

Zur Kenntniss  
des  
**Tarsus**  
der  
Wiederkäuer und paarzehigen Pachydermen.

Von  
Carl Bergmann.

---

RECTORATS-PROGRAMM  
1858—59.



---

ROSTOCK.

Druck von Adler's Erben.

1859.

Zwischen den schlankern Skeletttheilen des Vorderarms und der Mittelhand, des Unterschenkels und Mittelfusses treten die Knochengruppen der Hand- und Fusswurzel als eine auffallende Erscheinung uns entgegen. Kurze Knochen, gruppenweise zu biegsamen Skeletttheilen zusammengefasst, — mehrere, einander ergänzende, nahe an einander gerückte Gelenke herstellend, — beweglich grossentheils, ohne selbst den bewegenden Muskeln als Ansatzpunkte zu dienen — Gelenkflächen zusammensetzend, in welchen zum Theil Ursprung und Aushöhlung auffallend mit einander wechseln, so fordern sie zu Ueberlegungen auf, zu welchen die übrigen Gelenkverhältnisse keine Veranlassung geben.

Fassen wir in dieser Hinsicht die menschliche Handwurzel speziell ins Auge, so erscheint manches einer eingehenderen Erklärung wohl zugänglich. Von dem schmälern Vorderarme zu der breiten Mittelhand wird durch die beiden Reihen des Carpus ein geeigneter Uebergang gebildet; dass nicht statt einer Reihe ein Knochen von ähnlichen Dimensionen sich findet, ist leicht motivirt durch den Anspruch an eine gewisse Biogsamkeit, wie das Höhlmachen der Hand es fordert; diese Function der Biogsamkeit verlangt auch einen geringen Durchmesser von dem Rücken zur Fläche der Hand; ist dieser aber nöthig, so kann wieder die Festigkeit des Gelenkes, seine Sicherheit gegen Dislocationen, nicht in einer Form erreicht werden, wie sie z. B. das Ellenbogengelenk darbietet; daher wohl die Vertheilung des Umfanges der Totalbewegung der Articulation auf mehrere einander nahe gestellte Gelenke, — daher auch die complicirte Form der Verbindung beider Reihen der Handwurzel, welche in ihrem gegenseitigen Ineinandergreifen der Dislocation nach verschiedenen Richtungen Hindernisse bieten.

Wenn man nun aber, um sich bei der menschlichen Hand die Zusammensetzung jeder der beiden Wurzelreihen aus mehreren Gliedern verständlich zu machen, auf die Fähigkeit der Hand Bezug nimmt, in querer Rich-

tung zusammengebogen zu werden, so ist dagegen an irgend einen Werth einer solchen Fähigkeit bei so manchen vereinfachten schlanken Formen des Handgledes, denen der Wiederkäuer und Einhufer vorzüglich, gar nicht zu denken. Finden wir hier dennoch, theils wenige, theils gar keine Vereinfachung in der Anzahl der Wurzelknochen, so können wir uns als Nutzen eines solchen Einschiebsels zwischen Vorderarm und Metacarpus wohl nur die elastische, stossmindernde Wirkung denken. Eine solche ist hier begründet keineswegs bloss in der Vermehrung der Knorpelschichten, durch welche der Stoss von einem Ende der Extremität auf das andere hindurchzuwirken hat; dies würde gar nicht durch mehrere in einer Reihe, oder Schicht, des Carpus zusammenliegende Knochen beeinflusst werden. Der Nutzen der Mehrgliedrigkeit jeder Schicht des Carpus dürfte vielmehr dahin auszudrücken sein: dass die Knochen der einen Reihe zwischen die der andern Reihe beim Stosse keilartig eindringen, dabei die transversalen Knochenverbindungen spannen und bei der Entlastung durch deren elastische Reaction wieder zurückgeschoben werden. Fig. IX., Dorsalansicht des linken Carpus von einem jungen Wildschweine, wird diese Auffassung deutlich machen. Man sieht, dass jeder der beiden hier dargestellten Knochen der untern Reihe sich der obern Reihe mit zwei Flächen anschliesst, welche in einem stumpfen vorspringenden Winkel vereinigt sind, mit diesem Winkel aber gerade den Fugen der oberen Schicht gegenüberstehen. Ebenso stösst der mittlere Knochen der obern Reihe keilartig auf die Fuge der beiden untern Knochen und in das untere Ende derselben Fuge greift wieder die vorspringende Kante des innern grossen Mittelhandknochens ein. Dass in diesen Verbindungen sich wechselnde Vorsprünge und Vertiefungen finden, ist an sich durch das Bedürfniss einer Sicherung gegen Dislocationen völlig verständlich, dass aber die Ursprünge so häufig die bezeichnete stumpfe Keilform haben und den Fugen der anstossenden Schicht gegenüberstehen, das fordert eine besondere Erklärung, wie sie so eben versucht wurde.

Mit dieser Auffassung stimmt es denn auch überein, dass wir solche Formen grade in der Vorderextremität der vierfüssigen Säugthiere so deutlich antreffen (der Carpus des Pferdes ist zur Vergleichung zu empfehlen), bei welcher weit mehr als bei der hintern, welche den Körper nach vorn wirft, von Auffangen eines Stosses die Rede sein kann und dass beim Menschen dagegen die Unterextremität so vorzüglich geeignet ist, den empfangenen Stoss zu mildern, indem derselbe von dem Ballen aufgenommen wird und daher nicht in gerader Linie fortgepflanzt werden kann.

Wiewohl diese Resultate der Anschauung der besprochenen Verhältnisse nun im Allgemeinen wohl begründet erscheinen dürften, so wird doch eine Berufung auf die Elasticität als teleologische Erklärung einer Einrichtung immer etwas Unbefriedigendes haben, so lange man weder ein genaueres Maass der fraglichen elastischen Wirkungen, noch eine einigermassen präcise

Angabe des durch sie den zarteren Theilen des Körpers, Nerven, Muskeln u. s. w. geleisteten Nutzens aufzustellen vermag.

Es ist darum natürlich, wenn man in der Untersuchung der Gelenkmechanismen auch des Carpus und Tarsus sich zunächst mit Vorliebe den Verhältnissen zuwendet, deren Verständniss durch Untersuchung der Gelenkflächen und der Bänder ohne erhebliche Berücksichtigung der Elasticität gewonnen werden kann, und es ist wohl nicht zu bezweifeln, dass jeder Fortschritt in der Kenntniss der einzelnen scharf ausgeprägten Bewegungsvorrichtungen, auch wo dieselben einen sehr specifischen Charakter darzubieten scheinen, eine Rückwirkung auf das Verständniss weniger leicht zu durchschauender Bildungen haben werde.

Diese allgemeineren Gesichtspunkte sind es, welche dem Gegenstande der vorliegenden Abhandlung in den Augen des Verfassers Interesse verliehen, nachdem er durch Henle's und Henke's Arbeiten über das menschliche Sprunggelenk veranlasst war, diese Gelenke auch bei Thieren mit erneuter Aufmerksamkeit zu betrachten.

Es sind zwei Punkte im Baue des Fusses der Wiederkäuer und einiger andern Mammalien, welche hier zur Sprache kommen sollen:

1. Die Besonderheit in der Verbindung der Fusswurzel mit dem Mittelfusse.
2. Die Bewegungen zwischen den Unterschenkelknochen, dem Talus, Calcaneus und Scaphocuboideum.

Der erste dieser Punkte ist der weniger bedeutende; der eigenthümliche Mechanismus, welchen ich hier zu erwähnen habe, findet sich bei den hiesigen Wiederkäuern, welche ich im frischen Zustande untersucht habe: Hirsch, Reh, Rind, Schaf und Ziege. Er wird sich demnach wohl bei allen Ruminantien finden. Doch mag ich darüber mich nicht bestimmter ausdrücken, da sich weder nach den Beschreibungen, noch auch nach Skeletten, deren Fusswurzel mehr oder minder mit Ligamenten bedeckt ist, eine sichere Ergänzung meiner Daten gewinnen lässt.

Da indessen ein wesentlich ähnlicher Mechanismus sich auch im Fusse des Schweins findet, so zweifle ich nicht, dass man auch bei andern Säugern noch Entsprechendes antreffen wird.

Der zweite Punkt ist wichtiger aber auch bekannter. Langer hat in seiner interessanten Untersuchung „über das Sprunggelenk“ (Wien 1856) vor einigen Jahren die Talusbewegung der Wiederkäuer und des Schweins schon zum Theile aufgeklärt, und ich werde hier nichts zu berichtigen, sondern nur zu ergänzen haben. Langer's Zweck war ein anderer als der meinige: er hatte die Schraubenform der Gelenkflächen zum Hauptgegenstande, nicht eine monographische Behandlung einer einzelnen Gelenkform. Daher man es nur natürlich finden kann, wenn jene Schrift nicht ein abgerundetes Bild dieser Einrichtung giebt, sondern nur einzelne der Hauptzüge desselben.

Auch gegenwärtig wird aber nichts weiter beabsichtigt, als eine Vervollständigung dessen, was bisher über diese Gelenke bekannt ist. Vielleicht sind auch jetzt noch wichtige Punkte übersehen. Jedenfalls aber werde ich es geschickteren Händen überlassen, eine mehr mathematische Behandlung der einzelnen hier in einander greifenden Functionen zu liefern.

Von diesem Mechanismus lässt sich, da er in auffallenden Formen der grössern Tarsusknochen sich ausspricht, mit Bestimmtheit sagen, in welcher Ausdehnung er im Thierreiche vorkommt. Es sind nämlich, wie sich aus dem Texte und den Abbildungen von Cuviers Rech. s. l. ossem. foss. erkennen lässt, sämmtliche Wiederkäuer und die paarzehigen Pachydermen: Schwein, Nilpferd und das fossile Anoplotherium übereinstimmend in gewissen Einrichtungen des Talus und Calcaneus, welche für den fraglichen Mechanismus bezeichnend sind\*).

## I.

In der Fusswurzel der bezeichneten Thiere findet sich eine erhebliche Beweglichkeit in den Verbindungen des Talus mit dem Calcaneus und beider mit dem Kahn- und Würfelbein, während letztere beide Knochen, bei den Ruminantien zu einem Kahnwürfelbeine (*Scaphocuboideum*) verschmelzen, mit den *ossa cuneiformia* und dem *metatarsus* im Allgemeinen fest verbunden sind.

Letztere Verbindung soll hier zunächst erörtert werden. Es kommen bei derselben in Betracht für die Pachydermen 5, für die Wiederkäuer 3 Knochen, indem ausser der Verschmelzung der *ossa naviculare* und *cuboid.* bei ihnen auch das zweite und dritte Keilbein nur einen Knochen bilden\*\*).

Von diesen Knochen ist nur einer, das erste Keilbein einigermaßen beweglich gegen seine Nachbarn, während die übrigen unter sich und mit dem *Metatarsus* durch straffe *Amphiarthrosen* verknüpft sind. Besonders fest sind diese Verbindungen beim Rehe, so dass man, nach Durchschneidung der

\*) Vgl. Cuvier i. a. Werke, Octavausgabe, Paris 1835. III. p. 238. V. p. 126 ff. besonders 136. (In der Beschreibung des Calcaneus, p. 137, muss es statt *comprimé verticalement* offenbar heissen: *latéralement!*) VI. p. 34. — Atlas. T. I. tab. 37. fig. 13. tab. 26. figg. 23--29.

\*\*\*) Dass die Verminderung der Zahl der Keilbeine auf dieser Verschmelzung beruht, ist aus der Entwicklung nachzuweisen. Ohne Berücksichtigung derselben scheint allerdings die Auffassung zunächst zu liegen, dass den Wiederkäuern, in Uebereinstimmung mit der Vereinfachung des *Metatarsus* u. s. w., das erste *os cuneif.* gänzlich fehle, wie das Verhältniss auch von Gurlt (*Anat. der Haussäugeth.* 3. Aufl. I. S. 185) dargestellt worden ist. Zweifel daran dürfte freilich schon die genauere anatomische Untersuchung erregen, insofern dieselbe nachweis't, wie das erste Keilbein des Schweines und das erste oder kleine der Wiederkäuer in ganz gleicher Weise durch ihre Verbindung mit der Sehne des *musc. peronæus longus* zu einer eigenthümlichen Function bestimmt sind. Den sichern Nachweis eines kleinen zweiten, mit dem dritten verschmelzenden Keilbeins hat mir die Untersuchung zweier neugeborenen Ziegen und eines erwachsenen Rehes geliefert. Die eine Ziege war offenbar unrsif und vor der Geburt abgestorben; sie zeigte einen sehr kleinen Knochenkern für das zweite Keilbein, welcher noch durch eine dicke Knorpelwand von dem grössern Kern getrennt war, mit welchem er später verschmelzen sollte. Bei der zweiten, reifen, Frucht war die Knorpelschicht zwischen beiden Kernen schon sehr dünn, doch noch überall vorhanden. Genau an derselben Stelle, wo bei den Ziegen dieser kleine Knochenkern liegt, fand ich zufällig bei einem unter einer Reihe von Rehtarsi dieses Knöchelchen im erwachsenen Zustande noch isolirt. Man sieht (Fig. VII. A. b.) dass es nur einen kleinen Zuwachs zu dem grossen Keilbeine liefert.

äussern Ligamente zwischen Fusswurzel und Mittelfuss noch Mühe findet, die Knochen nur so weit aus einander zu biegen, um mit einer schmalen Klinge die ligg. interossea erreichen zu können\*).

Die Bewegung, deren das erste Keilbein fähig ist, besteht in einem Wechsel von stärkerem Hervortreten und tieferem Hineintreten zwischen die Flächen des Kahnbeines und Metatarsus, welche beim Rehe nur gering, bei andern ganz merklich sind. Das Hervortreten lässt sich bewirken durch ein Hinaufdrücken des Metatarsus gegen den Tarsus, das Hineintreten durch Anziehen der Sehne des musc. peronaeus longus\*\*).

\*) Da, wie man weiterhin sehen wird, die Straffheit dieser Verbindungen in einem Verhältnisse zu dem Mechanismus des ersten Keilbeines steht, so bemerke ich hier noch, dass sich im Allgemeinen ein Verhältniss zwischen derselben und der Schlankheit des Metatarsus, wie man erwarten könnte, auch wohl erkennen lässt. Um von den Verhältnissen einiger der von mir untersuchten Metatarsi einen ungefähren Begriff in Zahlen zu geben, setze ich hieher die Messungen der Länge derselben und der Breite an den untern Gelenkrollen:

	Länge.	Breite in m. m.	Verhältnisszahlen der Länge, auf gleiche Breite der untern Condyloli berechnet.
Reh . . . . .	194 . . . . .	23 . . . . .	2723
Rind . . . . .	230 . . . . .	54 . . . . .	1357
Hammel 136 . . . . .	26 . . . . .		1688

Bei dem Hirsche beträgt die Länge des Metatarsus 250 m. m. auf eine Breite von 33 an der angegebenen Stelle, so dass die verhältnissmässige Länge nur 5750 sein würde, wenn man die des Rehes durch 6402 bezeichnete. — Wie sehr die Schlankheit der Extremitäten auf der Länge des Metatarsus beruht, zeigt folgende Messung einer Hinterextremität der Ziege im Vergleiche mit der des Rehes. Die Oberschenkelbeine beider sind fast genau gleich lang, bei der Ziege noch etwas länger (Z. 195 m. m. R. 193) und weit massiver; die Tibia des Rehes misst 11 m. m. mehr als die der Ziege (Z. 228. R. 239), der Unterschied der Mittelfussknochen beträgt aber fast 70 m. m. (Z. 127. R. 196). —

\*\*) Die Myologie des Fusses der Wiederkäuer finde ich nirgends so genau, dass ich mich auf eine Beschreibung ohne Weiteres beziehen könnte. Es sei desshalb erlaubt, hier einige Notizen über dieselbe beizubringen. Um mich bestimmter ausdrücken zu können und nicht in den Fehler eines unberechtigten Generalisirens zu verfallen, halte ich mich nur an eine Species, die Ziege:

In Betreff der Muskelgruppe auf der Vorderseite des Unterschenkels habe ich im Wesentlichen für dieses Thier zu bestätigen, was Meckel (Vgl. Anat. III. 638) über diese Muskeln bei den Wiederkäuern sagt. Man findet oben am Unterschenkel drei Muskelmassen: zwei hauptsächlich von einer Horizontalinie, von der tuberositas tibiae an nach Aussen, fleischig entspringende einfache Muskeln, oberflächlich den (1) Peron. long., hinter ihm den ächten (3) Tibialis antic. — Während die horizontale Ursprungslinie des letztern überall direct am Knochen läuft, geht der Peron. long. theilweise von einer Sehnenbrücke aus, welche vom Tibialhöcker zur Gegend des Capital. fibulae sich ausspannt. So bildet er einen Vorhang vor dem starken (2) tendo extensorius, welcher vom os femoris ausgehend sich zunächst zwischen (1) und (3) einlagert.

Der Peron. long. entspricht in seinem Ursprunge deutlich dem höchsten Theile des gleichnamigen Muskels des Menschen. Seine Sehne geht weiter nach abwärts an der Aussenseite des äussern Knöchels hinunter. Wie sie sich am Tarsus verhält s. im Texte.

Von dem tendo extensorius entspringen 3 Muskeln, welche mit dem M. tib. antic. zu einer rundlichen Masse zusammengewickelt sind, aus welcher die vier Sehnen nach abwärts hervortreten.

Diese Sehnen sind, ausser der des m. tib. ant.

a) tibial. antic. spurius, b) extensor latus internus, c) extensor intermedius.

Die Sehnen der beiden tibiales sind eng mit einander verbunden; nahe oberhalb der Insertion durchbohrt der ächte Tibialis antic. den spurius. Sie heften sich auf dem dorsum und an der Innenseite des Tarsus und Metatarsus an.

Den m. tib. ant. spurius nimmt Meckel für eine Modification eines Theils des Extensor communis. Diese Auffassung lassen wir gerne geiten aus nahe liegenden Gründen: gemeinsamer Ursprung, reducirte Zahl der von diesem Ursprunge zu den Zehen gehenden Sehnen, Ueberzähligkeit als tibialis antic. Unhaltbar ist es aber, wenn Meckel daneben die weiter nach Aussen liegende Sehne (b) ext. latus int. für den extensor hallucis anspricht.

Die Sehnen (b) und (c) sind mit (4) dem Peronäus brevis s. Extensor latus extern. zusammen zu betrachten.

Der Ursprung (nach Meckel von der Tibia) bezeichnet diesen letzten Muskel sehr bestimmt. Er geht zu oberst von der Spitze aus, welche das Köpfchen des Wadenbeins andeutet; weiter abwärts von der bandartigen Fibula (ligamentum peronoides) und einem an dieser befestigten Intermuscularbande, an dessen anderer Fläche der Flexor hallucis entspringt.

Man erkennt hierin die Wirkung einer Keilform des fraglichen Knöchelchens: die Metatarsalfäche und die Navicularfläche desselben sind in der Weise gegen einander geneigt, dass der Knochen beim Aufstützen der Extremität hervorgetrieben wird, andererseits, wenn die Sehne des *musc. peron. long.* ihn anzieht, durch seine Einkeilung in den Fuss die Tarsometatarsalverbindung anstrafft.

Für die Beweglichkeit dieses kleinen Keilbeins ist der genügende Raum erzielt durch einen Tarsometatarsalsinus, welcher neben den *ligamenta interossea* bewegliche Fettmassen einschliesst. (Fig. VII. B. Tarsus des Hirsches, Metatarsalfäche. Der Spielraum für das *os cuneif. I* ist bei andern, z. B. Rind, Schaf, Ziege, relativ grösser.)

Es ist hiernach selbstverständlich, dass der Umfang der Bewegung des

---

Die beiden breiten Sehnen von (b) und (4) gehen auf dem *dorsum metatarsi* hinab und enthalten zwischen sich eine Scheide, in welcher die rundliche Sehne von (c) *ext. intermed.* gleitet. Diese Sehne verdeckt einen Zusammenhang der beiden breiten Sehnen: der *ext. lat. int.* giebt dem *ext. lat. ext.* eine schwache Hilfssehne ab und bezeichnet sich selbst dadurch noch als den eigentlichen *ext. communis*, den *extensor latus externus* als Hilfsmuskel. Die Umwandlung des *Peroneus brevis* in einen Zehenstrecker hat der menschlichen Anatomie gegenüber nichts Auffallendes, da schon hier dieser Muskel regelmässig eine Hilfssehne zur äussern Zehe giebt. Diese wird also bei den Wiederkäuern u. s. w. zur einzigen Sehne des Muskels. (Sonderbar nimmt es sich aber diesem Umstande gegenüber aus, wenn Meckel die Verwendung einer Extensorsehne als secundärer *Tibialis anticus* dadurch motivirt, dass sie „wegen Länge des Fusses“ am Metatarsus stehen bleibe. Einer solchen Motivirung gegenüber möchte man fragen: ob denn der Bildungsprocess leichter einen langen Knochen, als eine lange Sehne hervorbringe?)

Die Sehne (c), *ext. intern.*, nimmt vor dem *os metat.* noch das Fleisch des *ext. brevis* auf, welcher vom *talus* und der *lamina calcanei*, (bei keinem der von mir untersuchten Wiederkauer vom obern Ende des Metatarsus, wie Meckel — 639 — angiebt) entspringt.

Die beiden Sehnen, in welche der *ext. intern.* sich weiterhin spaltet, beide rundlich und in ihrer sehnigen Umgebung etwas beweglich, laufen auf dem *dorsum* einer jeden der beiden Hauptzehen hin gegen die dritte *Phalanx*. Während diese nun auf dem höchsten Theile des *dorsum*, nahe der Zwischenfläche der Zehen sich halten, deckt je ein *tendo iatus* die abhängige Convexfläche (Innenseite der innern, Aussenseite der äussern Zehe) und es entsteht daraus die Wirkung, dass die breiten Sehnen strecken mit Spreizung, der *tendo intermed.* mit Aneinanderlegen der Zehen. (Ich habe diese Wirkung deutlicher beim Rehe gefunden als bei der Ziege.)

Betreffs der Muskeln an der Hinterseite des Unterschenkels, welche mit der Aufgabe dieser Arbeit keine nähere Beziehung haben, erlaube ich mir nur die Bemerkungen:

1) Meckel hat (653) übersehen, dass der *m. flexor perforans* sich aus 3 Köpfen bildet. Es finden sich diese Köpfe in ähnlicher Anordnung wie beim Menschen der *flexor halluc. long.*, *m. tibial. postic.* und *m. flex. comm. long.* Eine Abweichung liegt nur in der bei dem Menschen mehr versteckten Lage des *m. tibial. post.* — Die Sehne dieses Muskels verbindet sich schon am Unterschenkel mit der des *flex. comm.*, während die hieraus hervorgehende gemeinschaftliche Sehne erst in der *planta* mit der des *flex. halluc.* verschmilzt. (Gurlt giebt, S. 366 unter 4. und 5. diese Verhältnisse richtig an. Meckel erklärt (635) ausdrücklich, dass der *tibial. postic.* den Wiederkäuern fehle.)

2) Interessant schien mir, wie genau sich, bei einer Beachtung der zarten Ursprünge des *soleus*, das Lagenverhältniss des *m. flexor perforatus* auf die Lage zurückführt, welche der *m. plantar. longus* des Menschen einnimmt.

Es sind 3 schwache Ursprünge des *soleus* zu unterscheiden.

1) *Caput fibulare*, von dem *Fibularhöcker* oben an der *Tibia* und etwas an dem *ligament. peronoides* hinunter.

2) *Caput intern. superius* ist continuirlich mit dem *gastrocnem. int.*, indem von dessen Ursprünge ein Sehnenbogen herabsteigt und sich an der *Tibia* über dem höchsten Theile der *Insertion* des *m. poplit.* anheftet.

3) *Cap. intern. infer.* Auch von dem äussern *Gastrocn.* kommt ein Sehnenbogen herab, ein langer Sehnenstreifen, von welchem ein dünnes Muskelblatt entspringt. Der Streifen geht nach unten in die *Fascie* der hintern tiefen Muskeln über und sitzt dadurch unten am innern Rande der *Tibia* fest. Dieser Rand ist also der Ursprung, wenigstens theilweise, für jenes Muskelblatt, welches somit den innern *Soleus*-ursprung des Menschen wiederholt. Grade hinter diesem Muskelblatte und vor dem *Gastrocn. intern.* liegt der *Flexor perforatus*, wie bei dem Menschen die Sehne des *m. plantar. long.*

Knöchelchens um so geringer sein muss, je straffer die benachbarten Amphiarthrosen sind.

Die Sehne des m. peron. long. heftet sich ganz ausschliesslich an dieses Keilbein; es ist also offenbar, dass man diesem Muskel keine Bewegung der Fusswurzel im Ganzen, sondern nur die der momentanen Verfestigung der Tarsometatarsalverbindungen zuschreiben kann.

Die Sehne des m. peron. l. tritt an der Aussenseite des Tarsus hinab zwischen die Ligamente. Nachdem man sie entblösst hat, sieht man sie in eine trichterförmige Vertiefung des os cuboid. eingehen\*) und in einen Knochenkanal zwischen diesem Knochen und dem os metat. treten, aus welchem sie dann in den oben erwähnten sinus tarso-metatarsus gelangt\*\*).

Von Seiten des os cuboid. ist dieser Kanal durch eine tiefe Rinne dargestellt, so dass das os cuboid. zwei von einander gesonderte Gelenkflächen für den Metatarsus erhält. Die mehr plantarwärts gelegene von beiden ist freilich bei weitem kleiner, schon bei Hirsch\*\*\*) und Reh, noch mehr bei den übrigen Wiederkäuern und dem Schweine. Es ist also hier die Sehne von einem Knochenvorsprunge bedeckt, wo sie bei dem menschlichen Fusse vom vordern Ende des ligam. calcaneo-cuboid. bedeckt wird.

Bei Versuchen, die Wirkung des Muskels durch Anspannen der Sehne zu bestimmen, zeigte sich zuweilen ein schwaches Heben des Fusses. Ich glaube, nach dem Obigen, durchaus nicht, dass der Muskel bei dieser Action mitwirkt. Vernunftgemäss ist wohl nur die Annahme, dass er im Augenblicke des Abschnellens des Fusses vom Boden wirksam ist, dem Fusse die höchste Festigkeit zu geben. Insofern er an sich schwach beugen könnte, also bei der Beugung etwas abgespannt werden würde, muss die entgegengesetzte Bewegung des Fusses seine Wirkung auf das Keilbeinchen durch passive Anspannung erhöhen. Freilich, wäre der Muskel und seine Hebewirkung nicht sehr schwach im Vergleiche zu den andern, welche hiernach mit ihm synchronisch und dennoch quasi antagonistisch wirken müssen, so wäre es unvernünftig, diese Combination anzunehmen.

Unzweifelhaft trifft, nach Allem, die Function des Muskels mit der des gleichnamigen bei dem Menschen in dem allgemeinen Ausdrücke zusammen: die Festigkeit des Fussgliedes momentan zu steigern; höchst wahrscheinlich geschieht das auch bei beiden im Momente des Abstossens; es geschieht ferner bei beiden durch Anspannen eines Theiles am innern Fussrande gegen den

\*) Fig. II. B. b. — Den Kanal sieht man Fig. VII. B. über c.

\*\*) Meckel (III. 626), welcher die Insertion der Sehne dieses Muskels gar nicht angiebt, sagt übrigens, sie gehe „unter der Fusswurzel weg“, was richtig sein würde, wenn man den Fuss senkrecht stehend dächte, eine Lage, welche jedoch der Beschreibung nicht zum Grunde zu liegen pflegt, da man vielmehr durch Anlehnung an die menschliche Anatomie „unter“ gleichbedeutend mit „plantarwärts“ zu gebrauchen pflegt. Nicht misszuverstehen und unrichtig ist Cuvier's (Leçons. Paris Ed. 2. T. I. p. 542) sous la jointure du canon. Richtig wäre: par la joint.

\*\*\*) Fig. VII. A. d. — B. c.

äussern. Eine den Umständen angemessene Verschiedenheit zeigt aber die specielle Ausführung der Einrichtung.

Mit der geringern Beweglichkeit der besprochenen Verbindungen bei den Cervus scheint es auch zusammenzuhängen, dass bei diesen ein Knöchelchen ganz fehlt, welches am Oberende des Metatarsus bei Rind, Schaf, Ziege und Schwein\*) in der tiefsten Schicht des starken plantaren Bandapparates zwischen Tarsus und Metatarsus sich findet. Eine bestimmte Function weiss ich diesem Sesambeinchen nicht zuzuschreiben; es ruht aber an dem Metatarsus mit einer kleinen Gelenkfläche und wird bei den oben erwähnten Bewegungen des os cuneif. I. etwas verschoben.

Die Verschiedenheiten der Fusswurzel und des Mittelfusses vom Schweine führen natürlich einige, jedoch nur nebensächliche Modificationen des erörterten Apparates mit sich.

Die Form, zu welcher die untern Tarsusknochen des Schweins unter sich verbunden sind, lässt sich, gegenüber der menschlichen Form, so bezeichnen, dass sie fast in einen Ring zusammengebogen sind, dessen kleine übrig bleibende Oeffnung natürlich plantarwärts sieht, einerseits vom os cuneif. I, andererseits vom os cuboid. begrenzt. In diese Oeffnung ragt noch ein von den beiden grossen ossa metatarsi gebildeter Fortsatz hinein, an welchen sich die beiden genannten Tarsusknochen von beiden Seiten legen. Die Wirkung des peroneus longus lässt sich hier speciell so ausdrücken, dass er das os cuboid. einerseits, das os cuneif. andererseits, gegen diesen Fortsatz des Metatarsus presst, und dadurch, so wie durch begleitende Bänderspannungen den Fuss verfestigt.

Eigen ist es auch, dass die Sehne durch den sinus tarsi zum Theil in einem aufwärts convexen Bogen geht. Sie wird dazu durch die Vorrangung der grossen Mittelfussknochen genöthigt, auf welchen sie sich platt drückt.

---

## II.

Die neueren Bearbeitungen des menschlichen Sprunggelenkes gewinnen natürlich noch an Interesse durch Vergleichung ähnlicher Einrichtungen bei Thieren, bei welchen zum Theile die Drehung des Fusses am Talus mehr als bei dem Menschen sich der Längsaxe des Fusses annähert und leichter

---

\*) Cuvier (Leçons. I. 533) kannte das Knöchelchen nur bei dem Schweine und fasste es als ein Daumenrudiment auf. Bei Wiederkäuern ist es ihm wie Meckel entgangen. Letzterer würde namentlich nicht versäumt haben, den Knochen anzumerken, wo er (II. 2. 462) so ausdrücklich sagt, dass er an dem Metatarsus der Wiederkäuer nie, weder oben noch unten, Nebenknochen gefunden habe. Gurlt (l. c. 189) bemerkt den Knochen bei den Wiederkäuern, aber nicht beim Schweine und nennt ihn ein Sesambein. Allerdings muss Cuvier's Auffassung als Daumenrudiment beim Schweine durch das Vorkommen eines analogen Knochens bei Wiederkäuern unzulässig erscheinen. Gegen dieselbe spricht aber auch die tief in den ligg. tarso-metatarsalia plantaria verborgene Lage. Fehler der Art können leicht begegnen, wo man bei so grossen Arbeiten wie Cuvier's sich auf die Präparate Anderer stützen muss.

verständlich ist. So ist dies z. B. der Fall im Fusse der Katze und der Wanderratte. Ganz ausgezeichnet aber (und meiner Erinnerung nach ganz übereinstimmend mit den Angaben Langer's in der angef. Schrift) ist bei dem dreizehigen Faulthiere die Drehung des Fusses um den schlanken Talus ausgebildet.

Dieser Bewegungsweise gegenüber wird man natürlich bei den grossen schweren Thierformen von einfacherer Bewegungsart, wie sie unter den Wiederkäuern, Einhufern und Pachydermen entwickelt sind, nur entweder straffe Verbindung erwarten können, wie sie bei den Einhufern und gewiss den meisten Pachydermen sich findet oder Drehung um eine Queraxe, als Ergänzung der Unterschenkeltalusbewegung. Diese letztere findet sich bei den Wiederkäuern und, wie schon erwähnt, den paarzehigen Dickhäutern.

Da ich mit manchen Fussgelenken mich seit langer Zeit wiederholt beschäftigt, das Fussgelenk der Wiederkäuer aber niemals besonders zu untersuchen Gelegenheit gehabt hatte, so fesselten mich einige Bewegungseigenthümlichkeiten des Rehfusses sehr und veranlassten mich, an manchen Exemplaren desselben, dann auch beim Hirsche, Rinde, Schafe, der Ziege und dem Schweine, überall im frischen Zustande, den eigenthümlichen Mechanismus zu studiren.

Von diesen Bewegungseigenthümlichkeiten erwähne ich zuerst

1) das elastische Federn. Bei einem kurzen, leicht beweglichen Unterschenkel fragmente ist leicht zu bemerken, dass es zwei verschiedene Stellungen mit Vorliebe wählt und stets in dieselben übergeht, wenn es ihnen nahe gebracht wird. Die eine dieser Stellungen ist nahe der Streckung\*), die andere findet sich, wenn die Vorderseite des Unterschenkels um etwas weniger als einen rechten Winkel vom dorsum pedis entfernt ist\*\*). Ich will dies die Mittelstellung des Gelenkes nennen.

2) Drückt man am Ligamentpräparate den Unterschenkel gegen das dors. pedis hin, so dass beide Gelenkflächen des Talus möglichst weit auf der Hinterseite zwischen Unterschenkel und Calcaneus zum Vorschein kommen, (Fig. VI. B) beginnt man dann die entgegengesetzte Bewegung, so zeigt sich die Streckungsbewegung zwischen Unterschenkel und Talus abhängig von der des Talus gegen Calcaneus (und Scaphocuboid.), indem bei Verhinderung der letztern auch jene unmöglich wird. Die Bewegung des Talus lässt sich leicht hemmen, indem man etwas zwischen einen Fortsatz desselben und den Calcaneus stützt.

3) Derselbe Fortsatz kann auch benutzt werden, um die gegenseitige

\*) Die Bezeichnungen Streckung und Biegung gebrauche ich in dem unmittelbaren Wortsinne und nicht in dem künstlichen, nach welchem der Fuss im Heben sich streckt, im Niedersetzen sich beugt.

\*\*\*) Diese Elasticitätsäusserungen habe ich besonders bei dem Rehe beachtet. Sie finden sich vielleicht nicht bei allen den Gelenken, welche in den übrigen Hauptpunkten übereinstimmen. Ist bei dem Rehe der Unterschenkel vom Fusse abgenommen, so springt der Talus immer in die Mittelstellung. Lässt man dagegen den Talus am Unterschenkel allein, so stellt er sich vorwiegend in die eine oder andere extreme Lage.

Abhängigkeit beider Gelenke noch in einer andern Erscheinung zu zeigen. Er stützt sich in der Strecklage auf den Calcaneus (Fig. VI. A. a. Calc. b. Talus)\*); schiebt man nun bei gestrecktem Fusse eine starke Klinge zwischen diese Theile und sucht die Beugungsbewegung des Talus zu erzielen, so setzt sich zunächst der Unterschenkel auf dem Talus in Bewegung, während die gleichzeitige Bewegung des Talus selbst anfänglich nur gering ist. Erst wenn der Unterschenkel seine Bewegung auf dem Talus vollzogen hat, wird der grössere Theil der Bewegung des Talus gegen den Tarsus frei.

4) Hindert man dagegen die letztere Bewegung von Anfang an gänzlich, so ist auch die Bewegung des Unterschenkels auf dem Talus nur in geringem Umfange möglich.

5) Die Beugung des Fussgelenkes ist von einer dreifachen Formänderung des Tarsus begleitet: derselbe

- a. verkürzt sich,
- b. knickt sich,
- c. windet sich.

Die Knickung findet sich zwischen dem Calcaneus und Scaphocuboideum; an dieser Stelle springt in der Fussbeugung ein stumpfer Winkel plantarwärts hervor.

Die Torsion findet an derselben Stelle Statt. Hält man das Präparat an der Ferse fest, während man den Unterschenkel die Beugebewegung machen lässt, so sieht man das dorsum metatarsi sich allmähig etwas nach Aussen kehren. Die umgekehrte Bewegung macht natürlich die Dorsalkante der Ferse, wenn man das Präparat am Metatarsus hält.

6) Fasst man Ferse und Metatarsus, nachdem man die Streckung des Gelenkes bewirkt hatte, und bringt dann die unter 5) beschriebene Formänderung des Tarsus gewaltsam hervor, so tritt damit auch die Beugung des Gelenkes ein, mit der entgegengesetzten Wirkung auf den Tarsus die Streckung.

Befinden sich die Gelenke im Zustande einer sehr vollständigen Streckung, so findet sich bei dem Versuche, die Beugung auf die eben angegebene oder auf die sub 3) bezeichnete Weise zu bewirken, anfänglich ein merklicher Widerstand. Ist dieser einmal überwunden, so entwickelt sich die Bewegung in beiden Gelenken, theils gleichzeitig, theils consecutiv sehr leicht.

---

Die anatomische Betrachtung, welche zur Erläuterung der Function dieses Doppelgelenkes erforderlich ist, hat an Skeletttheilen zu umfassen

---

\*) Der Fortsatz, welcher in Fig. VI. A. und B. im Durchschnitte des Rehfusses erscheint, zeigt sich Fig. I. A., innere Seitenansicht des Hirschtalus, zwischen e. und d. — Fig. II., äussere Seitenansicht, von a. bis b. — Fig. IV. tritt er, in der Plantaransicht, nach links als querüberlaufende Kante hervor.

- 1) das Unterende des Unterschenkels,
- 2) den Talus,
- 3) den Calcaneus,
- 4) den untern Tarsus; dieser, gleichviel, ob drei oder fünf Knochen enthaltend, und mit ihm der Metatarsus, bilden für diese Betrachtung nur ein Stück, an welchem fast nur die dem Talus und Calcaneus zugewandten Gelenkflächen eine besondere Besprechung erfordern.

Die folgenden anatomischen Data sind zunächst dem Hirschfusse entnommen.

### Unterschenkel.

Das untere Ende des Unterschenkels enthält bekanntlich bei den Wiederkäuern in der Gestalt eines äussern Knöchels das knöcherne Rudiment einer Fibula\*), welches für den Mechanismus des Sprunggelenkes besonders durch zwei Eigenthümlichkeiten von Bedeutung ist, einmal durch die bekannte Gelenkfläche, mit welcher dieser Knöchel auf der lamina calcanei gleitet, zweitens durch die schon von Langer gewürdigte Form seiner Innenfläche, welche nämlich convex in eine Grube an der Aussenseite des Talus vorspringt. Talus und Unterschenkel werden durch die Form der Knöchel und ganz besonders durch diese Einrichtung am äussern, so fest an einander gehalten, dass sie selbst nach Wegnahme aller Bänder und Einschrumpfen der Knorpel nur durch gewisse besondere Bewegungen verrenkt werden können. Diese Erscheinungen sind besonders sehr ausgesprochen bei den grössern Formen, Hirsch, Rind zu bemerken. Sehr fest zeigt sich das Aneinanderhaften der beiden Skeletttheile namentlich in der vollendeten Beugungslage; hat man diese hergestellt und führt den Unterschenkel dann noch weiter in derselben Richtung, so muss ihm der Talus folgen. Bei Hirsch und Rind findet sich auch eine Anklemmung am Ende der Extensionsbewegung.

Die untere Gelenkfläche des malleolus extern. sieht man Fig. III. A. a. und c. Bei b. ist, weiter rückwärts, eine nicht überknorpelte Grube, in welcher ein Talomalleolarband haftet.

Am vordern Rande der Gelenkfläche des Unterschenkels ist besonders der starke, in seiner Mitte hervortretende Zapfen zu bemerken (III. A. d.), welcher bei der Beugung in eine Grube (III. B. a.) des Talus tritt, (Vgl. den Durchschnitt VI. B. c.) Gleichzeitig treten aber auch die seitlich davon gelegenen Theile des Vorderrandes gegen erhabene Linien am Talus (III. B. c. b.) (Am Hinterrande dieser Gelenkfläche findet sich bei dem Rinde noch eine kleine Nebenfläche entwickelt, welche sich bei voller Extension auf eine entsprechende am sustentaculum tali stützt und so dem Stehen eine grössere Stetigkeit verleiht.)

### Talus.

Dieser Knochen ist, mit Ausnahme des grössten Theiles der innern und eines kleinern der äussern Seitenfläche, fast ganz mit Gelenkknorpel bedeckt und die nicht überknorpelten

---

\*) Schon oben wurde bei Gelegenheit der Fussmuskeln der Ziege eine ligamentöse Fibula erwähnt, welche ich hier in ihren Verhältnissen noch näher bezeichne: Von der bekannten Zacke, welche unter dem Condylus ext. tibiae nach abwärts ragt, geht ein Strang hinab, welcher sich allmählig unter spitzem Winkel der Fibula annähert und eine Strecke unterhalb ihrer Mitte sich in das Niveau ihres Periostes versenkt. Dennoch verschwindet der Strang auch hier noch nicht, sondern lässt sich als ein glänzender sehnartiger Streif bis gegen den malleol. ext. hinab verfolgen. Er verliert sich hier in der sehnigen Masse, welche theils als Periost, theils als Band von der Tibia zu dem Knöchel geht. Räumt man diese hinreichend hinweg, um den obern Rand des Malleolarknochens vollständig zu sehen, so bemerkt man, dass, von diesem aus, jenem ligamentum peronoides eine kleine Zacke entgegenkommt. Zwischen dem obern Theile des Ligaments und der Tibia ist eine Lücke für Gefässe u. s. w., während weiter abwärts eine membrana (pseudo) interossea sich findet. Die Tibia der Ziege mit dem ligam. peronoides hat auffallende Aehnlichkeit mit dem Unterschenkel von Lepus und dergl.

Theile der innern Seitenfläche sind noch grossentheils, wegen ihrer Reibung an Bändern, mit glatter Synovialhaut überzogen.

A. Die Gelenkflächen für den Unterschenkel und seine Knöchel, mittlere und seitliche Unterschenkelflächen des Talus.

In Fig. B. nimmt die mittlere Fläche etwas mehr als die linke Hälfte ein; sie besteht aus zwei seitlichen Rollen und einer mittleren Rinne, welche auf der Dorsalseite des Talus in der schon erwähnten Grube (*fossa dorsalis tali*) a. endet.

Von den beiden seitlichen Rollen ist die äussere dadurch ausgezeichnet, dass ihr hinterster Theil nicht mehr die gleiche Krümmung fortsetzt, sondern etwas aufgeworfen endet, so dass hier die Tibia, in der Streckung angekommen, einen Widerstand findet.

(Während ich diese Einrichtung ausgezeichnet deutlich z. B. auch beim Schafe fand, fehlt sie dem Rinde. Sie wird diesem ersetzt, theils durch den oben beschriebenen Halt der Tibia auf dem Calcaneus, theils durch die jetzt zu erwähnende Form der äussern seitlichen Unterschenkelfläche.)

Die Grube, in welche der äussere Knöchel eingreift (II. A. zwischen a. und c.), wird beim Hirsche und ganz besonders beim Rinde, nach hinten seichter, so dass hier bei der Streckbewegung das oben erwähnte Anklemmen, eine Hemmung weiterer Streckung, eintritt.

Nach vorne, wo die Grube ihre volle Tiefe hat, ist zugleich der Rand, welcher sie von der mittlern Cruralfläche trennt, besonders scharf und hoch, so dass hier dem Abreissen des Unterschenkels vom Talus (in der Beugungslage) der stärkste Widerstand entgegengesetzt ist.

B. Die Tarsalgelenkflächen des Talus.

Diese bedecken, abgesehen von einem ansehnlichen Theile der äussern Seitenfläche (II. A. c. f.) einen Theil der Dorsalfläche (III. B. rechts) die untere (Digital-) Fläche und fast die ganze Plantarfläche (IV. A.). Alle Bestandtheile dieser Flächen sind zur Drehung um transversale Achsen in einer Gelenkhöhle eingerichtet.

Wiewohl man die Höhle des Tarsus, von Calcaneus, Scaphocuboideum und Bändern gebildet, in welcher der Talus sich befindet, als eine einige Gelenkhöhle in gewisser Beziehung betrachten kann, so ist es doch auch wieder wichtig, die von beiden genannten Skelettheilen dargestellten Abtheilungen dieser Höhle und eben so die ihnen entsprechenden Rollflächen am Talus auseinander zu halten.

Es ist auf den ersten Blick klar, dass die (Fig. IV. A. vorliegende) plantar und aufwärts gewandte Gelenkfläche des Talus für den Calcaneus einen grössern Krümmungshalbmesser hat, als die nach abwärts zum Scaphocuboideum gewandte. Es fallen aber auch die Axen beider Gelenkflächen nicht zusammen, so dass, bei einer Drehung um die eine Axe, die andere ihren Ort verändern muss.

a. Die Calcaneusflächen des Talus.

Die Drehung des Talus am Calcaneus wird bestimmt durch die gekrümmte Fläche Fig. IV. A., welche theils plantar, theils fersenwärts gerichtet ist.

Die Aussenfläche des Talus gleitet dabei mit einer zweitheiligen (II. A. c. f.), durch eine Ligamentgrube (d) unterbrochenen Fläche an der lamina calcanei.

Jene Convexfläche ist an ihrem obern Ende scharf abgesondert von der Cruralfläche des Talus, dadurch, dass letztere sich auf einem schon früher erwähnten Vorsprunge über sie hinaus erstreckt. Dieser Vorsprung, welcher sich in der Streckung am Calcaneus stützt (VI. A.), bewirkt einen Theil der Festigkeit, welche das Gelenk in dieser Lage bedarf.

Zu demselben Zwecke dienen auch einige scharfe Einschnitte, mit welchen die Calcaneusfläche an ihrem andern Ende theilweise gegen die Scaphocuboidfläche abgesetzt ist. (IV. A. a. b.) Gegen sie stemmen sich in der Strecklage vorspringende Punkte am plantaren Rande der oberen Gelenkfläche des Scaphocuboideum (IV. B. e. f. Seitenansicht eines dieser Punkte: I. A. a. B. d.)\*)

\*) Bei dem Schweine finde ich nur einen dieser Absätze am Talus deutlich. Dagegen findet sich

b. Die Scaphocuboidalfäche oder untere Gelenkrolle des Talus.

Sie läuft um eine quere Axe und hat nichts von der kugligen Form des menschlichen Talus und ähnlicher. Im Ganzen kann man auch hier, wie im höhern Grade an der Crural- und in weit geringerem Masse an der Fersenbeinrolle des Talus, eine mittlere Rinne zwischen zwei seitlichen erhabenen Rändern unterscheiden. Doch zeigt der äussere von beiden Rändern da, wo er sich am breitesten entwickelt, eine leise Spur einer zweiten Rinne\*).

Dass diese Fläche eine Anlage zur Schraubenwindung besitzt, hat Langer gezeigt. Ich werde weiterhin einen Umstand zu erwähnen haben, welcher wohl in nothwendiger Beziehung mit dieser Form stehen dürfte.

Die auf dem dorsum tali befindliche Gränzlinie der untern Rollfläche und der Cruralfläche ist durch einen schmalen nicht überknorpelten Streif gebildet, an welchem die Gelenkapseln und mässig starke dorsale Ligamente des untern Talusgelenkes nebst einem Theile des Ursprungs des m. extensor digit. brevis haften.

Während der Unterschenkel mit seinen Knöcheln, der Calcaneus und das Kahnwürfelbein den grössern Theil der übrigen Flächen des Talus umgeben, ist die innere grösstentheils nur von Tibiotarsalbändern verhüllt, welche jedoch so an dieser Fläche spielen, dass auch diese fast als eine Gelenkfläche zu betrachten ist.

### Calcaneus.

Am untern Ende des Körpers steht nach Innen das Sustentaculum Tali hervor (I. B. a. — IV. B. h.) während vom Aussenrande nach abwärts sich die Lamina Calcanei erstreckt. (I. B. unterhalb b. Ansicht von Innen. — II. B. Ansicht der Fusswurzel von Aussen. IV. B. von oben.)

Am Körper und Sustentaculum befindet sich dorsalwärts die ab- und vorwärts sehende, um eine Queraxe concave Gelenkfläche für den Talus\*\*); plantarwärts von ihr eine starke rauhe Fläche für die plantaren Tarsusbänder.

Abgesehen von der Einfachheit und Krümmungsweise dieser Fläche ist der auszeichnendste Theil dieser Fersenbeine die lamina calcanei, welche sich von dem zehenvärts gelegenen Theile des menschlichen und anderer Fersenbeine dadurch unterscheidet, dass sie fast gar nicht die Plantarseite, sondern nur die grade Aussenfläche des Talus berührt.

Diese Platte besitzt drei freie Ränder, den dorsalen, cuboidalen und plantaren.

Der dorsale Rand erhebt sich von seinem obern Ende sogleich in den Gelenkhöcker (I. B. b. — II. B. d. — IV. B. a. b.) für den Malleolus externus und sinkt dann wieder, bis er in einem spitzen Rostrum (II. B. c.) mit dem Cuboidalrande zusammenstösst\*\*\*) Dieser vom dorsum zur Planta concave und aufwärts weichende Rand ist überknorpelt (II. B. zeigt das Profil, stellenweise verdeckt).

---

auf der Gränze der beiden Gelenkflächen beim Schweine ein in umgekehrter Richtung wirkender Vorsprung, ein Theil der scaphocuboidalen Gelenkfläche, welcher in der Beugung am Calcaneus vorstösst und die Beugung beendet. Aehnliches findet sich in etwas abgeänderter Form unter den Wiederkäuern bei Cervus.

\*) Dies Verhältniss, welches sich bei III. B. im Profile zeigt, würde kaum eine Erwähnung verdienen, wenn es nicht bei dem Schweine etwas mehr hervorträte und Cuvier zu der doch auch für das Schwein nicht recht passenden Beschreibung veranlasst hätte: „Ainsi l'astragale des ruminans à de même sa face tarsienne en forme de poulie, à deux gorges séparées par une arête saillante.“

\*\*) Beim Schweine ist das Sustentaculum Tali kurz, somit der Querdurchmesser der Gelenkfläche am Calcaneus und der entsprechenden am Talus verhältnissmässig klein. Der Uebergang von der breitem Dorsalseite zur schmalen Plantarfläche findet sich bei dem Talus dieser Thiere in einer sackartig convexen Innenfläche gegeben. Diese Convexfläche findet ihre Stütze in dem mächtigen Bande, welches vom innern Knöchel herabsteigt und, theilweise mit den Plantarbändern des Tarsus verbunden, einen Schwebeapparat für den Talus bildet.

\*\*\*) Bei dem Schweine ist der Dorsalrand mehr grade und der Gelenkhöcker allein aus ihm hervorspringend. In der Fig. II. B. ist der unter dem Gelenkhöcker liegende, bis zu dem Rostrum c. laufende Rand zu lang und grade ausgefallen.

Der plantare Rand ist dick, rauh und etwas einwärts umgebogen, so dass hier der Talus einen kleinen Rückhalt plantarwärts gewinnt.

Der Gelenkhöcker besteht aus einer hintern dickern und vordern kleinern Erhabenheit, getrennt durch eine ebenfalls überknorpelte Vertiefung.

An seiner glatten Aussenseite spielen die kurzen starken Calcaneomalleolarbänder.

Die Innenseite des Tuberculum hat ebenfalls eine glatte Fläche, an welcher sich der Talus bewegt.

Binen zweiten Stützpunkt findet die Aussenseite des Talus in einer ausgedehntern Knorpelfläche neben dem Cuboidalrande. (Theilweise zu sehen in I. B. c.) Die übrige Innenfläche der Lamina ist theils mit glatter Haut überzogen, theils Ursprungsstelle eines kurzen dicken ligamentum talocalcaneum interosseum.

### Kahnwürfelbein.

Die obere Seite bietet zwei neben einander gelegene Gelenkflächen, eine grosse für den Talus, eine schmale für die Calcaneusplatte.

Die erstere umgreift ausser der untern Seite des Talus auch ein wenig die plantare. Die beiden Zacken (IV. B. e. f.), welche in der Streckung am Talus vorstossen, wurden schon oben erwähnt\*).

Die Fläche, an welcher die Calcaneusplatte gleitet, ist der Hauptsache nach convex um eine quere Axe, wie die Seitenansicht in Fig. II. B. zeigt. An das dorsale Ende dieser Hauptfläche ist eine nach Aussen gerichtete Nebenfläche angeschlossen (Fig. cit. a.) an welche sich die Innenseite des rostrum laminae calc. gegen Ende der Beugungsbewegung stützt.

Dass eine solche Bewegung, bei welcher das Rostrum sich in die Gegend a. einlagert, eine Verkürzung des Tarsus bewirken muss, lässt sich an der cit. Figur ohne Weiteres erkennen. Das Scaphocuboideum und mit ihm der ganze untere Fuss dislociren sich an der lamina calc. aufwärts und plantarwärts. Dabei muss denn auch an dieser Stelle des Tarsus eine Knickung der Längsaxe des Fusses, wie sie früher erwähnt wurde, nothwendig eintreten. Denkt man sich in der Figur das Scaphocuboideum in Ruhe und das rostrum (c.) nach a. hin bewegt, so muss sich dabei nothwendig die Ferse heben.

Aber nicht bloss die Verkürzung und Knickung, sondern auch die gleichzeitige Windung (Torsion, bei welcher sich das dorsum metatarsi etwas nach aussen dreht) findet in demselben Gelenke Statt und ist mit einer seitlichen Verschiebung der Flächen an einander verbunden.

---

Von diesen drei Elementen der Bewegung wird man die Verkürzung als das wesentlichste zu betrachten haben. Was bisher als Verkürzung des Fusses im Ganzen bezeichnet wurde, ist vor Allem Verkürzung der den Talus einschliessenden Höhle des Tarsus, wie sie in den (nach getrockneten Gelenkdurchschnitten durchgezeichneten) Figuren VI. A. und B. hinreichend in die Augen fällt. Diesen Figuren gegenüber erkennt man auch sogleich eine wesentliche Bedingung der in der Beugung eintretenden Verkürzung: in der Fussstreckung befindet sich der Talus mit der ganzen, einen grössern Radius besitzenden, Calcaneusfläche im Tarsus, während diese Fläche

---

\*) Nicht ohne morphologisches Interesse sind einige in dieser Fläche vorkommende Vertiefungen, selbst Durchbohrungen, als Andeutungen der Trennung in Kahn- und Würfelbein. Bei dem Hirsche findet sich ein tiefer Spalt (IV. B. d.), beim Reh eine Grube, aus deren Grunde ein Loch zur untern Fläche führt, ähnliche kleinere oder relativ kleinere Spuren bei Schaf und Rind. Die Grube beim Reh enthält Fett.

bei der Streckung grossentheils frei geworden ist und der Scaphocuboidalfläche Platz gemacht hat.

Man kann also die Lage des Talus in der Streckung als eine Einspannung in den Tarsus seine Beugungsbewegung als eine Art Auslösung bezeichnen. In der ersteren Lage sind, wie es der grössern Festigkeit des Stehens entspricht, sowohl die Tarsalbänder stärker angespannt, als auch die Knochen vollständiger an einander gestützt. Mit einem Nachlasse der Spannung einiger Bänder in der Beugung tritt eine gewisse Schläffheit und leichtere Beweglichkeit im Tarsus ein.

Dass nun mit dieser Verkürzung auch die Knickung und Windung verbunden sind, beruht auf der einseitigen Stützung des Scaphocuboidum am Calcaneus: der innere Theil, das Scaphoideum, kann dem zurückweichenden Talus freier folgen, als das Cuboideum, dessen Bewegung der Gelenkfläche der Calcaneusplatte angepasst sein muss. Dadurch entsteht eine Art von Schwenkung und dieser entspricht eben auch die schraubenartige Windung der untern Fläche des Talus.

Auch der Anheftung der *musculi tibiales antici* ist bei dieser Besonderheit der Bewegung zu gedenken. Vorzugsweise innen angreifend befördern sie die Schwenkung, mit welcher das innere Ende des Scaphocuboideum stärker auf das *dorsum tali* hinaufrückt, als das äussere.

Der Erörterung der wesentlichsten Theile des Fussgelenksmechanismus sind noch einige Notizen über den im Ganzen einfachen Bänderapparat beizufügen:

Diese müssen umfassen

- 1) die Talomalleolarbänder,
- 2) die Bänder von den Knöcheln zum übrigen Tarsus, namentlich dem Calcaneus,
- 3) das Zwischenknochenband von der *lamina calcanei* zur Aussenfläche des Talus,
- 4) das *Ligamentum talo-naviculare internum*.

Nur zu erwähnen ist das *ligamentum talo-naviculare dorsale*, welches nur in der Streckung des Fusses sich spannt und so zu der Festigkeit des Fusses beiträgt.

1) Die Talomalleolarbänder, jederseits eins, laufen von den Knöcheln aus rückwärts, so dass sie sich nur gegen das Ende der Beugungsbewegung des Unterschenkels anspannen. Diese Spannung, das Einfassen des äussern Knöchels in die Aussenseite des Talus, das Einstemmen des Tibialzapfens (VI. B. c.) in die *fossa dorsalis tali* geben nun der gegenseitigen Lage beider Skeletttheile eine merkwürdige Festigkeit, sie sind für den weitem Fortschritt der Beugung zu einem Stücke geworden.

2)

a. Die äussern *ligamenta calcaneo-malleolaria*, zwei starke, kurze sich kreuzende Bänder (VIII. B) vom untersten Theile der Aussenfläche des Knöchels kommend, heften sich an der Calcaneusplatte nächst dem Gelenkhöcker an.

Die Fasern in jedem der beiden Bänder sind so gewunden, dass die tiefern Fasern

des oberflächlicheren Bandes von den oberflächlicheren des tiefern Bandes am wenigsten in der Richtung abweichen, dass also ein fast continuirlicher Fortschritt in der Richtungsänderung der Fasern durch beide Bänder Statt findet.

Dasselbe gilt auch von

b. den längern innern Tarsomalleolarbändern bei den Wiederkäuern, bei welchen regelmässig das eine derselben am Sustentaculum Tali, das andere am Kahnbeine angeheftet ist. (VIII. A.)

Das Schwein besitzt am innern Knöchel ein sehr breites starkes Band, welches am Sustentac. Tali und an den mächtigen Ligamenta Calcaneo-navicularia plantaria sich anheftet. Es wurde schon oben erwähnt, dass hier der Talus mit einer convexen Fläche theilweise in diesem Bande ruht.

Diese innern und äussern Bänder stehen in genauem Einklange mit der Bewegung des Unterschenkels gegen den Fuss, sie sind für die Curve berechnet, welche der Unterschenkel beschreibt, theils auf dem Talus allein, theils indem gleichzeitig der Talus sich bewegt, theils indem nur der Talus sich bewegt, ohne dass der Unterschenkel ferner seine Lage zu ihm ändert.

Das innere Kreuzband der Wiederkauer muss aber eine besondere Modification seiner Wirkung dadurch erleiden, dass die beiden Punkte des Tarsus, an welchen es haftet, sich bei der Beugung einander nähern, bei der Streckung von einander rücken. Annäherung dieser Punkte hat zur Folge ein Längerwerden des Kreuzbandapparates. Es ist darnach eine Asymmetrie in der Bewegung beider malleoli vorauszusetzen, welche wohl mit der Schraubenbewegung des Talus zusammenhängen dürfte. Bei dem Schweine dürfte wohl ebenfalls eine Verlängerung dieses Bandes bei der Beugung eintreten, weil es mit dem plantaren Bandapparate zusammenhängt, auf welchen natürlich die Verkürzung des Tarsus wirken muss.

3) Das ligamentum talo-calcaneum interosseum ist ein Band oder Bandapparat von beträchtlichem Querschnitt und geringer Länge. Ein Theil seiner Fasern geht ziemlich in der Axe, in welcher sich der Talus an der Calcaneusplatte bewegt, hinüber, ändert daher auch seine Lage und Spannung bei den Drehungen wenig. Andere Bündel aber, mehr excentrisch gelegen, müssen natürlich in einem oder andern Extreme der Bewegung sich spannen, die Knochen fester aneinander drücken und dazu beitragen, dass die Bewegung nicht weiter gehen kann. (Dass dies aber für die Streckung weit wesentlicher durch die Form der Knochen bewirkt werde, hat die osteologische Beschreibung schon gezeigt.)

Dieses ist übrigens das einzige Band, welches Talus und Calcaneus verbindet, so dass man die vom Unterschenkel aus über den Talus hinausgehenden Bänder, welche ihn ein-kapseln, wesentlich zu seiner Befestigung mitrechnen muss.

Locker liegt indessen der Talus nach Wegnahme des Unterschenkels noch nicht: das

4) ligam. talo-navic. internum mit dem vorigen zusammen erhält ihm noch einen sehr regelmässigen Bewegungsgang. Wie das vorige der Drehung von Talus und Calcaneus angehörte, so entspricht dieses der Talonavicularbewegung. Langer hat es gut abgebildet und wie auch das vorige, gewürdigt; es nöthigt den Untertarsus, dem bei der Beugung rückweichenden Talus zu folgen.

Der Talus federt (nach Ablösung des Unterschenkels) in seiner Verbindung mit dem Tarsus; er springt sowohl aus der Beugungslage als aus der Streckungslage immer in die Stellung, welche er auch bei halbgebeugter Lage des Unterschenkels einnimmt. Die Betrachtung des mit einem Unterschenkel-fragmente versehenen Fusses hat gezeigt, dass dieses Fragment auch federkräftig in die halbgebeugte Lage sich begiebt. Es scheint, dass dieses Federn des Unterschenkels theilweise eben durch den Talus bewirkt wird. Denn dieser kann die eben bezeichnete Lage, so lange er mit dem Unterschenkel verbunden ist, nicht annehmen, ohne dass letzterer in die halbgebeugte Stellung übergeht, er vermag aber auch ihn in diese Stellung zu nöthigen.

Um den Punkt zu bezeichnen, auf welchen die folgende Betrachtung hauptsächlich hinzuführen hat, erinnern wir nun wieder an den Gegensatz zwischen den hier untersuchten Talusgelenken und denen des Menschen und ähnlicher.

Bei den einen wie bei den andern ist der Talus ohne besondere Muskeln, welche ihn bewegen. Aber bei den Talusgelenken des Menschen ist es leicht ersichtlich, wie die Bewegung des Talus am Tarsus erzielt werden kann: Wenn die dafür bestimmten muscc. peronaei und tibiales wirken, so ist eine Bewegung des Talus am Unterschenkel ausgeschlossen, weil hier die beiden Knöchel ihn umfassen. Die Axen der Talo-Crural und der Talo-Tarsalbewegung sind so verschieden, dass ganz andere Muskeln oder doch andere Combinationen der Muskeln für die eine und für die andere Axe dienen.

Ganz anders bei den Wiederkäuern und paarzehigen Pachydermen: dieselbe Bewegung rings um den Talus, dieselben Muskeln für seine verschiedenen Bewegungen.

Das Problem nun, die Entwicklung dieser verschiedenen Gelenke im Sinne der Beugung oder Streckung zu erzielen, scheint freilich eine sehr einfache Lösung zuzulassen. Wir sahen oben, dass die Talomalleolarbänder sich bei der Beugung spannen, so dass der Unterschenkel schliesslich den Talus nach sich ziehen muss. Es bedürfte nur eines zweiten Paares solcher Bänder, welche, in der Beugung schlaff, in der Streckung sich anspannten, so würde auch da wiederum der Talus nachfolgen müssen.

In wesentlich anderer Weise ist aber die Aufgabe in der Natur gelöst. Nach der eben erwähnten Methode würde die Stellung des Talus bei den verschiedenen Beugungsgraden des Gesamtgelenkes in gewissem Grade dem Zufalle überlassen sein. Beginnt z. B. das Gelenk aus der Streckung in die Beugung überzugehen, so ist es nicht nothwendig, dass zuerst der Unterschenkel auf dem Talus sich beugen muss, bis die Talomalleolarbänder gespannt sind; es könnte sehr wohl auch der Talus gleichzeitig, und zwar beliebig in grösserm oder geringerm Masse seine Bewegung vollziehen. Kleine Differenzen der Reibung zwischen den concurrirenden Gelenken würden dabei massgebend sein.

Der Mechanismus, wie er wirklich ist, bedingt dagegen, dass für jede Stellung des Unterschenkels zum Fusse die Lage des Talus eine nothwendige ist. Würde man z. B. den Winkel zwischen der Streckstellung und Beugstellung des Unterschenkels in 10 Theile theilen, so entspräche jeder dieser Zwischenstellungen eine bestimmte Lage des Talus und zwar tritt dieselbe ebensowohl ein, wenn die Zwischenstellung bei der Beugungsbewegung, als wenn sie bei der Streckbewegung erreicht wird.

Bei der Streckbewegung muss der Unterschenkel den

Talus vor sich herschieben, während er ihn bei der Beugung sich nachzieht.

Den Mechanismus der Beugung hat Langer in einem sehr interessanten Punkte aufgeklärt.

Man kann diese Bewegung in drei Acte zerlegen:

- 1) Reine Unterschenkeltalusbeugung.
- 2) Gleichzeitige Bewegung des Unterschenkels am Talus, des Talus am Tarsus, bis zum Anstemmen des Tibialzapfens in der fossa dorsalis tali.
- 3) Letzte Beugung des Talus, an welchem der Unterschenkel nun feststeht.

---

Die Axe der Gelenkfläche des Talus, auf welcher sich der Unterschenkel bewegt, liegt etwas weiter rückwärts, als das Centrum des Bogens, in welchem der Unterschenkel (ein beliebiger Punkt seiner Gelenkfläche) vorrücken soll; die Krümmung der Cruralfläche des Talus hat aber einen kleineren Radius, und so fallen die Anfänge beider Bögen zusammen.



Hier kann also zunächst der Unterschenkel auf dem Talus seine Bahn verfolgen, ohne dass der Talus dabei in merklichem Grade dislocirt zu werden braucht.

Bald aber beginnt die Unterschenkelbahn, von der Talusfläche sich zu entfernen, und es muss nun ein Abreißen des Unterschenkels vom Talus eintreten oder dieser muss nachfolgen, es müssen einzelne Theile seiner Cruralfläche in die dem Unterschenkel vorgezeichnete Bahn eintreten. Natürlich geschieht letzteres.

Wodurch nun dem Unterschenkel jetzt seine Bahn vorgezeichnet ist, und durch welche Mittel er den Talus nachzieht, hat Langer gezeigt: Die Fläche, mit welcher sein einfaches Vorschreiten auf der Cruralfläche des Talus in Conflict geräth, ist die als *tuberculum articulare* bezeichnete, auf der *lamina calcanei* sich erhebende Fläche; diese bestimmt, mittelst des *malleolus externus*, jetzt die Bahn des Unterschenkels.

Dass dabei der talus folgt, beruht auf dem Einhaken des äussern Knöchels in seine Seitenfläche.

Dieses Herausheben des hintern obern Talusendes begleitet, stärker werdend, die Beugung des Unterschenkels auf dem Talus, welche eben dadurch stückweise möglich wird, bis zum Beginn der dritten Periode, welche keiner Erläuterung weiter bedürfen wird.

Von besonderer Wichtigkeit ist nun für das Verständniss der entgegen-

gesetzten, der Streckbewegung, die Untersuchung der verschiedenen Lagen, in welche während der Beugung die einander berührenden Gelenkflächen des Talus und Unterschenkels im Verhältnisse zur Bahn des Unterschenkels gelangen.

Es wurde oben angegeben, dass man an einem Ligamentpräparate die ganze Beugungsbewegung bewirken kann, wenn man, bei fixirtem Fusse, lediglich auf den Talus einen Druck im Sinne der Beugung ausübt. Nach Ueberwindung eines kleinen Widerstandes im Beginne entwickelt sich das Doppalgelenk auf diese Weise sehr leicht.

Es geht daraus hervor, dass die Unterschenkelfläche des Talus zu der Unterschenkelbahn sich als geneigte Fläche verhält, an welcher die Talusfläche des Unterschenkels hinabgleitet, bis sie an das Ende gelangt ist.

Indem in der dritten Periode der Beugung der Unterschenkel und Talus sich noch fortwährend gegen den Tarsus bewegen, ändert sich auch die Lage der, zu dieser Bewegung nicht weiter benutzten, Talocruralgelenkflächen fortwährend noch in demselben Sinne gegen die Unterschenkelbahn, so dass sie dieselbe schliesslich unter einem starken Winkel kreuzt, wie mit einem Blicke auf die Fig. VI. B. zu erkennen ist.

Daraus folgt denn aber weiter, und ist ebenfalls mit Hülfe dieser Figur leicht zu verstehen, dass die Cruralfläche des Talus dem Unterschenkel zunächst bei seinem Rückwege in die Streckung durchaus im Wege steht. Daher ist für den Anfang der Streckung die Bewegung des Unterschenkels nur möglich, indem er den Talus vor sich her, in den Tarsus zurückdrängt. Es ist also diese erste Periode der Streckung das Gegenbild der letzten Periode der Beugung: Unterschenkel und Talus bewegen sich wie ein Stück.

Darauf folgt dann eine zweite Periode, in welcher beide Talusgelenke functioniren, indem zwar noch immer die Cruralfläche des Talus sich als ansteigende Fläche gegen die Unterschenkelbahn verhält, daher auch noch immer fortgeschoben wird, in dieser Bewegung aber und durch dieselbe Stück für Stück dem Gleiten des Unterschenkels sich darbietet, bis endlich in der kurzen dritten Periode der Talus festliegt und der Unterschenkel noch etwas an ihm gleitet.

Ist der Unterschenkel in voller Streckung, so scheint die Zugrichtung der Kreuzbänder (Fig. VIII.) etwas hinter der Achse der Unterschenkelbahn zu liegen, so dass sie dem ersten Beginn der Beugung einen kleinen Widerstand entgegensetzen; sie bedingen auch das Federn gegen diese Lage hin.

So scharf die hier erörterte Einrichtung des Sprunggelenkes sich der des Menschen und ähnlicher gegenüberstellt, so ist doch wohl zu erwarten, dass sich in irgend welchen Formen Uebergänge zwischen diesen Gegensätzen finden werden.

In dieser Hinsicht möchte ich schliesslich noch auf den Fuss von *Lepus* hinweisen. Derselbe ist sehr verschieden von dem der Wiederkäuer u. s. f., dennoch aber in sehr wesentlichen Zügen demselben anzureihen.

1) Bekannt ist es, dass die *fibula* bei diesen Thieren auf einer ansehnlichen Gelenkfläche des *Calcaneus* sich stützt.

2) Die Anlenkung des *Talus*körpers am *Calcaneus* ist hier weniger einfach als bei den Wiederkäuern, aber dennoch von ähnlicher Wirkung.

a) Statt der einfachen Gelenkfläche, welche bei den Wiederkäuern sich am Körper des *Calcaneus* und am *Sustentaculum tali* befindet, trennen sich hier beide Bestandtheile von einander durch eine Furche. Aber dennoch sind beide Flächen *conca*v und nicht, wie beim Menschen, die Gelenkfläche des *corpus calcanei* *convex*. Bei *Lepus* sind eben beide getrennte Flächen doch functionell einig, wie z. B. die beiden Hinterhauptsflächen am *Atlas*.

b) In gewissem, nur freilich ganz anderem Sinne, als bei dem Menschen, könnte man jedoch auch dem Hasen (oder Kaninchen, auf welches sich diese Beschreibung zunächst bezieht), eine *convexe* Gelenkfläche am Körper des *Calcaneus* zuschreiben.

Die eben erwähnte *conca*ve Fläche sitzt nämlich an einem scharfkantigen Vorsprunge und ihr *Knorpel*überzug geht über die Kante auf die Hinterfläche des Vorsprungs über. Diese hintere Gelenkfläche ist wieder für sich *conca*v, kann aber mit der andern zusammen als eine, scharfkantig *convexe*, bezeichnet werden.

Dies Verhältniss bedingt jedoch nur eine nebensächliche Modification der Bewegungsweise, welche wir bei den Wiederkäuern finden. Der Hauptsache nach ist die Bewegung des *Talus* am *Calcaneus* eine *Beuge-* und *Streck-*bewegung. Die erwähnte scharfkantige Gelenkfläche aber bedingt, durch ihre besondere Form, dass mit den *Beuge*bewegungen der *Talus* sich zugleich etwas nach *Aussen*, mit der *Streck*bewegung nach *Innen* am *Calcaneus* verschiebt.

3) Die Gelenkverbindung des *collum tali* mit dem *processus cuboidalis calcanei* geschieht ganz wie bei den Wiederkäuern mit senkrechten Flächen an der *Aussenseite* des *Talus* und der *Innenseite* des *Calcaneus*. Dieser Fortsatz des *Calcaneus* hat übrigens wenig Aehnlichkeit mit der *lamina calcanei* der Wiederkäuer; er ist ein derbes *prismatisches* Stück und seine *cuboidale* Gelenkfläche weit mehr von einer Seite zur andern, als von oben nach unten ausgedehnt.

4) Gleichwohl ist diese Gelenkfläche vom *dorsum* zur *planta* hin *conca*v, wie bei den Wiederkäuern und macht bei *Beugung* und *Streckung* ähnliche Bewegungen am *Würfelbeine*.

5) Der Kopf des *Talus* ist nicht eine Rolle mit *querer* *Axe*, sondern eigentlich *kopfförmig*. Dennoch ist seine Bewegung im *Kahnbeine* wesentlich eine *Drehung* um eine *Queraxe*.



## Erklärung der Figuren.

---

### I. Innenansicht

- A. des Talus. Man sieht in c. die Gelenkfläche für den malleolus intern., hinter welcher bei e. ein Theil der mittlern Cruralfläche des Talus sichtbar wird. Von e. bis d. reicht die Kante, welche sich in der Streckung am Calcaneus aufstützt. Nach rechts von d. die rauhe Fläche für das Malleolarband. Am untern Rande der Figur erscheint etwas die Calcaneusfläche des Talus.
- a. eine Grube, in welche bei der Streckung der Fortsatz (I. B. d.) des Kahnbeins vorspringt. — (Dieselbe Grube: IV. A. a.)
  - b. Befestigungspunkt des ligam. talonavic. int.
- B. des Tarsus ohne Talus: Calcaneus, Scaphocuboideum, grosses Keilbein (e), erstes Keilbein (f). Die Knochen befinden sich in der Strecklage gegeneinander, indem man einige an dem Präparate gelassene Bänder trocken liess, während der Talus in der Strecklage in seiner Stelle festgebunden war.
- a. Sustentaculum Tali.
  - b. Gelenkhöcker der lamina Calcanei.
  - c. Theil einer Gelenkfläche, an welcher die Aussenseite des Talus (II. A. e.) gleitet.
  - d. Haken für I. A. a. oder IV. A. a.

### II. Aussenansicht derselben Theile.

Der Talus zeigt hier bei e. und f. (durch die Ligamentgrube d. getrennt) die zwei an der lamina calc. gleitenden Flächen.

Nach oben und rechts die Grube, in welche der äussere Knöchel eingreift. Ihr Rand ist nach c. hin besonders scharf erhaben, bei c. selbst aber abgestutzt. Dieser Haken stösst in der Streckung zwischen beide Erhebungen des Gelenkhöckers der Lamina.

a. Fläche für das Malleolarband. — b. entspricht d. in I. A.

B. a. die kleine Facette, gegen welche sich in der Beugung die Innenseite des rostrum (c) laminae calc. stützt.

b. Rinne für die Sehne des m. peron. brev. — d. tuberc. artic. laminae calc.

III. A. Unterfläche des Unterschenkels. a. c. untere Gelenkfläche des malleol. ext. b. Grube für das ligam. talo-mall. ext. — d. Zapfen der tibia (für die Grube a. in III. B.)  
e. malleol. int.

B. Dorsum tali. Links die Cruralfläche, rechts die Scaphocuboidfläche. a. die Grube für den Zapfen (III. A. d.). b. u. c. seitlich davon gelegene Ränder, gegen welche der Vorderrand der Gelenkfläche des Unterschenkels stösst.

IV. Dieselben Stücke, wie in I. u. II., der Talus von der Plantarseite, der übrige Tarsus von der Dorsalseite.

- A. Am Talus sieht man die Gelenkfläche für den Calcaneus, nach links noch ein Ende der mittleren Cruralfläche, mit vorspringender Kante endigend, nach rechts die Grenze gegen die Scaphocuboidfläche. Diese ist bei a. u. b. scharf abgesetzt, für das Eingreifen der Zacken e. u. f. in Fig. IV. B. Zwischen diesen Punkten geht die Calcaneusfläche noch weiter rechts.
- B. a. u. b. Gelenkhöcker. — c. Fläche am Os cuboid., welche in der Beugung vom Schnabel der Calcaneusplatte verdeckt wird.  
d. Furche, welche die Gränze von Os navic. und cuboid. andeutet.  
e. f. Vgl. IV. A. a. b.  
g. Grosses Keilbein.  
h. Sustentaculum tali.
- V. A. Theil des Calcaneus. a, seine Gelenkfläche für das Würfelbein.  
B. Scaphocuboideum, am obern Rande die Gelenkfläche für die Calcaneusplatte.
- VI. Rehtarsus, A. in Streckung, B. in Beugung, letztere extrem, erstere nicht ganz.  
a. Calcaneus, b. Talus, c. Tibialzapfen, d. Scaphocuboideum, e. Metatarsus (in A. geht der Schnitt durch den Canal, welcher von der Plantarseite zur Tarsalfläche des Metatarsus führt) f. Schnittfläche des grossen Keilbeins, welches in B. nur wenig von dem Schnitte berührt ist.
- VII. Metatarsalfläche des Tarsus von Hirsch und Reh. Von letzterem ist das Exemplar dargestellt, welches ein zweites Keilbein (A. b.) darbietet.  
a. grosses Keilbein.  
A. c. u. B. b. kleines oder erstes Keilbein.  
A. d. u. B. c. Gelenkfläche des Vorsprunghes, welcher die Rinne für die Sehne des m. peron. brevis plantarwärts deckt.
- VIII. Hammelfuss mit Ansicht der Kreuzbänder.  
A. Innere, B. äussere Ansicht.
-

