialseite anliegende, das letztere besitzt einen Kopf und einen eigentümlichen, an seinem Ende knopfartig verdickten Plantarteil (Fig. 42u.), derselbe ist ossifiziert. Am *Sciurus vulgaris*-Fuss inserirt des vollständigen *Musc. hallucis abductor* Zwischensehne (Fig. 22ss) an dem überzähligen t_1 -Knochen, während des Muskels fleischiger Fusssohlenbauch verwachsen mit dem *Musc. hallucis brevis* vom Knöchelchen entspringt. An dieses Fusses Medialseite kommen ferner zwei seltenere Sehnenverknöcherungen vor: Die eine findet sich in der *Musc. digitorum flexor profundus*-Endsehne und artikuliert an des Sustentaculum tali Planta, eine ebenso starke Verknöcherung hat die *Musc. tibialis anticus*-Endsehne und zwar unmittelbar plantarwärts von ihrer im lig. cruciatum liegenden Scheide.

Am *Rhizomys sumatrensis*-Fuss hat der *Musc. hallucis extensor longus* nur die d_1 -Sehne, der *Musc. tibialis anticus* inserirt am t_1 und mts_1 , im *lig. cal.-nav. mediale* ist der distale Abschnitt in das bekannte überzählige Knöchelchen umgewandelt, dasselbe artikulirt mit dem *nav.* und t_1 , an ihm inserirt und endet des *Musc. tibialis posticus* Endsehne. Das t_1 artikulirt ausserdem noch am *nav.* Ferner ist bei *Rhizomys sumatrensis* vorhanden ein zweites überzähliges Knöchelchen, das entschieden homolog ist demjenigen, welches bei anderen Nagern der t_1 Medialseite gegenüberliegt, denn es besitzt dessen sämmtliche Charactere: von ihm entspringt ein blind endendes Bändchen mit der Scheide für des *Musc. hallucis extensor longus* Endsehne, es steht durch Bänder mit der mts_1 -Basis in Verbindung, mit seiner Unterseite verwächst der *Musc. hallucis flexor medialis* und unter ihm zieht der *Nervus plantaris internus* dahin. Bei *Rhizomys sumatrensis* artikulirt dieser Knochen aber nicht am t_1 wie bei allen bisher untersuchten Tieren, sondern an dem überzähligen Knochen der in des *lig. cal.-nav. mediale* distalem Abschnitt entstanden ist. Was aber noch wichtiger ist: am *Rhizomys sumatrensis*-Fuss spaltet sich des *Musc. digitorum flexor medius* Endsehne nach ihrem Durchtritt durch ihre *Malleolus internus*-Scheide in zwei Aeste, von denen der eine in normaler Weise verwächst mit der *Musc. digitorum flexor profundus*-Endsehne gegenüber der t_3 -Basis, der zweite Ast zieht an des Fusses überzähliges Tarsalknöchelchen, welches einen *Musc. hallucis abductor*-Abschnitt vertritt, an dessen Ober (medial) seite inserirt und endet er. Der *Rhizomys sumatrensis*-Fuss lehrt also unwiderleglich, dass der *Musc. digitorum flexor medius* nicht, wie Winge und ich früher angenommen haben, bei einigen Tieren mit der *Musc. digitorum flexor profundus* Endsehne verwächst, bei anderen an dem überzähligen Knöchelchen inserirt, welches der t_1 -Medialseite angelagert ist, sondern dass für beide Fusspartien getrennte Sehnen vorhanden sind; ist an einem Fuss nur eine dieser beiden Sehnen vorhanden, so ist die andere atrophirt. Beide Sehnen gehören aber in *facto* nicht einem einzigen Muskelbauch an, sondern zweien, die nur bei *Rhizomys sumatrensis* vollständig mit einander verwachsen sind, bei anderen Tieren völlig getrennt vorkommen.

Die osteologischen Charactere, die am *Rhizomys sumatrensis*-Fuss ihre erste Ausbildung erfahren, zeigen am Fuss der kletternden *Hystriciden* das Maximum ihrer Entwicklung: Bei *Erethizon dorsatum* (Fig. 48 schematisirt) besitzt das *nav.* normale Ausbildung, an seiner Distalseite trägt es drei Gelenkflächen für die 3 *Tarsalia*, an seiner Proximalseite wie gewöhnlich die Gelenkfläche für den *ast.*, an seiner Medialseite hat es keine *Tuberositas medialis*, dagegen eine überzählige Gelenkfläche, an derselben artikulirt ein sehr grosses überzähliges Knöchelchen (*en-ca*), das auf Kosten des *lig. cal.-nav. mediale* entstanden ist und zugleich die *nav.-Tuberositas medialis* vertritt, dasselbe gelenkt wie gewöhnlich am *ast.-Kopf* (bei *r*) und ebenso mit des t_1 *Tuberositas medialis* (*et*) in einer sehr grossen Gelenk-

fläche, ferner an der nav.-Medialseite aber nur mit seinem proximalen Abschnitt (ea), welcher dem ursprünglichen Distalabschnitt des lig. cal.-nav. mediale entspricht, der die nav.-Tuberositas medialis darstellende Knochenteil (en) artikuliert nicht am nav. Des Tieres t_1 -Tuberositas medialis überragt, obgleich sie an dem im lig. cal.-nav. mediale entstandenen überzähligen Tarsalknochen artikuliert den t_1 -Körper nicht in proximaler Richtung und schiebt sich deshalb auch nicht an der nav. Medialseite entlang, dadurch weicht sie von der t_1 -Tuberositas medialis der übrigen Nager sehr wesentlich ab. An dem Knochen inseriert und endet des Musc. tibialis posticus Endsehne, darin stimmt dieser Knochen mit vielen anderen homologen durchaus überein. Er trägt aber ausserdem noch an seiner Medialseite zwei Gelenkflächen, von denen die eine vertikal steht, während die andere einen wulstartigen Vorsprung zur Unterlage hat und horizontal liegt. An diesen zwei Gelenkflächen artikuliert ein überzähliges Knöchelchen von pilzartiger Form mit seinem verschmälerten Stiel (Fig.48u); dasselbe hat folgende Form und Verbindung mit den benachbarten Tarsalelementen. Es steht mit der nav.-Tuberositas plantaris sowie mit dem nav.-und t_1 -Dorsum durch Bandfasern in engster Verbindung, von seiner Distal-seite entspringen ein blindendendes Bändchen, welches die Scheide für den Musc. hallucis extensor longus trägt; mit seiner Lateralseite verwächst der Musc. hallucis flexor medialis, von seiner Plantarseite verlaufen Bandfasern an den Musc. digitorum flexor sublimis und an seiner Proximalseite inseriert und endet die Muskelsehne, welche von mir als des Musc. abductor hallucis Zwischensehne(ss) bezeichnet worden ist. Unter dem Knochen zieht der Nervus plantaris internus in die Fuss-sole, dagegen fehlt dem Erethizon-Fuss die Musc. digitorum flexor medius-Endsehne. Die Vergleichung lehrt, dass der Knochen zweifellos homolog demjenigen ist, der bei vielen der bisher untersuchten Individuen der t_1 -Medialseite gegenüberliegt und vertritt also entweder einen Abschnitt des fächerförmigen Bandes gewisser Säugetiere oder einen Musc. hallucis abductor-Abschnitt der anderen; er unterscheidet sich von den homologen Knochen dadurch, dass er nicht an des t_1 Medialseite inseriert, sondern wie bei Rhizomys sumatrensis an dem überzähligen Knochen, der im lig. cal.-nav. mediale entstanden ist. Es entsteht nun die Frage, woher kommt es, dass das überzählige Knöchelchen, welches einen Musc. hallucis abductor-Abschnitt vertritt, bei den meisten der damit versehenen Tiere an des t_1 Medialseite artikuliert, während er bei Rhizomys sumatrensis und Erethizon an dem im lig. cal.-nav. mediale entstandenen überzähligen Knöchelchen gelenkt? Diese Frage kann erst dann beantwortet werden, wenn eine dritte Lage des Knochens besprochen worden ist. Ferner ist festzustellen, woher es kommt, dass die bei Erethizon an des Fusses Medialseite vorhandenen überzähligen Knöchelchen durch zwei Gelenkflächen mit einander artikulieren, während die homologen Knochen des Rhizomys sumatrensis-Fusses nur eine solche besitzen.

Insectivoren, Beuteltiere und Edentaten.

Die Insectivoren lehren in Betreff der angeblichen Prähalluxrudimente nichts neues, mit Ausnahme des Igels: Der Igel besitzt an seines nav. Medialseite einen kleinen proximalen Anhang, der wie alle homologen nav.-Anhänge dadurch entstanden ist, dass des zugehörigen lig. cal.-nav. mediale distaler Abschnitt ossifiziert und mit dem nav. verwachsen ist; er springt aus dem nav.-Körper unter Erzeugung eines Winkels mit scharf markierter Scheitellinie proximalwärts vor, behält also eine gewisse Selbständigkeit und artikuliert wie gewöhnlich mit des ast.-Kopfes Reibfläche für das lig. cal.-nav. mediale. An dem Fortsatz inseriert und endet des Musc. tibialis posticus Endsehne. — Dem Igelfuss fehlt vollständig das überzählige Knöchelchen, welches, wenn es vorhanden ist, einen Musc. hallucis abductor-Abschnitt vertritt, desgleichen mangelt dem Igelfuss gänzlich der Musc. digitorum flexor medius. Sehr interessant ist nun, dass am Igelfuss der Musc. hallucis abductor als langer ununterbrochener Muskel auftritt, dessen Fusssohlenabschnitt allerdings nicht mehr muskulös, sondern sehnig gestaltet ist. Der Muskel tritt mit einer Endsehne am Malleolus internus durch die Scheide, welche sonst der Musc. digitorum flexor medius-Endsehne als Rinne dient, verbreitert sich dann zu einer Fibrillenplatte, die inseriert am cal.-Körper und Musc. digitorum flexor sublimis-Muskelbauch, sowie an des nav. und t_1 Medialseite; sie verwächst endlich untrennbar mit dem Musc. hallucis flexor medialis; unter dieser Fibrillenplatte zieht der Nervus plantaris internus dahin. Der Igelfuss beweist somit unwiderleglich, dass der Musc. hallucis abductor ursprünglich ein langer Muskel ist, dessen langer Bauch und dessen Zwischensehne mit dem der t_1 -Medialseite anliegenden Knöchelchen nichts zu tun haben, denn sie finden sich auch an Füßen, denen ein solcher Knochen vollständig fehlt. Aber nicht bei allen Tieren bleibt der Musc. hallucis abductor ein langer Muskel, bei vielen hat er seinen Tibialabschnitt eingebüsst und ist ein kurzer Sohlenmuskel geworden. Dass an den Gliedmassen eine Anzahl ursprünglich langer Muskeln im Verlauf der Phylogenese secundär in kurze Muskeln verwandelt werden, ist eine bereits von Gadow erkannte und ausgesprochene Tatsache, am einfachsten und klarsten wird dies bewiesen durch den Musc. digitorum flexor sublimis, derselbe präsentiert sich am Menschenfuss als kurzer Muskel, welcher fleischig von der Ferse entspringt und mit Endsehnern an die einzelnen Fussfinger verläuft. Bereits bei den Affen ist er ein langer Muskel, der fleischig vom Femur entspringt, mit einer Zwischensehne an der Ferse durch einen Sulcus verläuft, er wird dann wieder fleischig und endet mit Endsehnern an den Fingern wie bei den Menschen. Bei den Wiederkäuern ist er gleichfalls ein langer Muskel, zieht mit einer Zwischensehne an der Ferse durch einen Sulcus, wird dann aber nicht mehr fleischig, sondern bleibt ein Sehnenstrang der mit Aesten an die einzelnen Finger verläuft. Dieser Muskel weist

also Modificationen auf, die denen des *Musc. hallucis abductor* aufs allergenaueste entsprechen und deren Entstehung mithin aufs beste illustriren.

Condilura cristata, *Talpa wogura*, *Scalops aquaticus* entsprechen in der Ausbildung der nav.- und t_1 -Medialseite dem Igel, doch lässt sich bei *Condilura* des *Musc. tibialis posticus* Endsehne bis zur t_1 -Tuberositas medialis verfolgen. Alle drei Tiere unterscheiden sich dadurch vom Igel, dass ihrer t_1 -Medialseite ein überzähliger Knochen angelagert ist, und mit ihr gelenkt. Bei allen setzt sich der lang gebliebene *Musc. abductor hallucis* mit der Zwischensehne an dieses Knochens proximalen Rand, bei *Condilura* verbreitert sich indes diese Zwischensehne sehr stark kurz vor ihrem Ansatz an den Knochen, sie inserirt vorwiegend an demselben, umgeht aber ausserdem noch den Knochen mit starken Faserzügen, von welchen eine Anzahl mit dem *Musc. digitorum flexor sublimis* verwachsen, andere direkt übergehen in den *Musc. hallucis flexor medialis* d. h. der Muskel zeigt bei *Condilura* noch eine gewisse Selbständigkeit. Bei *Talpa wogura* ist der dem t_1 angelagerte überzählige Knochen ausserordentlich gross und ähnelt in der That fräppirend einem überzähligen Finger, da er sehr stark in distaler Richtung verlängert ist und fast die Grösse des stark verkürzten ersten Fingers besitzt, doch bietet er ausser seiner Grösse durchaus nichts bemerkenswerthes, er vertritt wie sonst einen *Musc. hallucis abductor*-Abschnitt.

Die Beuteltierfüsse bieten in Betreff der angeblichen Prähalluxrudimente nichts neues, diejenigen der *Didelphys*arten, des *Sarcophilus ursinus* und *Dasyurus viverrinus* haben Charactere, die mit denen der Insectivorenfüsse, abgesehen von unbedeutenden Abweichungen, übereinstimmen.

Bei *Myrmecophaga tetradactyla* besitzt das nav. an seiner Proximalseite einen Knochenanhang, der in Form einer Platte aus dem Knochenkörper proximalwärts vorspringt und dadurch entstanden ist, dass das lig. cal.-nav. mediale in seinem Distalabschnitt sowie die ihm anhaftenden Fibrillen des lig. cal.-nav. plantare vom nav. aus verknöchert sind; der so entstandene nav.-Anhang erstreckt sich deshalb ungemein weit in den zwischen der ast.- und nav.-Planta liegenden Zwischenraum fast bis zum cal.-Körper. Er bildet mit des nav. eigentlicher ast.-Facette einen fast rechten Winkel mit scharf ausgeprägter Scheitellinie und ist daher deutlich als nav.-Anhang zu erkennen. In Uebereinstimmung damit hat am ast. die Reibfläche des lig. cal.-nav. mediale ihre ursprüngliche Selbständigkeit völlig bewahrt.

Das *Myrmecophaga tetradactyla-t_1* hat eine grosse Tuberositas medialis, die proximalwärts vorspringt und mit einer grossen Gelenkfläche an des nav. Medialseite und deren Anhang artikulirt, diese Tuberositas ersetzt des nav. fehlende Tuberositas medialis, deren Stelle sie einnimmt, an ihrem Proximalende inserirt des *Musc. tibialis posticus* Endsehne, nachdem sie an des nav. Proximal-medial-Anhang

eine Reibfläche passiert hat. An des t_1 Tuberositas medialis befindet sich ferner eine Gelenkfläche für einen überzähligen Tarsalknochen, der homolog demjenigen ist, welcher bei anderen Tieren der t_1 -Medialseite angelagert ist. Der Knochen besitzt einen langen Hals, sein Kopf ist durch Bänder verbunden mit dem nav. und der mts_1 -Basis. Vom Knochen selbst entspringt das blind endende Band mit der Scheide für die *Musc. hallucis extensor longus*-Endsehne, die sich in zwei Aeste spaltet, von denen einer am d_1 phal.₂ der andere am d_2 phal.₂ inserirt. Des Knochens distal-plantare Ecke ist in einen extrem grossen Fortsatz ausgezogen, der rein distalwärts gerichtet ist und mit seiner Spitze der mts_1 -Mitte gegenüber liegt, diese Spitze liegt auf und ist verwachsen mit dem *Musc. hallucis flexor medialis*, der in normaler Weise inserirt an der *Articulatio mts₁-d₁*, 1-Medialseite. An des Knochens Medialseite und zwar in der Mitte inserirt eine sehr dünne Muskelsehne, die mit einem kleinen selbständigen Bauch sich löst aus dem *Musc. digitorum flexor medius*-Bauch und durchaus selbständig durch die für beide Sehnen gemeinsame Malleolus internus - Scheide zieht. Des *Musc. digitorum flexor medius* Endsehne verwächst darauf in durchaus normaler Weise mit des *Musc. digitorum flexor profundus* Endsehne und mit dem *Musc. quadratus plantae* gegenüber der t_3 -Planta, die zweite Sehne inserirt, wie bereits nachgewiesen ist, mit dem am t_1 liegenden überzähligen Tarsalknochen. In dieser zweiten Sehne, die einen eigenen kleinen Muskelbauch besitzt, sind offenbar des *Musc. hallucis abductor* rudimentär werdender langer Bauch und Zwischensehne zu erblicken. Sie finden sich am *Myrmecophaga tetradactyla*-Fuss in voller Ausbildung neben dem gleichfalls intact vorhandenen *Musc. digitorum flexor medius*, während bei den meisten anderen Tieren einer dieser Muskel gewöhnlich rudimentär geworden ist, nur bei *Rhicomys sumatrensis* bilden sie beide einen gemeinsamen Muskelbauch mit einer gegabelten Endsehne, zeigen also eine viel geringere Selbstständigkeit zu einander als bei *Myrmecophaga tetradactyla*.

Bei *Myrmecophaga tetradactyla* zeigt sich an des Fusses Medialseite ausser dem besprochenen überzähligen Knöchelchen ein zweites bisher nirgends gefundenes. Es wurde bereits früher darauf hingewiesen, dass bei den Säugetieren der Malleolus internus und der ast. durch das lig. tib.-ast. posticum und lig. tib.-ast. anticum miteinander verbunden sind und dass auf dem lig. tib.-ast. anticum reibend des *Musc. tibialis posticus* Endsehne in die Fusssohle zieht. Bei *Myrmecophaga tetradactyla* ist ein Teil dieses Bandes unter der Muskelsehne durch einen Knochenkern vertreten, der fast unbeweglich mit dem Malleolus internus verbunden ist und im Begriff steht mit dem ast. ein Gelenk auszubilden. Würde dieser Knochen mit dem Malleolus internus verwachsen, dann würde der Malleolus stark plantarwärts am ast. herabreichen, so tief, dass er im Maximum seiner Ausbildung berühren würde den am nav. auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale entstandenen Knochenanhang, weil unter gewöhnlichen Umständen das intacte lig. tib.-ast. anticum und lig. cal.-

nav. mediale in ihren Endpunkten einander berühren. Es giebt Malleoli interni, welche derartig entstandene Fortsätze besitzen, die allerdings nur am ast. artikuliren, sie finden sich bei den meisten Affen, ferner bei Ornithorhynchus paradoxus u. s. w.; ferner will es mir scheinen als ob bei menschlichen Klumpfüssen die Artikulation der tib. mit dem nav. auf ähnliche Weise entsteht; ob diese Vermutung berechtigt ist, werde ich in einer besonderen Arbeit klar zu legen suchen. Es ist wohl kein Zweifel, dass der bei Myrmecophaga tetradactyla im lig. tib.-ast. anticum vorkommende Knochen seine Entstehung verdankt dem auf das Ligament von der Musc. tibialis posticus-Endsehne ausgeübten Druck. Der Myrmecophaga tetradactyla-Fuss kann ganz abnorm stark entvoertirt werden, sodass seine Sohle vollständig einwärts schaut; dies geschieht durch Contraction seines Musc. tibialis posticus, dessen Endsehne dadurch eine ungemein starke Spannung erfährt und so einen bedeutenden Druck auf die Fusspartien ausübt, die ihrer Gradstreckung hinderlich entgegen-treten. Zu diesen Fusspartien gehört auch das lig. tib.-ast. posticum, kein Wunder daher, dass es an der Druckstelle ossifizirt.

Die bei Myrmecophaga tetradactyla an des t_1 Mediaalseite vorhandene Gelenkfläche für den überzähligen Knochen, der einen Musc. hallucis abductor-Abschnitt vertritt, ist von auffälliger Länge in planto-dorsaler Richtung, doch ist sie eine durchaus einheitliche Gelenkfläche, sie ist es aber durchaus nicht bei allen Myrmecophaga-Arten: Bei Myrmecophaga didactyla hat die homologe Gelenkfläche dieselbe Grösse und Gestalt, zerfällt aber in zwei Abschnitte, einen dorsalen und einen plantaren, die durch einen Zwischenraum getrennt sind, der erst Spuren der Ueberknorpelung trägt. Bei Myrmecophaga jubata ist von der Gelenkfläche nur der dorsale Abschnitt vorhanden, der Plantarabschnitt erst in der Bildung begriffen, er zeigt sich als Reibfläche des Knochens an den Musc. tibialis posticus-Endsehnenfasern, die unter dem Knochen am t_1 inseriren. Würden diese Sehnenfibrillen vom t_1 aus verknöchern, dann würden sie am t_1 einen kleineren vorspringenden Knochenwulst erzeugen, an welchem der dem t_1 angelagerte Knochen eine Reibfläche besitzen würde, würde die Reibfläche sich in eine Gelenkfläche verwandeln, dann würde das t_1 zwei Gelenkflächen besitzen, die durch einen nicht artikuliirenden Zwischenraum getrennt würden, wie dies bei Myrmecophaga didactyla der Fall ist. Mit anderen Worten die Myrmecophaga-Arten lehren, auf welche Weise das einen Musc. hallucis abductor-Abschnitt vertretende überzählige Knöchelchen am benachbarten Tarsalknochen, dem t_1 , zwei Gelenkflächen erwerben kann, die erste erwirbt es als Einlagerung in den Musc. tibialis posticus-Endsehnenast, welcher ans mts_1 verläuft (Myrmecophaga jubata) die zweite an seinem Hals, der auf denjenigen Fibrillen der Muskelsehne reibt, die nur bis zum t_1 ziehen und dort inseriren, (Myrmecophaga didactyla) später verschmelzen beide Gelenkflächen zu einer neuen Einheit, dies ist bei Myrmecophaga tetradactyla der Fall.

Von *Orycteropus aethiopicus* konnten nur skelettirte Füße untersucht werden, an diesen hat das nav. einen auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale entstandenen Anhang, es fehlt ihm dagegen eine Tuberositas medialis. Das t_1 besitzt am nav. nur eine Gelenkfläche, die ursprüngliche, es zeigt aber ausserdem noch folgende höchst überraschende Eigentümlichkeit: Seiner Medialseite und zwar deren Plantarrand liegt an ein überzähliges Knöchelchen, welches völlig eingebettet ist in die am t_1 inserirenden Fibrillen der Musc. tibialis posticus-Endsehne; es hat deshalb am t_1 keine Gelenkfläche und ebensowenig am nav., von welchem es sogar durch einen beträchtlichen Zwischenraum getrennt ist. Dieses Knöchelchen repräsentirt zweifellos des t_1 selbständig gewordene Tuberositas medialis in ihren ersten Anfängen und ist in Folge dessen homolog dem Knöchelchen, das bei Feliden, Robben, Ursinen in dieselben Sehnenfibrillen eingebettet ist. Es unterscheidet sich aber von letzteren dadurch, dass es von viel geringerer Grösse ist und nicht der Articulatio nav.- t_1 , sondern nur der t_1 -Medialseite gegenüberliegt. Würde dieses Knöchelchen sich gegen das nav. hin vergrössern, dann würde es allerdings mit dem der Feliden, Robben und Ursina gleiche Lage erwerben, d. h. es würde dann auch der Articulatio nav.- t_1 gegenüberliegen; durch seine jetzige Gestalt beweist es indes vorzüglich, dass des t_1 Tuberositas medialis in ihren ersten Anfängen in den Musc. tibialis posticus-Endsehnenfibrillen entsteht, die am t_1 entlangziehen und an ihm inseriren, und dass sie wirklich der t_1 -Medialseite gegenüber entsteht, nicht gegenüber der Articulatio nav.- t_1 .

Bei *Dasypus setosus* (Fig. 47 schematisch) hat das nav. an seiner Dorsal-medial-Ecke einen auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale entstandenen Fortsatz mit Gelenkfläche an des ast.-Kopfes Medialseite auf der ursprünglichen Reibfläche des Ligaments, ferner besitzt das nav. eine sehr stark entwickelte Tuberositas medialis, an welcher die Musc. tibialis posticus-Endsehne inserirt. Das zugehörige t_1 hat an seiner Distalseite ausser der ursprünglichen nav.-Gelenkfläche eine solche für des nav. Tuberositas medialis, beide Gelenkflächen liegen in einer Transversalebene des Fusses. Des t_1 Tuberositas medialis überragt also ihren Knochenkörper in proximaler Richtung nicht, schiebt sich also auch nicht an der nav. Medialseite entlang. An der nav.-Tuberositas medialis findet sich eine Gelenkfläche für den überzähligen Tarsalknochen, welcher wie seine Structur und Lage beweist einen Musc. hallucis abductor-Abschnitt vertritt. Der Knochen ist durch Bänder verbunden mit nav. und mts_1 ; auch der Musc. tibialis posticus schickt einen kurzen Endsehnenast an seinen Kopf, von demselben entspringt ferner das blind endende Band, welches die Scheide für die Musc. hallucis extensor longus-Endsehne trägt, die, wie hier gleich bemerkt werden mag, in zwei Aeste ausstrahlt, von denen der eine am d_1 , der andere am d_2 inserirt. Der Knochen ist an seiner Unter- oder Lateralseite verwachsen mit dem Musc. hallucis flexor medialis-Bauch, dessen obere direct vom Knochen entspringende Fibrillen, wie sonst auch, für Musc. hallucis abductor-Fibrillen ge-

deutet werden können; unter dem Knochen zieht der Nervus plantaris internus dahin.

Besonders interessant ist am *Dasytus setosus*-Fuss das Verhalten des *Musc. hallucis abductor*, derselbe entspringt unterhalb des *Musc. semimembranosus* und mit ihm verwachsen von der Tibia-Rückenseite. Der Muskelbauch spaltet sich in zwei Abschnitte, der von beiden etwas tiefer liegende zieht sich bald in eine Sehne zusammen, dieselbe kreuzt den Malleolus internus in einer Scheide und inserirt an dem Proximal-Rand des überzähligen Knochens, der am nav. inserirt und einen *Musc. hallucis abductor*-Abschnitt vertritt. Dieser Muskelbauch und seine Sehne sind homolog dem Muskel und seiner Sehne, welche beim Biber und den meisten untersuchten Tieren in gleicher Weise an den homologen überzähligen Tarsalknochen verläuft. Des Muskels zweiter, mehr oberflächlicher Bauch zieht muskulös in die Fusssohle hinein, inserirt mit Fleischfasern am cal.-Körper, mit anderen, erst der nav.-Medialseite gegenüber sehnig werdenden, am überzähligen Knochen, noch andere Fasern des Muskels umgehen des überzähligen Knochens Plantarrand und verschmelzen direct mit den *Musc. hallucis brevis*-Fibrillen. Am *Dasytus setosus*-Fuss ist demnach der *Musc. hallucis abductor* in seltener Vollständigkeit vorhanden, er ist ein langer Muskel, dessen Muskel-Fibrillen viel tiefer am Fuss herabreichen, als es bei einem der bisher untersuchten „langen“ *Abductor hallucis* Muskeln der Fall war. Dadurch, dass seine Muskelfibrillen so tief in die Fussplanta hinabreichen, dass sie noch der nav.-Medialseite gegenüber fleischig sind, und ferner dadurch, dass sie an der Fussplanta entweder direct mit dem *Musc. hallucis flexor medialis* verschmelzen, oder an solchen Stellen inseriren, an welchen beim Menschen der nur vom cal.-Körper und den benachbarten Fusspartien entspringende fleischige *Musc. hallucis abductor* zu finden ist, wird aufs klarste bewiesen, dass der „lange“ *Musc. hallucis abductor* des *Dasytus setosus*-Fusses und der „kurze“ *Musc. hallucis abductor* des Menschen- und Affenfusses homologe Bildungen sind, die allerdings dadurch divergiren, dass dem kurzen Muskel des langen Muskels tibialer Abschnitt fehlt.

Sonst ist noch zu erwähnen, dass dem *Dasytus setosus*-Fuss fehlt der *Musc. digitorum flexor medius*, während von des Fusses *Musc. digitorum flexor profundus*-Endsehne ein Abschnitt in einen Knochenkern umgewandelt ist, welcher Gelenkflächen für die Planta des *Sustentaculum tali*, nav. und cub. besitzt.

Zusammenfassung und Schluss.

Durch die vorangehenden Untersuchungen ist nachgewiesen worden, dass der bei vielen Säugetieren an des Fusses Medialseite auftretende, einen *Musc. hallucis abductor*-Abschnitt vertretende, überzählige Knochen nicht bei allen Tieren die gleiche Lage zu den

benachbarten Tarsalknochen hat, bei einigen Arten artikuliert er an dem im lig. cal.-nav. mediale entstandenen überzähligen Fussknochen (Hystrix-Arten), bei anderen artikuliert er an des nav. Tuberositas medialis (Dasypus-Arten), bei noch anderen an des t_1 Tuberositas medialis (Myrmecophaga-Arten, Nager). Es handelt sich nun darum nachzuweisen, woher das kommt. Dabei sind drei Möglichkeiten zu untersuchen: Rückt der Knochen am Fuss entlang und gewinnt er dadurch verschiedene Artikulationspunkte? oder entsteht sein Kopf aus verschiedenartigen, nicht homologen Fusspartien? oder behält der Knochen am Fuss dauernd dieselbe Lage bei und rufen Veränderungen der benachbarten Tarsalknochen seine scheinbare Lageveränderung hervor? Die zweite Möglichkeit ist ausgeschlossen. Es ist im Verlauf dieser Arbeit bis ins Detail nachgewiesen worden, dass die Köpfe aller bisher untersuchten, einen Musc. hallucis abductor-Abschnitt vertretenden Knochen an den zugehörigen Füßen in genau homologen Fusspartien entstanden sind und daher als streng homolog angesehen werden müssen. Bleibt nunmehr noch zu untersuchen, ob Fall 1 oder 3 eingetreten ist. Dies wird durch folgende Betrachtung entschieden: An einem Fuss, der mit einer vollständig entwickelten, nirgends unterbrochenen Musc. tibialis posticus-Endsehne ausgestattet ist, drückt die Sehne bei der Contraction ihres Muskelbauchs nicht gleichmässig auf alle diejenigen Fusspartien, an welchen sie vorbeizieht. Diejenigen Fusspartien, welche dem Druck ausweichen können, werden davon am wenigsten getroffen, den stärksten Druck erleiden die Fusspartien, die eine gewisse Härte besitzen und durch benachbarte Tarsalelemente daran verhindert werden, dem Druck der Sehne auszuweichen, es sind dies die benachbarten Tarsalelemente, umgekehrt erhält die Sehne durch diese Fusspartien den stärksten Gegendruck; die vollständig entwickelte Musc. tibialis posticus-Endsehne erfährt auf diese Weise bei der Muskelcontraction an 4 Stellen einen besonders starken Druck, einmal der t_1 -Medialseite gegenüber, zweitens der nav.-Medialseite gegenüber, drittens dem lig. cal.-nav. mediale gegenüber, indem sie dieses Ligament gegen den ast.-Kopf presst, das Ligament erhält dadurch einen noch weit stärkeren Druck von 2 Seiten: vom ast.-Kopf und von der Sehne, viertens drückt die Sehne besonders stark auf den ast.-Körper und zwar dort, wo sie das lig. tib.-nav. anticum kreuzt; auch dieses Ligament wird von ihr gegen den ast. gepresst und erhält dadurch Doppeldruck. Es ist eine allbekannte Thatsache, dass Sehnen und Bindegewebszüge, die einem oft wiederholten besonders starken Druck ausgesetzt sind, die Tendenz zeigen zu ossifiziren. Wird also an einem Säugetierfuss mit vollständiger Musc. tibialis posticus-Endsehne der Muskel fortgesetzt und energisch zur Contraction gebracht, dann werden die unter dem Einfluss der Sehne stehenden, am meisten Druck erhaltenden Partien der medialen Fussseite die Tendenz zur Ossifizierung zeigen, es werden dann an des Fusses Medialseite fast gleichzeitig entstehen 4 überzählige Knöchelchen (Fig. 45), das eine dem t_1

anliegend: das Epitibiale (et); das andere der nav.-Medialseite anliegend: das Epinaviculare (en); das dritte wird entstehen in dem zwischen dem ast.-Kopf und der Musc. tibialis posticus-Endsehne eingeklemmten Distalabschnitt des lig. cal.-nav. mediale: der Epiastragalus (ea), das vierte endlich in dem zwischen ast.-Körper und Musc. tibialis posticus-Endsehne eingeklemmten Lig. tib.-ast. anticum, da dieser Knochen immer mit dem Malleolus internus verwächst, mag er Epimalleolus internus (em) heissen. Alle diese Knochen findet man an Säugetierfüssen, wenn auch nicht alle an einem Fuss. Die Knochen können ferner an Grösse soweit zunehmen, bis sie einander und die benachbarten primären Tarsalknochen berühren (Fig. 45), was gewöhnlich unter Ausbildung von Gelenken geschieht. Ein so vergrössertes Epitarsale (et) artikuliert demnach am t_1 und Epinaviculare (en); das epinav. ausser am epit.₁ (et) am nav. und am epiast. (ea); der epiast. am epinav., am nav. und ast.-Kopf (r) und der Epimalleolus (em) am Malleolus internus, am ast.-Körper und vielleicht auch am epinav. Die so veränderten überzähligen Tarsalknochen können endlich drittens verwachsen, wie im Verlauf dieser Arbeit nachgewiesen ist, bald mit einander, bald mit den benachbarten primären Tarsalknochen (Fig. 46 — 48). Denken wir uns nun, es habe der überzählige Tarsalknochen, welcher einen Musc. hallucis abductor-Abschnitt vertritt (u), an allen Füssen, wo er vorkommt, ein und dieselbe Lage, er artikuliere am epinav. (en) und es gehe das epinav. mit den benachbarten Tarsalknochen verschiedenartige Verwachsungen ein, dann artikuliert das Musc. hallucis abductor-Knöchelchen an den verschiedensten Tarsalknochen, ohne dass es seine spezifische Lage am Fuss im geringsten modifiziert. Verwächst zum Beispiel (Fig. 46) das epit.₁ (et) mit dem t_1 und dann mit dem epinav. (en), während der epiast. (ea) frei bleibt, dann artikuliert der Musc. hallucis abductor-Knochen (u) mit des t_1 grosser Tuberositas medialis; der so entstandene Fuss würde bis ins Detail die Charaktere der Medialseite der meisten Nagerfüsse (Biber) besitzen. Es würde sein t_1 mit einer grossen Tuberositas medialis versehen sein, die sich an des nav. Medialseite entlang zöge und an derselben eine Gelenkfläche besässe, desgleichen würde sie am epiast. artikulieren und eine Gelenkfläche für den Musc. hallucis abductor-Knochen aufweisen. Würde das epit.₁ (Fig. 47) mit dem t_1 verschmelzen, das epinav. (en) dagegen sich vereinigen mit dem nav. und zugleich mit dem epiast. (ea), dann würde das Musc. hallucis abductor-Knöchelchen (u.) an des nav. Tuberositas medialis artikulieren, und das nav. ausserdem einen auf Kosten des lig. cal.-nav. mediale entstandenen Anhang besitzen, das zugehörige t_1 würde mit einer kleinen Tuberositas medialis an des nav. Tuberositas medialis artikulieren, aber keinen Fortsatz an des nav. Medialseite proximalwärts vorschieben; es würde auf diese Weise ein Fuss entstehen, der alle Charaktere der Medialseite des Dasypus-Fusses besässe. Würde endlich (Fig. 48) drittens das epit.₁ (et) mit dem t_1 verwachsen, während sich gleichzeitig das epinav.

(en) und der epiast. (ea) vereinigen, aber gegenüber dem nav. ihre Selbständigkeit bewahren, dann würde das Musc. hallucis abductor-Knöchelchen (u) scheinbar an dem im lig. cal.-nav. mediale entstandenen Knöchelchen artikulieren, das Ligament-Knöchelchen würde dann aber von sehr beträchtlicher Grösse sein und einen Fortsatz in distaler Richtung an der nav. Medialseite entlangschieben bis zu des nav. distalem Rand, an diesem Knochenfortsatz würde das t_1 mit einer kleinen, am nav. nicht vorspringenden Tuberositas medialis gelenken; eine solche Fussform besitzen die Hystrix-Arten.

Die vorliegende Erörterung, der absolut sichere Thatsachen zu Grunde liegen, erklärt auf so einfache und natürliche Weise, die verschiedenen Stellungen, welche der Musc. hallucis abductor-Knochen in den verschiedenen Säugetierfüssen einnimmt, dass hier garnicht mehr untersucht werden darf, ob der Kopf des Knochens etwa am Fuss hin und herrücke um verschiedenartige Ansatzpunkte zu gewinnen; es spricht im übrigen kaum eine Thatsache von Gewicht dafür. — Man könnte hier einwerfen, die vorliegende Erörterung berücksichtige nicht alle Thatsachen, da bei einigen Raubtieren das überzählige Musc. hallucis abductor-Knöchelchen bereits am t_1 artikulire, ohne dass dieses die Gelenkfläche an der nav. - Medialseite besitze, welche auf ein epinav. zurückzuführen sei; es lässt sich folgendes gegen diesen Einwurf sagen:

Das Epinav. kann an einem Fuss vorhanden sein, ohne dass es eine Gelenkfläche für das nav. besitzt, dies beweist Hystrix, wo es als Fortsetzung des epiast. erscheint, und der nav. Medialseite gegenüberliegt, aber an derselben nicht gelenkt. Zweitens: das epinav. entsteht nicht immer getrennt vom epit.₁, sondern es kann mit demselben als ein einziger Knochenkern zur Entwicklung kommen; das bei den Ursinen der Articulatio t_1 - nav. gegenüber liegende Knöchelchen und besonders dasjenige, welches bei vielen Robben in gleicher Lage vorkommt und mit einem freien Fortsatz fast an des nav. ganzer Medialseite entlang zieht, ist zweifellos eine solche „Doppelbildung“; würde ein solcher Knochen mit dem t_1 verwachsen zu dessen Tuberositas medialis und würde an dieser der Musc. hallucis abductor-Knochen artikulieren, dann läge er in durch normaler Weise am epinav. — Die Raubtiere, bei welchen der Musc. hallucis abductor-Knochen am t_1 wirklich artikulirt, widersprechen also dann der vorliegenden Hypothese nicht, wenn bei ihnen der Musc. hallucis abductor-Knochen am t_1 an einer grösseren Tuberositas medialis gelenkt; dies ist in der That der Fall: alle jene Raubtiere haben eine derartige t_1 -Tuberositas, wie ich das in der Fortsetzung meiner im morphologischen Jahrbuch erscheinenden Specialarbeit über den Säugetierfuss auf das ausführlichste beweisen werde. Die vorliegende Hypothese kann demnach als gesichert betrachtet werden d. h. der Musc. hallucis abductor - Knochen hat stets dieselbe Lage am Fuss.

Es wäre nun interessant festzustellen, woher es kommt, dass die in der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne entstandenen überzähligen Tarsalknochen bald selbständig bleiben, bald mit einander, bald mit den benachbarten Tarsalknochen und mit einander verschmelzen. Ich gestehe, dass ich vorläufig noch nicht im Stande bin, diese osteologischen Vorgänge auf physiologische Ursachen zurückzuführen, sie beruhen offenbar auf Feinheiten der Fussmechanik, die vorläufig nicht zu überblicken sind; in der Fortsetzung meiner Arbeit über den Säugetierfuss komme ich auf diese Frage, die für Prähalluxuntersuchungen nur einen sehr secundären Wert besitzt, noch einmal zurück.

Es könnte nun noch gefordert werden, es solle nachgewiesen werden, dass bei denjenigen Tieren, die an ihres Fusses Medialseite jene aus der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne entstandenen überzähligen Knochen besitzen, der *Musc. tibialis posticus* wirklich von so hervorragender Bedeutung für die Oeconomy des Fusses ist. Dieser Nachweis würde direct kaum zu führen sein, da es bis jetzt noch keine absolut sichere Methode giebt, den functionellen Wert eines Muskels aus seinem anatomischen Bau zu constatiren, annähernd würden Muskelwägungen genügen, dazu gehört aber ganz frisches Material, dass mir nur in sehr bescheidenem Mass zur Verfügung stand. Es leuchtet aber ohne weiteres ein, dass für kletternde, grabende und schwimmende Tiere die hauptsächlich vom *Musc. tibialis posticus* bewirkte Adduction und Einwärtsdrehung der Fusssohle von sehr wesentlichem Vorteil sein muss, und in der That besitzen fast alle jene Tiere Füße, deren Sohlen permanent einwärts schaun d. h. diese Füße sind gleichsam erstarrt in der Stellung, in welche sonst plantigrade Füße durch Contraction des *Musc. tibialis posticus* auf kurze Zeit übergeführt werden, der *Musc. tibialis posticus* ist in jenen Füßen also sicherlich kein unbedeutender Muskel.

Dass die bei zahlreichen Säugetieren in der *Musc. tibialis posticus*-Endsehne und in deren Bereich auftretenden überzähligen Tarsalknochen wirklich secundär in und durch die Muskelsehne entstanden sind, wird nach den vorangehenden Untersuchungen wohl kaum geleugnet werden können, es sprechen dafür nicht allein theoretische Gründe, sondern vor allem die Ontogenese derjenigen Säugetierfüsse, welche mit jenen Knochen behaftet sind, und drittens jene Füße, welche diesen Knochen unter normalen Verhältnissen weder im Alter noch im Verlauf der Ontogenese, zuweilen aber als individuelle Varietäten zeigen. —

Es entsteht nun die Frage, ob der einen *Musc. hallucis abductor*-Abschnitt vertretende Knochenkern ein primärer oder secundärer Knochen ist. Dass der Knochen überall, wo er vorkommt, einen *Musc. hallucis abductor*-Abschnitt vertritt, ist über allen Zweifel erhaben, und es kann als Gesetz aufgestellt werden, dass dort, wo der Muskel seinen Sohlenabschnitt intact besitzt (Fig. 39) der Knochen vollständig fehlt; und dass der Muskel in seinem Sohlen-

abschnitt stets eine Unterbrechung erfährt (Fig. 40—44), wenn der Knochen vorhanden ist. Der *Musc. hallucis abductor* mit intactem Sohlenabschnitt tritt in zwei Modificationen auf: einmal als kurzer fleischiger Muskel, der vom cal.-Körper und den benachbarten Fusspartien entspringt und vorwiegend an der *Articulatio mts₁-d_{1,1}* inserirt (Mensch und Affen), dann als langer Muskel, welcher mit dem tibialen Bauch von der tib. unter dem *Musc. semimembranosus* entspringt mit der Endsehne am *Malleolus internus* entlangzieht, die Sehne verbreitert sich an der Fusssohle und hat Verlauf und Insertion wie der fleischige Bauch des kurzen *Abductor-Muskels*. Dieser lange Muskel findet sich beim Igel, bei den meisten Mäusen, Trugratten u. s. w. Sobald ein Teil dieses Muskels durch den erwähnten überzähligen Tarsalknochen vertreten ist, zeigt der Muskel selbst eine merkwürdige Formveränderung. Ist er ein kurzer Muskel, dann ist sein vom cal.-Körper und den benachbarten Fusspartien entspringender Abschnitt sehnig geworden bis zu dem erwähnten Knochen, sein distaler Abschnitt, welcher mit dem *Musc. hallucis flexor medialis* verwachsen ist, bleibt dagegen fleischig, ist mit des Knochens Lateralseite verwachsen und entspringt gleichsam von ihm. — Besitzt der mit dem überzähligen Knochen behaftete Muskel noch seinen tibialen Bauch (Fig. 41 Ab. hal.) dann wandelt sich sein am *Malleolus internus* entlangziehender Abschnitt (ss) in eine Zwischensehne um, dieselbe schickt Faserzüge an den cal.-Körper (s') u. s. w. und inserirt mit ihrem Hauptabschnitt an dem überzähligen Knochen (u) und zwar an dessen proximalem Rand, vom Knochen geht dann der Muskel (Ab. hal.) verwachsen mit dem *Musc. hallucis flexor medialis* wie vorher fleischig an die *Articulatio mts₁-d_{1,1}*. Dass der Knochen auf des *Musc. hallucis abductor* Kosten entsteht, lehrt seine Ontogenese und Phylogenese, beide haben denselben Verlauf und können daher gemeinsam beschrieben werden: der Knochen entsteht gewöhnlich erst postembryonal (Fig. 40) in dem *Musc. tibialis posticus*-Endsehnenast (1—2), der an die *mts₁*-Basis verläuft, als rundes Knöchelchen (u), diese Form behält er bei vielen Tieren die ganze Lebenszeit hindurch (*Nasua*), und hat sie vorübergehend bei Tieren, bei welchen er später eine weit extremere Entwicklung zeigt. (*Lutra*-Arten), diese Weiterentwicklung geschieht (Fig. 41), indem er einen knorpligen Plantarabschnitt hinzuerwirbt, derselbe ist kegelförmig, dringt in den angrenzenden *Musc. hallucis abductor*-Sehnenabschnitt ein und entsteht zweifellos auf dessen Kosten, er verknöchert später vollständig (bei einer sehr alten *Lutra platensis*, die ontogenetisch die Entwicklung des Knochens bis zu dieser Form auf genaueste verfolgen lässt), darauf entstehen an des Knochenstiels Ende zwei Ausbuchtungen (Fig. 42), von denen die eine distalwärts, die andere proximalwärts schaut (Eichkätzchen), der Knochen erscheint nunmehr wie eine umgekehrte Flasche; die beiden Ausbuchtungen vergrössern sich weiterhin sehr stark auf Kosten des Muskels (Fig. 43), der Knochen hat nunmehr die Form eines umgekehrten Steinpilzes (*Hystrix*-Arten): zum Schluss wächst des Knochens

distale Ausbuchtung ungemein stark in distaler Richtung (Fig. 44), der Knochen ist auch hier durch seine Lateralseite mit dem *Musc. hallucis flexor medialis* auf das innigste verwachsen, und liegt mit seiner distalen Spitze der *mts*₁-Mitte gegenüber, wodurch er ein phalangenartiges Aussehen erhält (*Talpa wogura*). — Der *Musc. hallucis abductor*-Knochen kommt endlich drittens zuweilen bei erwachsenen Vertretern solcher Tierarten vor, bei welchen der Knochen unter normalen Umständen weder im Alter noch während der Ontogenese vorhanden ist (*Lepus timidus*); bei diesen Individuen ist er — dagegen giebt es keinen Widerspruch — secundär entstanden. Dieses Factum in Verbindung mit den vorigen Auseinandersetzungen beweist aber zur Genüge, dass der homologe Knochen bei allen Tieren, wo er vorkommt eine secundäre Bildung ist.

Die Entstehung des überzähligen Tarsalknochens im *Musc. hallucis abductor*-Sohlenabschnitt hängt meiner Ueberzeugung nach auf das engste mit der Function des Muskels zusammen. Der *Musc. hallucis abductor* hat, wie schon sein Name sagt, sei er lang oder kurz die Function den ersten Finger in seiner Gesamtheit von den anderen abzuspreizen, indem er ihn mit einer geringen Beugung einwärts zieht. Er wird daher vorwiegend von Tieren gebraucht, die durch ihre Lebensweise öfter gezwungen sind, ihren Fingern eine Spreizstellung zu geben. Es sind dies vor allem die mit gespreizten Fingern grabenden, schwimmenden und kletternden Tiere, zu den letzteren gehören auch die *Hystrix*arten, deren erster Finger eine permanent gewordene Abductionsstellung besitzt. Diese Function behält der Muskel auch dann, wenn von ihm ein Abschnitt in einen überzähligen Tarsalknochen verwandelt ist, ja jene Umwandlung macht den Muskel noch leistungsfähiger: Der tibiale Muskelbauch zieht durch seine am Knochen inserirende Zwischensehne diesen sehr stark proximalwärts, wobei der Knochen um den Mittelpunkt seines Kopfes rotirt, er bewirkt dadurch bereits eine starke Abspreizung des ersten Fingers von den übrigen, wird nun der vom Knochen an die *Articulatio mts*₁-*d*_{1,1} ziehende fleischige *Musc. hallucis abductor*-Rest in Gemeinschaft mit dem *Musc. hallucis flexor medialis* contrahirt, so wird dadurch die Daumenabspreizung bis zum Maximum verstärkt.

Da Herr Professor Bardeleben in Betreff der Fussmuskeln wesentlich andere Anschauungen besitzt als hier vorgetragen sind, füge ich diesen Auseinandersetzungen eine Besprechung seiner Arbeit „Ueber die Hand- und Fussmuskulatur der Säugetiere“ bei (*Anat. Anzeiger* 1890 N. 15.), soweit darin Angaben über den Fuss enthalten sind:

Herr Professor Bardeleben unterscheidet am Säugetierfuss 3 „gemeinsame Zehenbeuger“, diejenigen, welche auch in dieser Arbeit zur Vergleichung herangezogen sind und von mir *Musc. digitorum flexor profundus*, *medius* und *sublimis* genannt sind. Den *sublimis* nennt Herr Professor Bardeleben „*superficialis*=*plantaris*“;

den medius mit Schultze und Dobson flexor „fibularis“ und den profundus: flexor digitorum „tibialis“. — Ich bemerke hierzu, dass mir nicht 3, sondern 5 gemeinsame Zehenbeuger am Säugetierfuss bekannt sind, zwei derselben sind allerdings sehr selten: Die Fascia plantaris des Menschen, welche dem Musc. digitorum flexor sublimis eng anliegt, ist bei einigen Edentaten ein wirklicher Muskel, so bei Choloepus didactylus, wo er mit einem selbständigen Muskelbauch den Musc. digitorum flexor sublimis deckt und mit 3 Endsehnen an die drei übrig gebliebenen Fusszehen verläuft; bei Dasypus setosus ist er gleichfalls als langer Muskel vorhanden, dessen Sohlenabschnitt aber sehnig geworden ist, also in gewissem Sinn bereits eine Fascia plantaris bildet. Wegen dieses Muskels kann ich auch die Bardeleben'sche Nomenclatur nicht verwenden: der die Fascia plantaris des Fusses vertretende Muskel muss zweifellos Flexor plantaris oder superficialis heissen, und nicht der darunter liegende Muskel: wir haben also 4 Zehenbeuger: Flexor superficialis, sublimis, medius und profundus. Den fünften Zehenbeuger fand ich bisher nur bei Choloepus didactylus, derselbe geht von der Vorderseite der Tibia durch die im lig. cruciatum befindliche Scheide, und zieht neben dem Musc. tibialis anticus an die Medialseite des Fusses, geht dann aber weiter in die Fusssole hinein und sendet drei Sehnenäste für die drei vorhandenen Zehen an die Musc. digitorum flexor profundus Endsehne. Sollte dieser Muskel, den Bauch der Lumbricalmuskeln vorstellen? und dann Musc. lumbricalis genannt werden müssen? Ich komme auf diese Frage in der Fortsetzung meiner Arbeit über den Fuss (Morphol. Jahrbuch) noch einmal ausführlich zurück.

Im Verlauf seiner Arbeit constatirt dann Herr Prof. Bardeleben, dass er weder der Durchbohrung einer Sehne, noch der Insertion eines Muskels, noch der Innervirung desselben eine durchschlagende Beweiskraft für die Muskelvergleichung zugestehen kann. Es geschieht dies in folgenden Worten: „Ich kann weder der „Durchbohrung“ einer Sehne, noch der Insertion eine durchschlagende Beweiskraft für die Vergleichung zugestehen. Diese Verhältnisse sind zu flüchtig, als um so einen festen Grund für Homologien zu gewähren.“ Thatsachen, die an benannten Objecten nachgeprüft werden und so als Grundlagen für diesen Ausspruch dienen können, finden sich in der Arbeit nicht. Seine Ansicht über die Innervirung giebt Herr Prof. Bardeleben in folgenden Worten: „Ich will hier die Frage von dem Verhältnis von Muskel und Nerv nicht discutiren, nur offen bekennen, dass ich einstweilen zu keiner der bisher aufgestellten Ansichten, auch nicht zu derjenigen von der unveränderlichen Innervirung eines Muskels durch einen bestimmten Nerven und Nervenast mich bekennen kann. Nicht nur die Innervirung der Lumbricalen, sondern auch sonstige von Cunningham u. a. gefundene Thatsachen scheinen mir gegen diese Lehre zu sprechen. So fand ich bei Hyrax lateralis den lateralen Bauch des Flexor brevis superficialis der Hand vom Ulnaris, die übrigen vom Medianus versorgt!“ Dass es Muskel giebt, die von zwei Nervenstämmen gleichzeitig innervirt werden, ist bereits lange

bekannt; es wiederholt sich dieses Vorkommen natürlicherweise an den homologen Muskeln. Dieses Factum beweist also, dass die Annahme, es müsse jeder Muskel nur von einem Nervenstamm innervirt werden, wenn sie in dieser Schroffheit aufgestellt wird, in der That eine irrige ist, das Factum beweist aber garnichts gegen die Thatsache, dass die Innervirung als mächtiges Hilfsmittel für myologische Untersuchungen betrachtet wird. Dass sie allein als Grundlage für solche Untersuchungen nicht genügt, dass sie den Forscher irre führen kann und durch die von Herrn Prof. Bardeleben gleichfalls so wenig geachtete Muskeltopographie unterstützt werden muss, gebe ich ohne weiteres zu, doch ist hier nicht der Ort darauf näher einzugehen.

Nachdem Herr Prof. Bardeleben den Weg für seine Untersuchungen durch obige Aussprüche geebnet hat, konstatirt er: „Der Abductor hallucis entspringt als Interosseus vom Prähalluxrudiment, beim Eingehen des Prähalluxrudiments kann er seinen Ursprung weiter hinter oder aussen nehmen.“ Der erste Teil dieses durch keine Beweisführung gestützten Ausspruchs wäre zweifellos richtig, wenn bereits vorher nachgewiesen wäre, dass das angebliche Prähalluxrudiment ein wirklich primärer Knochen sei, dies aber soll erst in der Arbeit bewiesen werden. Der zweite Teil des Ausspruchs müsste ebenfalls bewiesen werden, denn mit demselben Recht kann jeder behaupten: das sogenannte Prähalluxrudiment entsteht durch Umwandlung eines Plantarabschnitts des ursprünglich weit grösseren *Musc. hallucis abductor*, und in der That habe ich in vorliegender Arbeit den Versuch gemacht, die letztere Anschauung als die richtige hinzustellen, es soll mich freuen, wenn die Beweisführung als genügend anerkannt wird.

Herr Prof. Bardeleben fährt dann weiter fort: „Die an den beiden Rändern von Hand und Fuss gelegenen oder für die marginalen Finger (Zehen) bestimmten Muskeln zeichnen sich allgemein durch besonders kräftige Entwicklung aus, besonders dort, wo die Rudimente verschwinden; aber auch die langen Randmuskeln sind auffallend stark. Ich erkläre mir dies folgendermassen. Die an den Rändern (dies gilt ähnlich ja auch für die distalen Enden, Phalangen, Wirbel) gelegenen Skeletteile werden aus mechanischen oder physiologischen oder inneren Ursachen unterdrückt; der Knochen spielt ja überhaupt im allgemeinen eine mehr passive Rolle, während die aktiven Muskeln durch ihre exponirte und freie Lage am Rande eher zur stärkeren Entwicklung veranlasst werden. Wenn nun die Knochen zu Sesambeinen (falschen, skeletogenen, M. Fürbringer) werden oder ganz mit dem Nachbarknochen verschmelzen, wird die Wirkung des dort inserirenden Muskels auf die Nachbarschaft, auf den ganzen Tarsus, ja auf den ganzen Fuss übertragen. So wird aus einem Beuger oder Strecker von *Praehallux* schliesslich ein Beuger oder Strecker der ganzen Hand, der Muskel wird hierbei gewiss mehr und mehr an Stärke zunehmen“. Ich bemerke hierzu: die

Behauptung, dass die Muskulatur der Fussränder im allgemeinen (!) (soll heissen: bei allen oder den meisten damit versehenen Säugetieren) durch besonders kräftige Entwicklung ausgezeichnet ist, ist nicht richtig. Die Stärke und Grösse eines Muskels hängt ausschliesslich von dem Wert ab, den der Muskel oder die Gruppe für die Gesamtfunktion des Fusses besitzt, nicht von seiner Lage. An den Füssen, wo die Randmuskeln vorwiegend gebraucht werden, sind sie allerdings von bedeutender Stärke, dort wo sie garnicht gebraucht werden, sind sie atrophirt wie ihre Insertionspunkte, die Knochen; wo sie nur sekundäre Funktionen ausführen, sind sie auch in ihrer Entwicklung sekundär. — Dass die an den sogenannten Præhalluxrudimenten sitzenden Muskeln stärker entwickelt sind, wenn die Knochen nicht vorhanden sind, ist gleichfalls nicht bewiesen, sie zeigen alsdann einen weniger unterbrochenen Verlauf, präsentiren sich daher besser dem Auge, aber stärker entwickelt sind sie deshalb nicht. — Der Sinn des Ausdrucks die „distalen Enden“, Phalangen, Wirbel atrophiren in ähnlicher Weise wie die an den Fussrändern gelegenen Skelettstücke ist mir nicht recht klar. Es soll wohl heissen: distale Knochenenden, distale Phalangen und das distale Ende der Wirbelsäule atrophiren relativ leicht, weil sie am leichtesten funktionslos werden. Dazu wäre dann zu bemerken: funktionslos werdende Knochen atrophiren durchaus nicht immer von ihren am meisten freiliegenden Punkten; die langen Knochen sogar gewöhnlich zuerst in ihrer Mitte, in der Diaphyse, so Ulna und Fibula, desgleichen die rudimentär werdenden mts₂ und mts₅ am Fuss der Cerviden, während die homologen Knochen der Perissodactylen (Equiden z. B.) von ihren distalen Enden aus atrophiren. Das Beispiel der Cerviden lehrt gleichzeitig, dass ganze Finger durchaus nicht immer von ihren distalen, freien Enden unter Verlust ihrer Endphalangen atrophiren, dasselbe beweist der erste Finger des Hundefusses, dessen mts. zuerst rudimentär wird. Dass die Wirbelsäule von ihrem (distalen, freien) Schwanzende aus atrophirt soll nicht bezweifelt werden, die einzelnen Wirbel nehmen dabei aber in allen Teilen gleichmässig an Grösse ab, bis sie gänzlich verschwinden, atrophiren also nicht von ihren freien distalen Enden. — Die Entwicklung eines Muskels hängt von seinem Gebrauch und Nichtgebrauch ab, seine freie oder nicht freie Lage spielt dabei wohl nur eine ganz sekundäre Rolle. Theoretisch lässt sich ebensoviel dafür wie dagegen sagen. Das Knochen ihre Muskelinsertionen auf diejenigen Knochen übertragen können, mit welchen sie verwachsen, ist unbestreitbar. Auch die sogenannten Prähalluxrudimente könnten dies thun, wenn sie überhaupt primäre Knochen wären, was von Herrn Prof. Bardeleben bis jetzt noch nicht bewiesen worden ist.

Der Artikel fährt dann fort: „Im vorigen Abschnitt sahen wir (theoretisch, der Verf.), dass reducirte Skeletteile sich mit den Nachbarn vereinigen, dass sie aber auch isolirt bleiben können. Sie können sich sogar, indem sie sich nun mehr und mehr in den Dienst des betreffenden Muskels stellen (der Theorie nach, der Verf.)

vom Skelet ganz ablösen. Die Unterscheidung dieser skelettogenen Sesambeine, wie die Rudimente der Randfinger sie dann darstellen, von gewöhnlichen Sesamkörpern ist nur durch eine umfassende Vergleichung möglich. In allen solchen Fällen, wo ein Muskel nur am proximalen Ende eines solchen Knochens inserirt, während das distale Ende frei vorragt, weder als Muskel-, noch als Band-Ursprung dient, ist ja kaum ein Zweifel möglich, dass es sich nicht um ein Sesambein handeln kann. Auch wenn der rudimentäre Randfinger aus zwei Skelettelementen besteht und jeder der letzteren einen Muskel erhält, wird man nicht an Sesamkörper denken können. Nun kann aber doch am Ende des Prähallux oder doch am Rande derselben ein Muskel entspringen, z. B. ein oben als Interosseus gedeuteter, es kann auch ein derartiger Muskel zu Bindegewebe zu einem „Bande“ oder einer „Sehne“ degeneriren. Dann ist natürlich grosse Vorsicht geboten, um unechte Sesambeine, d. h. also echte Skelettelemente, nicht für echte Sesamkörper anzusehen. In diesen Fehler ist, soweit ich sehe, Tornier verfallen in der Mitteilung: Gibt es ein Prähalluxrudiment? Sitzungsber. d. Gesell. nat. Freunde zu Berlin, 1889, S. 175.

Aus welchen Gründen ich in meiner vorläufigen Mitteilung in den Fehler verfallen sein soll, primäre Knochen mit sekundären zu verwechseln, hat Herr Professor Bardeleben leider nicht angegeben. Meine Angaben lauteten aber durchaus präcis folgendermassen: Von den bei vielen Säugetieren an der medialen Fusseite auftretenden überzähligen Knöchelchen ist das eine eine Einlagerung in das lig. calnav. mediale; in betreff des zweiten wurde gesagt: Bei vielen Säugetieren findet sich am Fuss vom t_1 ausgehend ein fächerförmiges Band, bei anderen ist dieses Band vertreten durch eine Knorpelplatte, in deren Kopf ein Knochenkern liegt, bei noch anderen ist diese Platte gänzlich verknöchert; aus diesen Thatsachen geht hervor: Entweder ist das Band durch Umbildung des Knochens entstanden, oder der Knochen durch sekundäre Umbildung des Bandes? Auch über die Verbindung des letztgenannten Knochens mit Muskelpartien habe ich positive Angaben gemacht. Warum hat Herr Professor Bardeleben diese Angaben nicht ausführlich kritisirt? Warum fertigt er sie durch die wenigen Worte ab: In den Fehler secundäre und primäre Knochen verwechselt zu haben, ist, soweit ich sehe, Tornier verfallen? — Herr Professor Bardeleben berücksichtigt, wie sich beweisen lässt, überhaupt etwas zu wenig gegnerische Anschauungen; er arbeitet beständig weiter, ohne sich durch Widersprüche seine Kreise stören zu lassen; mir scheint, dass dieser Standpunkt nicht der richtige ist.

Nebenbei bemerke ich folgendes: Warum soll nicht ein sekundär entstandener Knochen an einem Ende frei aus dem umgebenden Körpergewebe hervorragen? Es lässt sich doch sehr gut denken, dass er sich erst nach seiner Ausbildung als Knochenkern in einer Sehne oder in einem Bande in besagter Richtung auffällig verlängert

hat und dadurch aus seiner Matrix frei herausgetreten ist. — Zweitens: warum sollen nicht in zwei nebeneinander liegenden Muskelsehnen oder Bändern zwei nebeneinander liegende „Sesambeine“ entstehen und nachträglich mit einander in Berührung treten? Solche Fälle sind gar nicht selten: So findet man bei *Uromastix spinifer* gegenüber der ast-Planta zwei nebeneinander liegende Sehnenverknöcherungen, eine in der Sehne des *Musc. digitorum flexor profundus*, die andere in der Endsehne eines Muskels, welcher von der Tibia entspringt und an den Tarsalknochen endet. Niemand wird diese Knochen für primäre halten, sie verdanken ihre Entstehung der Reibung ihrer Ursprungssehnen an der ast-Planta. Bei den *Dipus*-Arten finde ich drei nebeneinander liegende und zum Teil mit einander gelenkende „Sesambeine“ in der Fussplanta, auch diese wird niemand für Knochen primären Ursprungs halten. Warum sollen also die an der medialen Fussseite auftretenden überzähligen Tarsalknochen nicht ähnlich entstandene sekundäre Gebilde sein? — Dass von sekundär entstandenen Knochen Muskeln entspringen können, ist Thatsache; dies wird besonders dann der Fall sein, wenn die Knochen in den Ursprungssehnen von Muskeln entstanden sind. Von den vielen Beispielen ist das bekannteste das Vorkommen von „Sesambeinen“ in den Ursprungssehnen des *Musc. gastrocnemius*. Dass solche Muskel auch zu einem Bande oder einer Sehne degeneriren können, gebe ich ohne weiteres zu. — Die soeben besprochenen Thatsachen, welche nach Herrn Professor Bardeleben Aufschluss geben können über die phylogenetische Natur von Knochen, sind zu besagtem Zweck nicht verwendbar.

Herr Professor Bardeleben fährt dann fort: Von den meines Erachtens den neuen Randfingern angehörigen Muskeln waren viele schon längst bekannt, aber garnicht oder irrthümlich gedeutet; ein Teil ist ganz neu, von mir bei niederen Säugern gefunden. Folgende, einstweilen nur als „Versuch“ zu betrachtende Tabelle giebt eine Uebersicht derselben. Der hinteren Extremität, dem Prähallux, gehören an: a) *Plantaris* b) *Tibialis posticus* = *Flexor præhallucis longus*, c) *Tibialis medialis* (neu!) ev. mit *anticus* verschmolzen. Zur Erläuterung der Tabelle mögen folgende Thatsachen angeführt werden: Beim Elephanten geht ein mit dem *Semitendinosus* zusammenhängender Muskel zum Hallux und Prähallux. — *Tibialis medialis* s. *Extensor præhallucis longus* nenne ich einen sehr starken, bei Nagern (*Bathyergus*) an der inneren Seite der Tibia gelegenen Muskel, der am Prähallux inserirt, diesen streckt und etwas abducirt. — Bei Edentaten (*Euphractus*) finde ich an der Tibia einen Muskel für den Prähallux und der *Plantaris* hat ausser fünf Zipfeln zu den Zehen 1–5, auch einen für den Prähallux. — Des Herrn Prof. Bardeleben *Musc. tibialis medialis* ist zweifellos identisch mit dem von mir in dieser Arbeit ausführlich besprochenen langen Bauch des *Musc. hallucis abductor*; es ist das darüber im Text gesagte nachzusehn. Gründe, welche dafür sprechen, dass dieser Muskel bei einigen Säugetieren mit dem *Musc. tibialis anticus* ver-

schmolzen sei, giebt Herr Prof. Bardeleben leider nicht an. Ich selbst vermag keine zu finden. Dass Herr Prof. Bardeleben in der bei einigen Tieren vorkommenden Zweiteilung der *Musc. tibialis anticus*-Endsehne eine Verwachsung dieses Muskels mit seinem *Musc. tibialis medialis* erblicken sollte, glaube ich bis auf weiteres nicht. Bei Edentaten (*Euphractus*) soll der *Musc. tibialis anticus* ausser fünf Zipfeln zu den Zehen 1—5 noch einen an den sogenannten Prähallux senden. Bei dem von mir untersuchten *Euphractus novemcinctus* fehlte das hier in Rede stehende überzählige Tarsalknöchelchen vollständig; wenn es bei anderen *Euphractus*-Arten vorkommt, dann wird der an ihm endende angebliche *Musc. plantaris*-Zipfel zweifellos identisch sein mit dem *Musc. hallucis abductor*-Abschnitt, der vom cal.-Körper und *Musc. plantaris*-Bauch entspringt, bei vielen Tieren sehnig geworden ist und als Band seine Ursprungstellen mit dem am t_1 liegenden Tarsalknochen verbindet, das Nähere darüber findet sich an vielen Stellen dieser Arbeit. — Hiermit schliessen die Untersuchungen des Herrn Prof. Bardeleben; nach des Verfassers hier niedergelegter Ueberzeugung liefern die darin enthaltenen Thatsachen und Reflexionen keinen genügenden Beweis für die Anschauung, dass die bei vielen Säugetieren an des Fusses Medialseite vorhandenen überzähligen Tarsalknochen primären Ursprungs sind. Ob es nun aber dem Verfasser dieser Arbeit gelungen ist, die gegenteilige Anschauung fest zu begründen?

Figurenerklärung.

Durchgehende Bezeichnungen:

Abd. hal. *Musculus hallucis abductor*.

Abd. hal.' Verkürzter *Musculus hallucis abductor*.

β des lig. cal.-nav. mediale distaler Abschnitt oder aus demselben entstandener Knochen oder Knochenanhang.

cal. Calcaneus oder Gelenkfläche für denselben.

cub. Cuboideum oder Gelenkfläche für dasselbe.

γ Bandrest oder Gelenkfläche zwischen Knochen β und dem nav.

d *Musculus tibialis posticus*-Endsehnenast, der am nav. inserirt; δ Reibfläche desselben am lig. cal.-nav. mediale.

d' *Musculus tibialis posticus*-Endsehnenast, der am t_2 inserirt; δ' Reibfläche desselben am lig. cal.-nav. mediale.

Ex. hal. *Musculus hallucis extensor longus*.

Fächf. Bd. Fächerförmiges Band.

Fl. hal. *Musculus hallucis flexor brevis*.

Fl. med. *Musculus digitorum flexor medius*.

Fl. prof. *Musculus digitorum flexor profundus*.

Fl. subl. *Musculus digitorum flexor sublimis*.

- h Hilus an des nav. ast-Facette.
i Gelenkflächenanhang an der nav.-ast-Facette-Dorsal-mediale Ecke.
k Kopf des t_1 anliegenden überzähligen Tarsalknochens u.
lenm. Ligamentum calcaneo-naviculare mediale.
nav. naviculare oder Gelenkfläche für dasselbe.
la. Ligamentum talo-tibiale anticum.
lp. Ligamentum talo-tibiale posticum.
mts_{1, 2, 3, 4, 5} Metatarsale_{1, 2, 3, 4, 5}.
nav. Naviculare.
Nerv. pl. Nervus plantaris internus.
o Musculus tibialis posticus-Endsehnenast, der ans t_1 geht.
p des dem t_1 angelagerten überzähligen Knochens Plantarabschnitt.
q Musc. tibialis posticus-Sehnenast ans mts₁.
Qu. plant. Quadratus plantae.
r des lig. cal.-nav. mediale Reibfläche an der ast-Medialseite.
ss des Musculus hallucis abductor longus Zwischensehne; s' ihr Ansatz am
cal., s ihr Ansatz am überzähligen Tarsalknochen u.
st Sustentaculum tali.
 $t_1, 2, 3$, Tarsale_{1, 2, 3} oder Gelenkfläche für dieselben
T. ant. Musculus tibialis anticus.
T. post. Musculus tibialis posticus.
tib. Tibia oder Gelenkfläche für dieselbe.
tm des nav. Tuberositas medialis.
tp des nav. Tuberositas plantaris.
tt des Tarsale₁ Gelenkfläche an des nav. Tuberositas medialis.
u überzähliger Tarsalknochen aus dem Musc. hallucis abductor entstanden.
w Gelenkfläche eines überzähligen Knochens, der beim Menschen vorkommt
in dem Musculus tibialis posticus-Endsehnenast, der an der t_2 - und t_3 -Planta inserirt.
z Gelenkfläche des Processus tuberositatis medialis navicularis am ast.
1, 2, 3, 4, 5 Bänder, welche den Knochen u an den Tarsus befestigen.

Fig. 1 Säugetierfuss, dessen Medialseite alle angeblichen Præhalluxrudimente trägt; a, b, c, d, e diese Rudimente; f. angeblicher Nagel des Præhallux.

Fig. 2 Cynocephalus anubis-Fuss von der Medialseite.

Fig. 3 Cynocephalus anubis-Fuss von der Medialseite ohne Musculus hallucis abductor.

Fig. 4 Procyon lotor-Fuss von der Medialseite.

Fig. 5 Cynocephalus anubis-Fuss.

Fig. 6 Cebus capucinus-Fuss.

Fig. 7 Ateles leucophthalmus-Fuss.

Fig. 8 Mycetes ursinus-Fuss Jugendform.

Fig. 9 Mycetes ursinus-Fuss im Alter.

sämmtlich vom Dorsum
aus gesehen

Fig. 10 *Cynocephalus anubis*-nav.

Fig. 11 *Mycetes ursinus*-nav. Jugendform.

Fig. 12 *Cebus capucinus*-nav.

Fig. 13 *Mycetes ursinus*-nav. im Alter.

Fig. 14 *Ateles leucophthalmus*-nav.

Fig. 15 *Hylobates lar*-nav. Jugendform.

Fig. 16 *Troglodytes niger*-nav. Jugendform.

Fig. 17 *Troglodytes niger*-nav. im Alter.

Fig. 18 Orang-nav.

Fig. 19 *Arctictis binturong*-nav. Distalseite.

Fig. 20 *Paradoxurus typus*-Fuss. Distalseite.

Fig. 21

Fig. 22

Fig. 23

} Verschiedene Stadien der Entwicklung des am t_1
liegenden überzähligen Knochens.

} sämtlich von der
Proximalseite.

Fig. 24 *Castor fiber*-Fuss Medialseite; γ Gelenkfläche zwischen nav. und Knochen β ; γ Gelenkfläche zwischen nav. und Knochen β .

Fig. 25 *Aulacodus variegatus*; τ überzähliger Knochen gegenüber dem nav.

Fig. 26 *Choelogenys paca*-Fuss; τ Tuberositas medialis des t_1 , entstanden aus einem ursprünglich selbständigen Knochen.

Fig. 27 *Ursus arctos*-Fuss Medialseite (schematisirt) γ überzähliger Tarsalknochen gegenüber der Articulatio nav.- t_1 .

Fig. 28 normales Hunde-nav. Proximalseite.

Fig. 29 Hunde-nav. Proximalseite mit Praehalluxrudiment.

Fig. 30 Hunde-nav. Medialseite ohne Tuberositas medialis.

Fig. 31 Hunde-nav. mit kleiner Tuberositas medialis (ρ).

Fig. 32 Hunde-nav. mit grösserer Tuberositas medialis (ρ).

Fig. 33 Hunde-nav. mit Tuberositas medialis im Maximum der Entwicklung.

Fig. 34 Hunde-nav. Distalseite.

Fig. 35 Menschliches nav. mit processus tuberositatis medialis.

Fig. 36 Menschliches nav. dessen processus tuberositatis medialis mit Gelenkfläche für den ast. (z).

Fig. 38 Menschliches nav. mit Ansatzstelle (w) für ein überzähliges Knöchelchen, das in der Musc. tibialis posticus-Endsehne- t_3 -Ast entstanden ist

Fig. 39—44. Die Entstehung des überzähligen Tarsalknochens im Musc. hallucis abductor schematisirt.

Fig. 45—48 Säugetierfüsse mit überzähligen Tarsalknochen an der Medialseite; dieselben teils frei, teils verwachsen.

et Epitarsale; en Epinaviculare.

ea Epiastagalus; em Epimalleolus; u überzähliger Tarsalknochen aus dem Musc. hallucis abductor entstanden.

