

XII.

Betrachtungen über das Os femoris.

Von Fr. Merkel,
Professor der Anatomie in Rostock.

(Hierzu Taf. VI — VII.)

Man war daran gewöhnt, den Grund der Tragfähigkeit der Röhrenknochen in ihrem festen, massiven Gefüge zu suchen, ohne daran zu denken, dass nicht unbeträchtliche Stücke derselben, die beiden Epiphysenenden, durchaus nicht compact sind, sondern aus einer Menge zarter Bälkchen, zwischen denen sich Markräume befinden, der Substantia spongiosa, zusammengesetzt sind. Wie es möglich ist, dass kurze, nur aus spongiöser Masse bestehende Knochen, wie z. B. die Wirbel- oder die Fusswurzelknochen, einen Druck auszuhalten im Stande sind, der ja bei letzteren fast dem des ganzen Körpers gleich kommt, darüber findet man in älteren Schriften nicht einmal Vermuthungen geäußert. Es ist das Verdienst H. Meyer's ¹⁾, zuerst auf den Bau der Spongiosa aufmerksam gemacht zu haben. Er fand, dass dieselbe „eine wohl motivirte Architectur zeigt, welche mit der Statik und der Mechanik der Knochen im engsten Zusammenhang steht und desswegen an demselben Ort in derselben Gestalt wiederkehrt.“

Es war nach diesem Anfang nur natürlich, dass bald auch andere Beobachter den so sehr interessanten Gegenstand untersuchten ²⁾, doch konnte von denselben den Meyer'schen Sätzen nur wenig Neues zugefügt werden. Wolff vervollkommnete die Methode der

¹⁾ G. H. Meyer, Die Architectur der Spongiosa. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1867.

²⁾ J. Wolff: a) Ueber die Bedeutung der Architectur der spongiösen Substanz für die Frage vom Knochenwachsthum. Centralbl. f. med. Wiss. 1869. No. 54.
b) Ueber die innere Architectur der Knochen etc. Dieses Archiv Bd. L. 1870.
c) Beiträge zur Lehre von der Heilung der Fracturen. Langenbeck's Archiv für klin. Chir. Bd. 14. 1872. — T. Zaaier, De architectur der Bendenen. Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde 1871. — H. Wolfermann, Beitrag zur Kenntniss der Architectur der Knochen. Archiv für Anat. und Physiol. 1872.

Untersuchung in der Art, dass er, statt der einfachen Durchschnitte durch die Knochen, abgesägte Fournirplatten derselben benutzte, welche nicht allein ein durchsichtigeres Bild der ganzen Anordnung geben, sondern auch eine sehr treue photographische Copie zu nehmen gestatten.

Das Oberschenkelbein, welches in den nachfolgenden Zeilen besprochen werden soll, nahm in allen Publicationen, welche die Spongiosa der Knochen und deren physiologische Function betrafen, eine hervorragende Stelle ein, da die Haltbarkeit seines oberen Theils zu Erklärungsversuchen besonders auffordern musste, indem es eine für das Tragen der grossen Last, welche auf ihm ruht, möglichst ungünstig winkelige Knickung zeigt. Meyer weist schon darauf hin, dass die Anordnung der Spongiosabälkchen hier den Druck- und Zugcurven gleichen, welche die graphische Statik für einen Krannen berechnet. Wolff ergreift mit Lebhaftigkeit diese Idee und führt sie so weit aus, dass er schliesslich durch Berechnung zu dem Ausspruch kommt: „Wir haben aus allem Erörterten ersehen, dass die Natur den Knochen aufgebaut hat, wie der Ingenieur seine Brücke.“ Also nur die Gesetze der Mathematik sollen maassgebend sein, — nichts Anderes. Leider muss ich nun gleich von vornherein bekennen, dass mir die Gesetze der graphischen Statik nicht so geläufig sind, dass ich den angestellten Berechnungen ganz folgen könnte, und ich muss mich daher eines Urtheils über Wolff's Deductionen ein- für allemal enthalten. Um so unbefangener kann ich jedoch die Architectur der Spongiosa, soweit anatomische Beobachtung und physiologische Schlüsse es erlauben, untersuchen und überlasse es geübteren Mathematikern, als ich es bin, zu entscheiden, ob die Endresultate meiner Arbeit, welche den Verlauf der Bälkchen etwas anders darstellen, als Meyer und Wolff, die Aufstellung des von letzterem berechneten Krannen bestätigen oder als unhaltbar erweisen.

Ehe nun aber die Architectur des Oberschenkels besprochen wird, empfiehlt es sich — umgekehrt, wie in der Untersuchung selbst, — eine Betrachtung über seine Lage und Form vorauszuschicken, indem der Leser erst, wenn er diese Bedingungen genau kennt, den Verlauf der Spongiosabälkchen verständlich finden wird. Merkwürdigerweise hat man bis jetzt auf die berührten Verhältnisse keine Rücksicht genommen, sondern alle Untersucher haben sich

begnügt, den oberen Theil des Schenkels nur ganz oberflächlich in die Lage zu bringen, die er beim Aufrechtstehen einnimmt. Dadurch ist besonders Wolff verleitet worden, dem l. c. (b) Taf. I. Fig. 1. abgebildeten Schenkel eine Stellung zu geben, wie sie nur bei ziemlich stark gespreizten Beinen vorkommt. Es könnte mir nun dieser Forscher einwenden, er habe gar nicht die Absicht gehabt, den Schenkel nach dem Leben aufzustellen; allein da die beigegebene Abbildung des schon mehrfach erwähnten Kraken auf eine Horizontale projicirt zu sein scheint, so muss auch gefordert werden, dass der Oberschenkel auf seine natürliche Horizontale gestellt ist. Die anderen Abbildungen von H. Meyer und Zaaijer zeigen eine weniger gezwungene, aber doch noch immer mässig gespreizte Stellung.

Eine vollständige Uebersicht über alle Verhältnisse des Oberschenkels gliedert sich nach den zu beantwortenden Fragen in vier scharf getrennte Abschnitte. Zuerst muss die Stellung des Femur im Verhältniss zum Körper überhaupt untersucht werden, denn erst, wenn sie genau bekannt ist, wird es möglich sein, zu bestimmen, welche Theile der grössten Belastung ausgesetzt sind; dann ist es aus gleichen Gründen nöthig, die äussere Gestalt des Knochens einer näheren Betrachtung zu unterziehen; drittens muss aus den gewonnenen Resultaten die Richtung des auf dem Schenkel ruhenden Druckes erschlossen werden, und zuletzt ist zu erörtern, inwiefern sich die innere Structur an die gefundenen Verhältnisse anschliesst.

Stellung des Oberschenkels im Körper.

Die Stellung des Oberschenkels ist je nach der Haltung des ganzen Körpers selbstverständlich eine sehr verschiedene, und es möchte schwierig sein, alle Möglichkeiten zu erschöpfen. Glücklicherweise können hier jedoch alle Stellungen unberücksichtigt bleiben, bis auf eine einzige, nemlich diejenige, bei welcher der Schenkelknochen möglichst ausschliesslich ohne die Nebenwirkung von Muskeln u. dgl. die auf ihm ruhende Körperlast trägt, wie es beim aufrechten Stehen geschieht. Denn nur in diesem Falle kann man sicher sein, dass alle Theile des Knochens am vollständigsten angestrengt sind. Es giebt nun freilich auch mehrere Modificationen des aufrechten Stehens, z. B. mit gespreizten Beinen, auf den Füssen, auf den Zehen, aber alle stellen nach den eingehenden

Untersuchungen H. Meyer's, die ich nur bestätigen kann, Verhältnisse dar, in denen allerlei Muskelwirkungen den Knochen im Tragen der auf ihm ruhenden Last behülflich sind, mögen es nun Rotations- oder Abductions-Muskeln sein, die dabei in Frage kommen. Seit lange ist es ja bekannt, dass diejenige Stellung am wenigsten Muskelkraft erfordert, bei welcher das Ligamentum ileo-femorale in volle Wirksamkeit tritt, d. h. also die Stellung mit geschlossenen Beinen und aneinander stossenden Fersen.

Die Ansichten über die Lage des Femur in dieser Stellung gehen ziemlich auseinander. Die ersten präcisen Nachrichten über dieselben verdanken wir den Brüdern Weber ¹⁾. Sie sagen S. 119 „Wollen wir recht fest und zugleich ruhig stehen und die Muskeln gar nicht gebrauchen, so strecken wir beide Gelenke so weit über die Lage des Gleichgewichtes hinaus, wo dann der Schwerpunkt des Rumpfes nur allein noch über dem Fussgelenk senkrecht steht, das Hüftgelenk aber vor, und das Kniegelenk hinter der durch ihn gezogenen Verticallinie liegt.“ Die beiden gründlichen Forscher haben sich in dieser Beobachtung getäuscht, denn wie ein Blick auf die Taf. VI. Fig. 3, welche nach dieser Angabe gezeichnet ist, beweist, kann nur ein Mensch, der einer ungewöhnlichen Ueberstreckung im Kniegelenk fähig ist, eine solche Beinhaltung einnehmen, und selbst ein solcher wird sie gewiss nicht lange aushalten; denn es entspricht diese Stellung so ziemlich derjenigen, von welcher H. Meyer sagt, sie sei so weit hintentüber gebogen, als möglich, dass eben das Metatarsusköpfchen I vom Boden gelöst wird (Müller's Archiv 1853. S. 517). Henke ¹⁾ nimmt, wie aus seinen beiden Abbildungen Fig. 49 a u. b hervorgeht, die Möglichkeit zweier verschiedener Stellungen des Oberschenkels beim aufrechten Stehen an, deren eine (b) sich einigermaassen der Weber'schen Beschreibung nähert. Doch liegt in Henke's Figur der Oberschenkel noch weiter zurück, so dass er ganz hinter die Verticale zu stehen kommt; er bildet mit der Horizontalebene einen Winkel von über 91,6°, wie er nach meinen Beobachtungen überhaupt beim aufrechten Stehen nicht vorkommt, und ich möchte die gezeichnete Stellung mit der identificiren, welche wir beim Zusammenziehen

¹⁾ Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. Göttingen 1836.

²⁾ Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Leipzig u. Heidelberg 1863.

der Bauchmuskeln annehmen, wenn wir im Stehen einen Stoss gegen die Bauchregion erwarten. Dies geht besonders aus der Stellung der Beine gegen die unmittelbar hinter dem Rücken gelegene, die prominentesten Punkte noch berührende Verticale hervor. Stellt man sich in militärische Haltung, wie es Henke an einem anderen Orte ¹⁾ empfiehlt, mit dem Rücken an eine Wand, so stossen zugleich mit den Nates auch die Waden an, oder stehen höchstens 1—2 Cm. vor dieser Linie. In der erwähnten Figur dagegen sind sie weit vor dieselbe gezeichnet.

Henke's andere Figur (a), welche die nachlässige Haltung wiedergeben soll, scheint mir ebenfalls im Leben nicht vorzukommen. Hier bildet die Schenkelaxe, welche in ihrer ganzen Länge vor der Verticalen liegt, einen Winkel von nur 74° mit der Horizontalen, und Versuche, eine solche Haltung einzunehmen, endigten bei mir stets mit dem Verluste des Gleichgewichtes. Nur wenn ich die Knie etwas bog und so den Oberschenkel einen weniger gegen die Horizontale geneigten Winkel machen liess, war es möglich, den übrigen Körper in einer der Zeichnung ähnlichen Haltung zu fixiren (vergl. auch H. Meyer, Müller's Archiv 1853. S. 517). Ein Mensch mit starker Ueberstreckung im Kniegelenk konnte dagegen mit grosser Mühe eine der Zeichnung entsprechende Haltung einnehmen, war aber weit davon entfernt in einer „nachlässigen“ Stellung sich zu befinden, sondern war im Gegentheil sehr erfreut als der Versuch beendet war.

Die Untersuchungen von H. Meyer haben ergeben, dass die Axe des Beins bei der aufrechten Stellung des Körpers vom Boden aus schief nach vorne von der Verticalen verläuft ²⁾, und dass sie, wie er es genauer ³⁾ ausdrückt, gegen die Horizontale eine Neigung von $83—84^{\circ}$ macht. Henke sagt nun von den Untersuchungen von Meyer und Horner an einer Stelle, an der er allerdings hauptsächlich von der Haltung des Rumpfes redet, sie hätten wahrscheinlich Menschen zum Gegenstand gehabt, die sich zum Zweck der Untersuchung recht stramm in Positur gesetzt hätten, und

¹⁾ Festgruss Herrn E. H. Weber zum 50jährigen Professorenjubiläum. Rostock 1871.

²⁾ Vergl. Horner, Krümmung der Wirbelsäule. Müller's Archiv 1854. S. 490.

³⁾ Handbuch der Anatomie. 2. Aufl. Leipzig 1861.

scheint also anzunehmen, dass die Haltung des Körpers der streng militärischen entspricht. Hiermit ist jedoch die Stellung der Beine gar nicht in Einklang zu bringen, welche zwischen den beiden Stellungen in seinen Figuren a u. b etwa in der Mitte liegt.

Da nun natürlich aus diesen so verschiedenen Angaben in der Literatur bezüglich des Oberschenkels eine Sicherheit nicht zu gewinnen war, mussten eigene Untersuchungen ein Urtheil zu begründen suchen. Dieselben wurden an Lebenden, wie auch an Extremitäten, die im Zusammenhang mit dem Becken abgenommen waren, und an Bandpräparaten vorgenommen. Die zu messende Linie wurde in der Art ermittelt, dass die Mitte des lateralen Condylus und die Mitte des oberen Randes des Trochanter major mit einander verbunden wurden¹⁾. Die Resultate, welche sich ergaben, stehen im Allgemeinen denen von H. Meyer gleich.

In seinem Handbuche zeichnet dieser Forscher ein Skelet, welches die Stellung repräsentirt, die nach seinen Untersuchungen die normale aufrechte ist. In dieser Abbildung steht der Oberschenkel um 88° gegen die Horizontale vorwärts geneigt. Dass seine oben erwähnte Angabe auf $83-84^\circ$ lautet, hat seinen Grund darin, dass er zum vorderen Ende des Trochanters, ich dagegen zur Mitte desselben die Linie zogen, wodurch sich die Differenz erklärt. Meine Messungen haben am öftesten ganz denselben Winkel ergeben. Eine höhere Ziffer fand ich überhaupt nicht, wohl aber niedere von $82-84^\circ$. Der Winkel von 82° gehörte einem Menschen an, der schon auf den ersten Blick durch seine Ueberstreckung des Kniegelenkes auffiel.

Die mittlere Stellung des Oberschenkels in der Profilsicht kann man also, nach dem eben Besprochenen, ohne allzu grossen Fehlern zu unterliegen, als etwa $84-88^\circ$ gegen die Horizontale nach vorwärts geneigt annehmen.

Es musste nur noch untersucht werden, wie die Stellung des Femur in der Ansicht von vorne ist. Hierüber existiren in der

¹⁾ An Lebenden sind wirklich exacte Messungen freilich nicht auszuführen, da zwar der obere Endpunkt des Schenkels im Trochanter leicht zu bestimmen ist, dagegen der Anfang desselben am Kniegelenk nur approximativ gefunden werden kann. Fehler von einigen Graden sind darum nicht ausgeschlossen, und nur die Uebereinstimmung mehrerer Versuche kann vor grösseren Irrthümern schützen.

Literatur so gut wie gar keine Angaben ¹⁾, sondern man pflegt sich darauf zu verlassen, dass die beiden Condylen sich in Horizontalstellung befinden, der Schenkel also demnach in sehr leicht und einfach zu bestimmender Weise, sogar an jedem isolirten Oberschenkelbein, mit seinem unteren Ende medianwärts gerichtet sei. Bei einiger Ueberlegung musste sich der Gedanke aufdrängen, dass hier, je nach der Weite des Beckens und der Länge der Oberschenkel gar viele Verschiedenheiten stattfinden müssten. Ich versuchte desshalb auch hierüber Genaueres zu erfahren, und es gelang ziemlich leicht, zu sicheren Resultaten zu kommen, da möglich war, die Messungen am Skelet vorzunehmen. Ich zersägte zu diesem Zwecke ein Becken frontal in der Weise, dass die Pfanne von oben nach unten halbirt wurde. Die Schnittfläche wurde dann mittelst des Lucä'schen geometrischen Zeichenapparates abgezeichnet, ein Schenkel, der die zum Becken etwa passende Länge hatte, wurde ebenfalls abgezeichnet und nun die Zeichnungen so aufeinander gelegt, dass der Schenkel der Mittellinie mit seinem Condylus medialis soweit genähert war, dass nur der für die Weichtheile nöthige Raum ihn von derselben trennte. Es ergab sich, dass die Linie, welche die tiefsten Stellen beider Condylen verband, sich um 3° tiefer neigte, als die horizontale, dass also der Condylus lateralis tiefer stand, als der Cond. med. Wiederholte Versuche mit zusammengehörigen Skelettheilen zeigten ähnliche Verhältnisse, fast stets stand der laterale Condylus etwas tiefer. Zum Schluss untersuchte ich noch ein kleines weibliches Skelet, mit sehr kurzem Oberschenkel und normal weitem Becken, und fand den lateralen Condylus, wie zu erwarten war, bedeutend, d. h. um 6°, tiefer stehend, als den medialen.

Die Verschiedenheiten bewegen sich also auch hier, wie in der Neigung der Profilansicht, in einem Spielraum von ungefähr 6°. Wenn mein Material auch für diese Messung ein sehr geringes war, so möchte ich doch glauben, dass hier keine Fehler vorliegen, da die hiesige Sammlung zufällig einige extreme Fälle besitzt, welche die Reihe gut vervollständigen.

Nachdem nun so eine normale Grundlage, die in nicht allzu-

²⁾ Nur beiläufig giebt H. Meyer in seinem Aufsatz über die Beckenneigung einige Notizen hierüber. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1861.

weiten Grenzen schwankt, gewonnen ist, kann zur Behandlung der zweiten Frage übergegangen werden.

Die äussere Gestalt des Femur

ist jedem Leser so genau bekannt, dass ich Anstand nehmen würde, noch ein Wort darüber zu sagen, wenn ich nicht die Dinge hervorheben müsste, welche für den dritten Theil der Untersuchung von Wichtigkeit sind. Die Untersuchungen der Spongiosa des Femur, welche zu der Aufstellung des Krahnenschemas geführt haben, gehen von Durchschnitten aus, und so gut wie ausschliesslich von Frontaldurchschnitten. Wolff und Wolfermann, die auch in anderen Richtungen Schnitte geführt haben, erfuhren augenscheinlich wenig Neues aus denselben und sind immer wieder zu den Frontalschnitten zurückgekehrt. Letztere haben nun zu der, ich möchte sagen, unbewussten Annahme, veranlasst, als liege Körper und Hals des Oberschenkels in Einer Ebene, der Frontalebene. So ist ja auch der vielerwähnte Krahn, wie aus der Abbildung hervorgeht, nur in dieser einen Ebene construirt.

Nun ist aber auf den ersten Blick zu constatiren und natürlich auch den Untersuchern der Spongiosa auf's Beste bekannt, dass der Hals nicht in einer Ebene mit dem Körper liegt, sondern in mehrfacher Weise von derselben abweicht.

Neben der Hauptknickung des Halses gegen den Körper, die einen medianwärts offenen Winkel darstellt, ist er noch in zweifacher Weise nach vorne umgebogen. Erstlich zeigt der Körper selbst in seinem obersten Theil, vom Trochanter minor aufwärts eine geringe Knickung nach vorne, und zweitens ist Hals und Kopf für sich wieder nach vorne soweit abgebogen, dass sich H. Meyer berechtigt glaubt, in der Profilansicht den Mittelpunkt des Kopfes in eine transversale Linie mit dem vorderen Rand des Trochanter major zu legen.

Dies ist jedoch nur für eine Anzahl von Fällen richtig, eine allgemeine Gültigkeit kann dieser Satz desshalb nicht beanspruchen, weil der Schenkel in seinen einzelnen Theilen beträchtlichen, individuellen Schwankungen unterworfen ist.

Schon von mehreren Anatomen ist auf diese Thatsache hingewiesen worden, und es ist auch mir nicht gelungen, eine constante Reihe zu finden.

Was zuerst den medianwärts offenen Winkel, den Hals und Körper des Schenkelbeines bilden, anlangt, so findet man bezüglich desselben noch die constantesten Angaben. Henle, H. Meyer, Quain-Hoffmann geben übereinstimmend an, dass er sich beim Weibe mehr einem rechten nähert; sowie auch mehrfach die Angabe zu finden ist, dass im Alter eine Verkleinerung dieses Winkels stattfindet. Ich kann dies nach meiner Untersuchung nicht für constant halten, indem ich bei ausgewachsenen Schenkeln beider Geschlechter aus allen Altern jedem nur möglichen Winkel begegnet bin, sehr stumpfen sowohl, wie dem rechten sich nähernden. Das einzige constante Verhalten zeigt sich darin, dass kindliche Schenkel stets stumpfere Winkel bilden, die dem rechten sich nähernden Ziffern wurden von jugendlichen Präparaten überhaupt nicht notirt. Es lässt sich aus diesen Thatsachen der Schluss ziehen, dass der Schenkelhals seinen Winkel gegen den Schenkelkörper im späteren Leben verkleinern kann, aber nicht nothwendig muss. Die Langer'sche Angabe, dass der Winkel der Axe des Halses gegen die Diaphyse kaum mehr als 130° beträgt, kann ich vollständig bestätigen.

Ebenso variabel sind die anderen Biegungen und Krümmungen des Oberschenkels. Was z. B. die gegen die Mittellinie gerichtete Axe der beiden Epiphysen anlangt, so giebt Meyer ¹⁾ an, dass sich dieselben in einem Winkel von 25° schneiden; Aeby ²⁾ sagt, der Schaft des Knochens sei $20—30^\circ$ um die Längsaxe gedreht und Martins ³⁾, sowie im Anschluss an ihn Gegenbaur ⁴⁾, nennen in ihren Untersuchungen über die Drehung des Humerus den Oberschenkel ausdrücklich „einen geraden Knochen ohne Drehung“. Wenn darunter verstanden werden soll, dass die in Rede stehenden Axen des Halses und der Condylen des Schenkels eine constante Lage gegen einander haben, so muss ich das bestreiten, indem mir meine Messungen auch hierin viele sehr verschiedene Zahlen gegeben haben. Nehme ich aus denselben nur ein Dutzend ohne Auswahl heraus, wie sie mir gerade in die Hände fallen, so geben sie folgende Zahlen ⁵⁾:

¹⁾ Handbuch der Anatomie.

²⁾ Handbuch der Anatomie.

³⁾ Martins, *Membres pelviens et thoraciques*. Annales des sciences naturelles. Tome VIII. 1857.

⁴⁾ Gegenbaur, Drehung des Humerus. Jena'sche Zeitschrift Bd. 4. 1868.

⁵⁾ Wo das Geschlecht nicht ganz sicher bekannt war, wurde es in der Tabelle nicht beigelegt.

- 1) 7,2°
- 2) 7,5°
- 3) 9,0° (♀)
- 4) 13,0° (♀)
- 5) 15,5°
- 6) 18,0°
- 7) 19,0° (♀)
- 8) 23,0° (♂)
- 9) 24,0° (♀)
- 10) 25,5° (♂)
- 11) 26,3°
- 12) 26,7° (♀).

Schon in dieser kurzen Reihe kommen Schwankungen von fast 20,0° vor, wenn auch freilich die Zahlen für den Oberarm nach Gegenbaur's Messungen noch mehr untereinander differiren. Eine Erörterung der Gründe dieser Verschiedenheit bei beiden Extremitäten gehört nicht hierher und muss einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben. Es genügt für den diesmal verfolgten Zweck, nachgewiesen zu haben, dass der Hals nicht stets in gleichem Winkel zur Medianebene des Körpers steht, sondern dass hier, wie in allen anderen Verhältnissen des Femur beträchtliche individuelle Verschiedenheiten nachzuweisen sind. Auch bei diesem Winkel ist jedoch zu beobachten, dass im kindlichen Alter eine weit grössere Uniformität herrscht, als bei Erwachsenen, indem sich die beiden Epiphysenaxen in einem Winkel schneiden, der sich nur wenig nach der einen oder anderen Seite von 25° entfernt.

Eine Betrachtung der Krümmung des Schenkelkörpers, die wie bekannt, ihre Convexität nach vorn, die Concavität nach hinten kehrt, lehrt ebenfalls, dass die grössten Verschiedenheiten obwalten, sowohl was die Stärke der Krümmung, als was die Lage des Gipfels derselben anlangt. Beim Neugeborenen ist diese Krümmung kaum vorhanden, auch in den späteren Kinderjahren meist schwächer, als beim Erwachsenen.

Vorstehende Untersuchungen ergeben nun das Gesamtergebniss, dass im Jugendzustand eine ziemlich constante Form des Oberschenkels besteht, welche bei wenig gebogenem Körper ein steiles Aufsteigen des Halses von demselben zeigt und eine sehr regelmässige Lage der gegen die Mittellinie gerichteten Axen beider Epiphysen

erkennen lässt. Beim Erwachsenen kann nun dieser Zustand erhalten bleiben, oder sich auch in den angegebenen Grenzen verändern. Der erste Gedanke, der sich aufdrängen muss, ist der, dass geringe Grade der bei uns so häufigen Rhachitis eine solche Veränderung bewirken. Allein dagegen spricht die Thatsache, dass die Umwandlungen, die etwa auf Druckbiegungen hindeuten könnten, durchaus nicht mit einander vorkommen, dass also z. B. ein Schenkel, welcher den Hals in fast rechtem Winkel an den Körper angefügt trägt, eine sehr geringe Biegung des letzteren zeigt und umgekehrt.

Richtung des auf dem Schenkelbein lastenden Druckes.

Erst jetzt, nachdem Stellung und Form des Oberschenkels genau bekannt ist, wird es möglich sein, mit kurzen Worten darzutun, in welcher Weise der Druck auf die verschiedenen Theile des Schenkels wirkt. Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, dass ein allgemein gültiges Gesetz hierfür nicht aufgestellt werden kann, da die Grenzen der Variation sämmtlicher Verhältnisse zu weit sind und in zu verschiedener Weise combinirt erscheinen ¹⁾. Daher wird es vorgezogen, hier von einer Gesamtbetrachtung zu abstrahiren und einen einzigen Fall zu wählen, der sich natürlich mutatis mutandis auch auf jeden anderen Fall übertragen lässt.

Zuerst wurde, um eine gänzlich unbefangene Zeichnung des aufrecht stehenden Menschen im Profil und en face zu bekommen, unter den älteren künstlerischen Werken ein passendes Bild ausgesucht. Ein solches fand sich bei Schadow (Polyklet. 2. Aufl. Berlin 1866) in der der Antike nachgebildeten Figur des Apollino (Taf. VI. Fig. 1 u. 2). Da diese Figur den jugendlichen Jahren angehört, wurde ein ungefähr passender Epiphysenknochen ausgesucht, mit dem Lucä'schen geometrischen Zeichenapparat in den beiden erforderlichen Stellungen abgebildet und auf die nöthige Grösse vermittelt desselben Apparates reducirt. Darauf wurde die

¹⁾ Es ist wahrscheinlich, dass sich die im Oberschenkel gegebenen Factoren in der Art mit Variationen in Stellung und Lage der einzelnen Theile des Beckens und Unterschenkels verbinden, dass die harmonische Gestaltung des ganzen Beines doch unter allen Umständen gewahrt bleibt. Es geht dies aus noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen hervor, welche auf dem hiesigen anatomischen Institute soeben gemacht werden.

so gewonnene genaue Zeichnung des Oberschenkels, so gut wie möglich, in der Stellung, die der topographischen Lage entspricht, in die benutzte Figur eingetragen. Von grossem Vortheil für die Orientirung und Genauigkeit der Zeichnung war der Umstand, dass die Umrisse des Beckenrandes und der Kniescheibe auf der Figur kenntlich sind.

Eine Messung der im ersten Abschnitt beschriebenen Winkel und Maasse ergab nun, dass in der Ansicht von vorne der laterale Condylus um 2° sich unter die Horizontale senkt, während sich der Schenkel in der Profilansicht um 86° gegen den Horizont vorgeneigt herausstellte. Die Verhältnisse müssen also durchaus mittlere und normale genannt werden.

Nun kam es darauf an, die Drucklinie zu bestimmen, d. h. diejenigen Punkte des Knochens zu finden, welche unter dem directen Druck des darüber liegenden Körpers stehen. Dieser Aufgabe konnte leicht Genüge geleistet werden. Der Körper drückt, vermöge seiner anatomischen Anfügung an das Bein, natürlich auf den Kopf des Oberschenkels, und zwar wird der grösste Druck auf einer Linie lasten, die mit dem Radius identisch ist, der den Mittelpunkt des Schenkelkopfes mit seiner höchstliegenden Stelle verbindet. Verlängert man diese Linie, so wird sie als Verticale auf den Boden fallen. In Fig. 1 u. 2 ist diese Linie ausgezogen und an denjenigen Stellen, an welchen sie durch den Knochen selbst fällt, dicker angegeben. Die Betrachtung zeigt, dass der Knochen nicht in seiner ganzen Länge, sondern nur an zwei Stellen, getroffen ist, nemlich einmal im Kopf und einem kleinen Theil des Halses, und dann in einer Linie, die, an der medialen Seite der höchsten Convexität der Biegung der Diaphyse beginnend, nach der lateralen Seite, von hinten nach vorn verlaufend, herüberzieht.

Da nun der Druck das Bestreben hat, die in der Drucklinie liegenden Theile des Knochens einander zu nähern, so wird er dahin wirken, den Knochen in der Spitze des Dreiecks abzubrechen, dessen eine Seite durch Kopf und Hals des Schenkels, dessen andere Seite durch das Stück Diaphyse vom Trochanter major bis zum Eintritt der Verticalen in den Schenkelkörper, und dessen Grundlinie endlich durch die Verticale selbst gebildet wird. Der untere Theil des Schenkels, vom Austritt der Drucklinie bis zum Kniegelenk, wird suchen, nach hinten und medianwärts auszuweichen.

Nun aber ist am oberen Ende des Schenkelbeines die Sache noch dadurch complicirt, dass die oben erwähnten Nebenkrümmungen nach vorn hin stattfinden. Es wird, wie eine Betrachtung jedes beliebigen Oberschenkels zeigt, nicht etwa das Bestreben vorhanden sein, den Hals in einer Gegend einzureissen, die etwa der Fossa trochanterica entspricht, und ihn nach der Linie der Schenkelaxe abzutrennen, wie mir dies von H. Meyer, Wolff und den anderen Beobachtern angenommen zu sein scheint, sondern die Last des Körpers wird dahin wirken, den Schenkelhals nach vorn umzuknicken und durch seinen Druck den Schenkelkopf nach vorn und unten abzubrechen; die am meisten bedrohten Stellen werden also an der hinteren und vorderen Seite des Schenkelhalses zu suchen sein. Diejenige Stelle aber, welche vor Allem einer besonderen Stärke bedarf, um der einwirkenden Kraft zu widerstehen, wird die sein, welche zuerst einreissen würde, wenn es wirklich zum Bruch käme, d. h. die hintere. Dass dem wirklich so ist, kann man an jedem Stück Holz sehen, welches man abzubrechen sucht. Die Fasern der bei der Biegung convex werdenden Seite (beim Schenkelhals der hinteren Seite) reissen zuerst ab, nicht die der eingeknickten, concaven Seite, und legt man ein Verstärkungsband an die convexe Seite, so wird uns das Abbrechen bedeutend erschwert; liegt dagegen die Verstärkung an der concaven, einzuknickenden Seite, so wird sie unserer Absicht nur wenig Hindernisse in den Weg legen.

Der untere Theil des Oberschenkels bedarf keiner eingehenden Betrachtung mehr, und es kann nunmehr untersucht werden, inwiefern sich die anatomischen Verhältnisse den gefundenen That-sachen anschliessen.

Die innere Structur des Schenkelbeines.

Die Diaphyse des Femur kann hier vollständig übergangen werden, da die Richtung der den Knochen durchziehenden Drucklinie beim aufrechten Stehen die wenigsten Gefahren für sie in sich schliesst, und dann auch, weil sie sich durchweg aus einer dicken Compacta zusammensetzt, die an allen Stellen ziemlich gleichmässig beschaffen und auch von gleicher Dicke ist. Nähert sich aber die Diaphyse ihrem oberen Ende, so hört die Gleichmässigkeit auf, und die grösste Dicke der Knochensubstanz zeigt sich nun auf die mediale Seite beschränkt, während der Trochanter major nur eine

geringe und dünne Corticalis besitzt. Was die Spongiosa betrifft, so zeigt sie insofern ein ganz eigenthümliches Verhalten, als ihre Bälkchen zum grossen Theil strahlenförmig nach Einer einzigen Stelle zusammenlaufen und hier sich so weit sammelndrängen, dass sie eine bis zu $\frac{1}{2}$ Cm. dicke und oft über 1 Cm. breite, aus compacter Knochenmasse bestehende, Leiste bilden, die an der hinteren Seite des Halses, im Innern des Knochens entlang läuft und genau die Stelle einnimmt, welche, wie oben dargelegt, am ersten dem Zerbrechen ausgesetzt ist. Ich nenne diese Leiste, nach der Ansicht auf dem Querschnitt „Schenkelsporn, Calcar femorale“. Dass beide Stellen wirklich zusammenfallen, kann auch leicht durch Construction nachgewiesen werden. In Fig. 4a. ist der obere Theil des für Fig. 1 u. 2. benutzten Oberschenkels in natürlicher Grösse, genau in Profilansicht von der medialen Seite gesehen, dargestellt. An der Stelle, wo die schief von oben nach unten gehende Axe des Halses $a - a_1$ die Axe des Körpers schneidet, wurde eine auf der Horizontalen ($h - h_1$) im rechten Winkel stehende Linie $v - v_1$ errichtet, die nun fast genau dem Anfang und Verlauf des Schenkelsporns entspricht. Dass die Genauigkeit keine ganz vollständige ist, kann nicht auffallen, denn es ist für den gezeichneten Schenkel die Horizontale augenommen, welche in Fig. 2. benutzt ist, und das es natürlich unbekannt bleiben musste, ob für den Menschen, von dem der benutzte Knochen stammt, die gezogene Horizontale richtig ist, so muss auch dahingestellt bleiben, ob die gefundene Drucklinie $v - v_1$ der Wirklichkeit entspricht. Oben wurde bereits betont, dass eine grosse Reihe von Variationen in den einzelnen Biegungen und Drehungen des oberen Theiles des Schenkelbeines möglich sind, es muss demnach ebenso viele kleine Verschiedenheiten im Verlauf der Drucklinie und im Verlauf und der Stärke des Schenkelsporns geben. In der That gleicht von der zahlreichen Menge von Präparaten, welche ich angefertigt habe, kein einziges vollkommen dem andern. Das eine Mal ist der Verlauf etwas gebogen, das andere Mal gerade, hier mehr schief nach hinten gewendet, dort mehr frontal gestellt. Es wäre nun wunderbar gewesen, wenn der Schenkelsporn, ein so constantes und kräftiges Gebilde, bis jetzt völlig unbekannt geblieben wäre, und so hat denn in der That Wolff bereits Kenntniss von demselben. Er bildet ihn zweimal ab in Taf. II. Fig 5. u. 6. (l. c.) und erwähnt auch sein Vorkommen in

einer Anmerkung, wo er ihn „das compacte Gewebe, auf dem der Trochanter minor aufsitzt“, nennt. Seine Bedeutung hat er also, wie aus dieser Bemerkung hervorgeht, nicht erkannt; es wird dies auch noch deutlicher aus dem Folgenden erhellen. Ein schöner Querschnitt findet sich ferner ohne Erwähnung im Text bei Pirogoff (*Anatomia topographica*. Petersburg 1859. Fasc. III. Tab. 17. Fig. 3., Tab. 18. Fig. 3., Tab. 20. Fig. 1., Tab. 28. Fig. 2. Fasc. III. B. Tab. 24.)¹⁾.

Wende ich mich nun zu der specielleren Beschreibung des Spornes, so muss zuerst erwähnt werden, dass seine Länge im gut ausgebildeten Zustande eine bedeutende ist. In einer Linie mit der unteren Grenze des Trochanter sieht man die ersten Anfänge auftreten. Das Querschnittsbild zeigt einige dicke Spongiosabälkchen bereits zu einem kleinen soliden Stamm zusammen geflossen, der aber kaum mehr als einen Millimeter lang in's Innere des Knochens hinein ragt. Die compacte Leiste wird von nun an immer höher und höher, bis sie, am oberen Rand des Trochanter angekommen, ihren höchsten Punkt erreicht hat. Auf diesem erhält sie sich nun, bis sie, die hintere Wand des Schenkelhalses erreichend, sich in der Corticalis verliert. Letztere war hier vorher eben so dünn, wie an der vorderen Wand, nimmt aber nun um das Doppelte an Durchmesser zu (Fig. 7) und bleibt dicker bis dicht unterhalb des Kopfes. Die Richtung des Spornes ist niemals genau frontal gestellt, sondern stets weicht er mehr oder weniger schief nach hinten ab (Fig. 10, 11). Von der in die Spongiosa hineinragenden Spitze strahlen nun nach allen Seiten radienförmig die Bälkchen aus. Eine Anzahl der kräftigsten wendet sich nach hinten, um sich in einer Fläche zu inseriren, die unten vom Trochanter minor, oben vom Trochanter major begrenzt wird, und die sich lateralwärts bis zur frontalen Medianebene des Schenkels erstreckt (Fig. 11).

Die Bälkchen, die von der vorderen Wand des Schenkels kommen, sind schwächer, unregelmässiger und weniger zahlreich, fehlen jedoch nie vollständig. Dass wirklich eine radienförmige Ausstrahlung nach allen Seiten hin stattfindet, geht aus einem

¹⁾ Während des Druckes kommt mir eine Abhandlung von Bigelow über Mechanismus der Luxationen und Fracturen im Hüftgelenk, übersetzt von Pochhammer (Berlin, Hirschwald) zu, in welcher ebenfalls der Schenkelsporn abgebildet und erwähnt ist; doch wird auch hier auf die Bedeutung des Gebildes nicht weiter eingegangen.

Schiefschnitt hervor, der mitten durch Troch. min. und Fossa capitis gelegt ist (Fig. 13). Die einfache anatomische Betrachtung ergibt nun den Zweck der Einrichtung von selbst. Die beschriebenen Spongiosabälkchen strahlen alle nach einem einzigen Punkt zusammen, die ganze Zug- und Haltekraft, die in ihnen liegt, concentrirt sich auf denselben, und dies ist eben, wie aus den obenstehenden Erörterungen hervorgeht, der gefährdetste Punkt des ganzen oberen Theiles des Schenkelbeines. Dass die Spongiosabälkchen meist von der lateralen hinteren Seite des Schenkels kommen, ist nur natürlich, denn würden sie von vorn her zusammentreten, so wäre der Fall gegeben, der oben in dem Beispiel von dem zu zerbrechenden Holz angeführt wurde, es läge die Verstärkung an der einzuknickenden Seite und würde demnach gar nichts helfen. So aber ist an dieser einen Stelle die ganze Kraft des beschriebenen Segmentes des Oberschenkels vereinigt, wodurch sich auch die schief nach hinten gerichtete Stellung des compacten Spornes erklärt.

Was nun die übrig bleibende vordere Hälfte des oberen Theiles des Femur anlangt, so scheint mir hier die Architectur der Spongiosa einfach mit der allgemein an den Enden der Röhrenknochen angebrachten Constructionsart übereinzustimmen.

Am unteren Ende des Oberschenkels, an beiden Enden der Tibia, des Oberarmbeines, der Metacarpus- und Metatarsusknochen etc. zeigt sich, dass deren Verdickung dadurch zu Stande kommt, dass die feste Corticalis-Substanz sich aufblättert und nach dem Inneren des Knochens die abgehenden Lamellen sendet. Dieselben sind nach der Rundung der Diaphysenröhre gebogen und wenden sich so weit nach der Mittellinie des Knochens, dass sich meist eine Anzahl derselben vor dessen Ende noch durchkreuzt. Ganz ebenso ist es am oberen Ende des Schenkelbeins. Auch hier entspringt ein allmählich abgeblättertes Lamellensystem an der medialen und lateralen Seite der inneren Oberfläche und läuft divergirend, aber im Allgemeinen der Oberfläche des Knochens gleich gerichtet, nach dem Gelenkende hin. Dass die ganz exceptionelle Form des Knochenendes auch eine modificirte Form der Lamellensysteme erzeugen muss, kann nicht verwundern. Besonders scheint es natürlich zu sein, dass bei der gebogenen Form des Knochens auch die Lamellen-Systeme gebogen sind. Ein Blick auf die Schnittfläche von kindlichen Oberschenkeln, die eine geringere Biegung zeigen,

welche sich der Form des unteren Endes nähert, lässt die Aehnlichkeit mit diesem deutlich erkennen, und es wird nicht nöthig sein, noch Abbildungen davon beizufügen. Wolff's Fig. 2, 3, 4 auf Taf. I. zeigen die erwähnten Verhältnisse auf's Klarste.

Die beschriebene Einrichtung, welche in ihrer Bedeutung durch Meyer vollkommen erklärt wird¹⁾, ist augenscheinlich hinreichend, um den Epiphysenenden die nöthige Festigkeit zu geben, und wird an allen Stellen angewandt, mag nun eine dauernde Belastung stattfinden, wie bei der Tibia, oder nur eine vorübergehende, wie z. B. beim Humerus, wenn man sich auf die Arme stützt. Nur am oberen Ende des Femur verlangt die gebogene Form noch andere Schutzvorrichtungen, welche in dem Schenkelspornsystem gegeben sind.

Ist meine Annahme richtig, so muss auch an ähnlich geformten Knochen mit anderer Function eine ähnliche Architectur zu finden sein.

Ein einziger Knochen existirt nur, der an seinem oberen Ende eine Form zeigt, welche an die des Oberschenkels entfernt erinnert, nemlich die Ulna. Man könnte etwa das Olecranon mit dem Trochanter major, den Processus coronoideus mit dem Schenkelkopf vergleichen. Ein Blick auf die Sägefläche einer Ulna ergiebt wirklich, dass einige Bälkchen, im Bogen von der hinteren Wand abgehend, sich in den Proc. coronoid. einsenken.

Ob nun zur Erklärung der neben dem Schenkelspornsystem vorkommenden Spongiosaform die Construction des Krahren nöthig ist, dies zu entscheiden, muss ich, wie gesagt, Sachverständigeren überlassen, ich selbst glaube, mir die Verhältnisse, wie eben auseinander gesetzt, auch ohne diese streng mathematischen Deductionen erklären zu können.

Es geht aus dem Vorstehenden hervor, dass man die Spongiosa bisher von einem falschen Standpunkte aus betrachtet hat. Man stellte die teleologische Seite ganz in den Vordergrund und vergass ganz, auch „den andern Theil zu hören“ nemlich die Entwicklungs-

¹⁾ H. Meyer, Archiv f. Anat. und Physiol. 1867. S. 626. Die Auflösung der Dura an den Gelenkenden zur Bildung der beschriebenen Plättchenzüge kann nur die Bedeutung haben, den Druck so zu zerlegen, dass eine möglichst gleichmässige Vertheilung auf alle Punkte der Gelenkfläche zu Stande kommt, — und dabei zu gleicher Zeit die Masse so anzuordnen, dass sie ohne Vermehrung ihrer Substanz doch einen grösseren Raum einnimmt und damit die Anlagerung grösserer und damit sicherer führender Gelenkflächen gestattet.

geschichte. Diese legt nun aber gegen eine allgemeine teleologische Auffassung, wie sie von H. Meyer begonnen, von J. Wolff vorzüglich ausgeführt wurde, ein entschiedenes Veto ein. Es mag dies ein einziges Beispiel beweisen.

Der Calcaneus eines Menschen und der eines Rindes haben in Bezug auf das Tragen der Körperlast eine fundamental verschiedene Bedeutung. Beim Menschen ruht der ganze Körper auf demselben, beim Rind liegt er nicht in der Reihe der wirklich stützenden Knochen, sondern hinter derselben, wie ein Blick auf die von einem gänzlich unbefangenen Autor (Huxley) entworfene Zeichnung beweist, deren Copie in Fig. 4 b. beigelegt ist. Und doch haben nach Wolfermann's Beschreibung und Abbildung beide Geschöpfe genau die gleichen Plättchenzüge ihrer Spongiosa! —

Ganz anders dagegen ist es mit dem Schenkelspornsystem, dieses ist von rein teleologischer Bedeutung. Es passt sich den kleinen individuellen Varietäten an, die in unzähliger Menge vorkommen, es fehlt aber auch ganz, wenn es überflüssig geworden ist; so zeigt sich das bei einigen von mir auf diese Verhältnisse untersuchten Säugethieren. Dass dagegen das allgemeine Spongiosa-System bei den Thieren bestens ausgeprägt ist, dies geht aus Wolfermann's Abbildung auf's Deutlichste hervor. Vergleicht man Fig. 26. oberer Theil des Oberschenkels und Fig. 15. unterer Theil des Oberschenkels, so wird man die Gleichförmigkeit der Anordnung auf den ersten Blick erkennen, und ich möchte zum Schluss noch einmal wiederholen, dass es eine den Epiphysen der Röhrenknochen (vielleicht auch noch einer Reihe kurzer Knochen) gemeinsame Structur giebt, die auf entwicklungsgeschichtlichem Boden steht, und dass eine rein teleologische Bedeutung, so weit es bis jetzt bekannt geworden ist, nur das Schenkelspornsystem beanspruchen kann¹⁾. Eine eingehende Betrachtung anderer Knochen

¹⁾ Es muss aus den mitgetheilten theoretisch-entwicklungsgeschichtlichen Gründen auch Wolff's Versuch, die Krabbenstructur selbst für geheilte Fracturen nachzuweisen, als missglückt bezeichnet werden. König ist durch vorurtheilsfreie Betrachtung des Präparates zu demselben Resultate gekommen (Deutsche Zeitschr. für Chirurg.).

Ich verdanke dieser Arbeit König's in so fern die Anregung zu den hier mitgetheilten Untersuchungen, als ich den Schenkelsporn zuerst auf dem Durchschnitt eines Oberschenkels fand, den ich auf Wunsch meines verehrten Collegen zu seiner Orientirung über die normalen Verhältnisse machte.

mag vielleicht noch mehr hieher gehörige Dinge an's Tageslicht fördern, doch muss bei der Untersuchung jedenfalls stets erst die dem Knochen als solchem zukommende Architectur eliminirt werden, ehe man an die Betrachtung der speciellen Verhältnisse geht.

Es erübrigt nun noch, der Entwicklungsgeschichte des Schenkelspornes mit einigen Worten zu gedenken. Bis etwa zum Beginn oder der Mitte des zweiten Lebensjahres besteht die Spongiosa des Oberschenkels aus dicht gedrängten Maschen, welche nur auf dem Längsschnitt eine strahlige Anordnung erkennen lassen. Dann aber fangen die Balkensysteme des Schenkelspornes bereits an, zu convergiren und sich an einer Stelle zu sammeln, welche ungefähr neben der Mitte des Trochanter minor hart an der Epiphysengrenze des letzteren auftaucht und, nach oben sich erstreckend, nur einen kurzen Verlauf hat. Je mehr der Schenkel wächst, um so deutlicher treten die compacte Masse des Sporns und die starken zu ihm hinziehenden Balkensysteme heraus, um so höher nach dem Hals erstreckt er sich hinauf, und um so mehr rückt er vom Trochanter minor ab und nach der Mitte der medialen Wand zu (Fig. 8—11). Endlich, wenn sich der Knochen dem Höhepunkt seiner Entwicklung nähert, ist auch der Höhepunkt der Ausbildung des Schenkelspornes erreicht, wie er oben beschrieben wurde. Auf diesem Stande hält er sich die mittleren Jahre hindurch, um dann mit dem Alter, wenn die Knochensubstanz überhaupt zu schwinden beginnt, eine rück-schreitende Metamorphose durchzumachen, welche ein vollständiges Spiegelbild des Wachstums darstellt. Die compacte Masse des Spornes weicht nun wieder zu Spongiosablättchen auseinander, im Anfang noch kräftig ¹⁾, später immer dünner und schwächer werdend (Fig. 12). Am oberen Ende, wo sich der Sporn in die hintere Wand des Schenkelhalses einsenkt, scheint sich jedoch ein compacter Rest des Sporns für eine kurze Strecke das ganze Leben hindurch zu erhalten, wenigstens habe ich noch niemals, auch an den ältesten Schenkeln nicht, an dieser Stelle ein Restchen des Sporns vermisst.

Erst durch die eben beschriebene Involution des Schenkelspornes erklärt es sich, dass die Schenkelhalsbrüche an ein bestimmtes Alter gebunden sind, und es genügt, wenn ich erwähne, dass Malgaigne ausdrücklich hervorhebt, dass die Schenkelhals-

¹⁾ Vergl. Wolff l. c. (b) Taf. II. Fig. 6. Der hier copirte Durchschnitt gehört seiner ganzen Erscheinung nach einem älteren Individuum an.

brüche besonders häufig im Alter über 50 Jahren seien, und dass er unter 17 citirten Fällen nur einen einzigen nennt, der weniger als 50 Jahre zählte.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

- Fig. 1. Unterer Theil eines aufrecht stehenden Menschen en face. (Copie des Apollino in Dr. G. Schadow's „Polyklet“ 2. Aufl. Berlin 1866). Das linke Oberschenkelbein ist eingezeichnet; die durch denselben fallende Drucklinie ist ausgezogen; wo sie im Knochen selbst verläuft, ist sie dicker angegeben.
- Fig. 2. Dieselbe Figur, wie in Fig. 1, in der Profilsicht.
- Fig. 3. Stellt Fig. 2 dar, nach der Angabe der Brüder Weber (Mechanik der Gehwerkzeuge) abgeändert. Dieselben sagen, dass bei ruhigem und sicherem Stehen nur das Sprunggelenk in die Verticale falle, das Hüftgelenk aber vor, das Kniegelenk hinter dieselbe.
- Fig. 4^a. Oberer Theil des für Fig. 1—3 benutzten Schenkelbeines. $a-a_1$ Axe des Halses. $k-k_1$ Axe des Körpers. $v-v_1$ Parallele zur Verticalen, von der Stelle ausgehend, an welche sich $a-a_1$ und $k-k_1$ schneiden. sp. Lage des Schenkelspornes.
- Fig. 4^b. Bein eines Rindes mit eingezeichnetem Skelet (Copie nach Huxley, Anatomie der Wirbelthiere. Deutsch von Dr. Ratzel. Breslau 1873).

Tafel VII.

- Fig. 5. Oberschenkel mit auspräparirtem Schenkelsporn, an der hinteren Seite geöffnet.
- Fig. 6. Oberschenkel mit auspräparirtem Schenkelsporn, von der lateralen Seite geöffnet.
- Fig. 7. Oberer Theil eines Oberschenkels; Sagittalschnitt durch den Trochant. min. und unmittelbar hinter dem Gelenkkopf durchgelegt.
- Fig. 8. Querschnitt des Oberschenkels eines 8jährigen Knaben, mitten durch die Stelle des Trochanter min. Derselbe ist bei der Maceration an der Epiphysengrenze abgefallen.
- Fig. 9. Querschnitt durch den Oberschenkel eines 10jährigen Kindes. Troch. min. an seiner oberen Grenze getroffen.
- Fig. 10. Querschnitt durch den fast ausgewachsenen Oberschenkel, welcher für die Fig. 1—4^a benutzt ist. Der Schnitt halbirt den Troch. min.
- Fig. 11. Querschnitt durch den Oberschenkel eines Mannes in mittleren Jahren, oberhalb des Trochanter minor.
- Fig. 12. Querschnitt des Oberschenkels eines alten Individuums durch den Troch. min.; das Schenkelspornsystem fehlt.
- Fig. 13. Frontaler Schiefschnitt durch den oberen Theil eines erwachsenen Oberschenkels, durch die Axe des Halses gehend und die Fossa capitis, sowie den Troch. min. treffend.



