

## Studien über die Entwicklungsmechanik des Primatenskelettes.

Herausgegeben von O. Walkhoff.

Erste Lieferung: Das Femur des Menschen und der Anthropomorphen in seiner funktionellen Gestaltung. Von O. Walkhoff.

Wie der angeführte Titel des Werkes, das hier besprochen werden soll, besagt, beabsichtigt Walkhoff, eine systematische Untersuchung des Primatenskelettes auf der Grundlage „entwicklungsmechanischer“ Prinzipien vorzunehmen oder vornehmen zu lassen. Dabei ist als ein Hauptziel die Verwertung dieser Prinzipien und der gewonnenen Resultate für anthropologische und deszendenztheoretische Fragen gedacht. In der vorliegenden Arbeit wird von Untersuchungen über das Femur des rezenten Menschen und der Anthropoiden und über die bisher bekannt gewordenen menschlichen Femora aus der Diluvialzeit — die Femora des Neanderthalers und der beiden Spymenschen — berichtet.

Als Untersuchungsmittel kommt in erster Linie Durchleuchtung der Knochen mittels Röntgenstrahlen in Betracht (Kap. II). Bei der Untersuchung der Knochen des rezenten Menschen lassen sich zwei Methoden leicht kombinieren: die Untersuchung von geeigneten Schnitten und die Durchleuchtung. Namentlich die Durchleuchtung von passenden Schnitten scheint die besten Resultate zu erzielen, wie dies aus den durchwegs guten und klaren Abbildungen z. B. auf Tafel I der vorliegenden Arbeit und namentlich aus der prachtvollen Figur 13 auf Tafel III hervorgeht. — Die Durchleuchtung ganzer Knochen liefert lange nicht solch klare Bilder; ihre Anwendung ist zwar nicht wertlos, aber die gewonnenen Bilder sind stets mit Vorsicht zu beurteilen. Wenn irgend zulässig und möglich, sind so gewonnene Bilder stets durch Untersuchung von Schnitten oder durch Durchleuchtung geeigneter Schnitte zu kontrollieren.

Abgesehen von einem kurzen Vorwort umfasst W.'s Arbeit sechs größere Kapitel, von denen das erste, „Einleitung“ überschriebene Kapitel eine kurze historische Skizze bringt. Ich hebe daraus nur hervor, dass von anderer Seite bereits zum Teil die gleichen Ansichten ausgesprochen wurden, wie die sind, zu welchen, wie noch dargelegt wird, auch W. kommt. Bähr behauptete nämlich (gegenüber der von Culmann, Meyer und Wolff begründeten Krahntheorie), dass in proximalen Teile des Femurs nur Druckkurven vorhanden seien und nicht auch Zugkurven, wie das die Krahntheorie für die laterale Seite des Femurs z. B. fordert. — Im übrigen habe ich zu der geschichtlichen Skizze noch zu bemerken, dass nirgends die Arbeiten des gestorbenen Wiener Chirurgen Albert erwähnt werden. Ich weiß ja aus eigener Erfahrung, dass Albert's Arbeiten von manchen „Entwicklungsmechanikern“ nur gering veranschlagt werden, ich muss aber doch betonen, dass sich gar manches dort beschrieben und abgebildet findet, was doch nicht allgemein bekannt zu sein scheint. In der Walkhoff'schen

Arbeit nämlich finde ich z. B. manches Trajektorium als neu beschrieben, das Albert bereits kannte. Auch beschränkte sich Albert nicht, wie sonst fast allgemein üblich, auf die Untersuchung des proximalen Femurendes, er hat auch das distale Femurende wie überhaupt sämtliche größeren Knochen der vorderen und hinteren Extremität untersucht und zwar recht genau. Auch Durchleuchtungen mittels Röntgenstrahlen hat er vorgenommen, allerdings noch nicht mit solchem Erfolge, wie das jetzt möglich ist.

Walkhoff's Auseinandersetzungen lassen sich für ein Referat am besten in zwei Abteilungen gliedern, welche getrennt besprochen werden sollen. In der ersten Abteilung wären seine Ausführungen über die verschiedenen entwicklungsmechanischen Fragen, die er behandelt, zu erörtern; in der zweiten seine Betrachtungen über einige anthropologische und deszendenztheoretische Fragen.

Ich beginne mit der ersten Abteilung und komme, nachdem ich den geschichtlichen Rückblick und die Methode bereits kurz berührt habe, gleich zum dritten Kapitel der Arbeit, das die Überschrift trägt: Der funktionelle statische Druck im Femur der Primaten und seine allgemeine Wirkung auf die Beckenstruktur. Daraus ist folgendes hervorzuheben. Die Knochenstruktur des distalen Femurendes sowie die des Beckens wurden, im Vergleich zur Struktur im proximalen Femurende, bisher recht stiefmütterlich behandelt. W. strebt hier eine Ergänzung an. Er durchleuchtete daher zunächst gleichzeitig das proximale Femurende und das Becken, indem beide in Zusammenhang blieben, und fand, dass das bekannte starke Drucktrajektorium, das, im „Halschaftwinkel“ von der Medialseite des Oberschenkels herkommend, im Bogen gegen die obere Hälfte der Gelenkfläche zieht, sich ins Becken hinein fortsetzt und bis zur Facies auricularis, ja bis zum ersten Kreuzbeinwirbel zu verfolgen ist. Notgedrungen müssen die beiderseitigen Trajektorien mithin im ersten Sakralwirbel zusammentreffen, so dass, wie W. sagt, hier „gleichsam der Schlussstein der Gewölbekonstruktion eingesetzt ist, welche durch die unteren Extremitäten und das Becken gebildet wird“ und auf der die Wirbelsäule in der Mitte ruht. — Beim Menschen überwiegt im Oberschenkel dieses Trajektorium weitaus alle anderen an Stärke. Es ist, wie längst bekannt, ein ausgezeichnetes Drucktrajektorium und wird von Walkhoff „in seiner Gesamtausdehnung als statisches Trajektorium der aufrechten Haltung des Menschen“ bezeichnet.

Die Anordnung der Spongiosabälkchen im proximalen Femurabschnitte der Anthropoiden ist eine ganz andere als wie beim Menschen. Vor allem fehlt das „Trajektorium des aufrechten Ganges“ ganz oder es ist doch nur stellenweise angedeutet. Auf keinen Fall aber nimmt es jemals die vorherrschende Stellung ein wie beim menschlichen Femur. Im übrigen sind die Knochenbälkchen viel stärker als beim Menschen. Ihre ganze Anordnung hängt offenbar mit der vielseitigen Benützung und Beanspruchung der hinteren Extremitäten der Anthropoiden zusammen, wie es das

Klettern, das hin und wieder vorkommende Aufrechtgehen, die Rolle als Greiforgan u. s. f. mit sich bringen. Die Beanspruchung der kaudalen Extremitäten des Menschen ist demgegenüber viel einseitiger. W. sagt: „Der prinzipielle Unterschied geht so weit, dass man aus jeder Röntgenaufnahme von einem Frontalschnitte, ja selbst von einem ganzen Knochenstücke analytisch feststellen kann, ob dasselbe vom Menschen oder vom Affen stammt, mit anderen Worten, ob das betreffende Individuum gewöhnlich aufrecht ging oder nicht.“

Das vierte Kapitel handelt über „die funktionelle Gestalt des tibialen Femurendes bei dem Menschen und den Anthropomorphen“. In jedem der beiden Kondylen findet sich beim Menschen zunächst ein vertikales Trajektorium. Das des lateralen Kondylus ist bei weitem kräftiger als das des medialen Kondylus und reicht auch weiter in die Diaphyse hinauf als letzteres. Dies ist für den ersten Augenblick überraschend. Denn, wie allbekannt, ist bei äußerer Betrachtung, der mediale Kondylus in der Regel größer und stärker entwickelt als der laterale, was offenbar mit der mehr oder weniger schrägen Stellung des Femurs zusammenhängt. Letztere hinwiederum ist abhängig von der Breite des Beckens und der Länge des Collum femoris. Sind letztere zwei Größen auffallend groß, so steht die Achse des Femurs sehr schräg und der mediale Kondylus nimmt dementsprechend an Umfang zu. — W. zieht aus dem Überwiegen des vertikalen Trajektoriums im lateralen Kondylus den Schluss, dass der laterale Kondylus beim Gehen und Stehen die Hauptlast zu tragen habe. „Der statische Maximaldruck, welcher als Trajektorium der aufrechten Haltung vom inneren Halsschaftwinkel kommt, pflanzt sich auf nächstem Wege in der Vertikale zur Gelenkoberfläche der horizontalen Tibiafläche fort und trifft deshalb mit zunehmendem Abstände der Achsen beider Femora an ihrem oberen Ende am meisten den äußeren Kondylus.“ Es wäre also das vertikale Trajektorium im Condylus lateralis femoris die Fortsetzung des Trajektoriums „der aufrechten Haltung“ im proximalen Femurabschnitte, das hier bekanntlich auf der medialen Seite des Knochens liegt. Das Trajektorium würde also die Seiten wechseln und da es im oberen Abschnitte als Druckbahn zu gelten hat, so folgt, dass auch der Condylus lateralis femoris auf Druck beansprucht würde, und nicht auf Zug.

Außer den genannten beiden Haupttrajektorien, den vertikalen, kommen in den Condyli femoris des Menschen noch andere Spongiosazüge vor. Von der Fossa poplitea strahlen in jeden Kondylus Knochenbälkchen hinein, welche nach W. als Zugfasern aufzufassen sind. Sie sollen der Abplattung des tibialen Femurendes während des Stehens und Gehens entgegenwirken. Sie entstehen durch den Zug, den bei statischer Belastung der eine Kondylus auf den anderen ausübt. — Und endlich können noch, falls der laterale Kondylus gegenüber dem medialen ganz besonders belastet ist, wie das bei starker Schrägstellung der Femurachse statt hat, einige Druck-

fasern auftreten, die, von der lateralen Kompakta ausgehend, das vertikale Trajektorium des lateralen Kondylus rechtwinkelig schneiden und in einem distalwärts konvexen Bogen gegen die mediale Kompakta aufsteigen, indem sie hier das vertikale Trajektorium des medialen Kondylus spitzwinkelig schneiden. Auch dies sind nach W. Druckfasern. Es kann mithin unter Umständen eine Vermehrung der Spongiosa im lateralen Teile des distalen Endes des menschlichen Femurs statthaben, und dies ist nach W. bedingt „durch die statthabende einseitige Beanspruchung jeder unteren Extremität als zeitweilig alleinigem Stützpunkte für die gesamte Körperlast während des aufrechten menschlichen Ganges“.

Die Labien der *Linea aspera femoris* sind nach W. nicht durch den Zug der an ihnen inserierenden Muskeln allein hervorgerufen; sie sind vielmehr „der äußere Ausdruck für den gesammelten Maximaldruck auf der Oberfläche des Knochens, welcher von Kondylen ausgehend in eng umschriebener Bahn sich zum Kollodiaphysenwinkel fortpflanzt“. Auf Sagittalschnitten durchs distale Femurende findet W., dass „selbst der statische Druck von der vorderen Fläche der Kondylen zum größten Teil zur Rückfläche des Schaftes übergeht, und zwar ziehen die Knochenbälkchen schräg aufwärts steigend hauptsächlich zu den Labien“. Nach W. ist also die Rückfläche des Femurs wesentlich stärker belastet als die Vorderfläche. — Im übrigen sind noch einige weitere Spongiosazüge im distalen Femurende des Menschen nachzuweisen; sie können aber hier im Referat nicht näher besprochen werden, zumal sie gegen die angeführten an Interesse wohl zurücktreten.

Ich hebe noch einmal besonders hervor, dass nach W. „das tibiale Ende und die Diaphyse des menschlichen Femur unzweifelhafte Merkmale eines größeren statischen Druckes aufweisen, welcher vom äußeren Kondylus zum inneren Halschaftwinkel geht.“ Daraus schließt W., dass die Krahntheorie keineswegs für das gesamte Femur gelten kann. „Das Maximum des statischen Druckes wechselt die Seiten und dieser Wechsel kompensiert offenbar leicht eine Durchbiegung des gesamten Femur nach außen, wie sie unzweifelhaft stattfinden müsste, wenn das ganze Femur krahnartig belastet würde, die äußere Seite also nur Zug-, die innere nur Druckseite wäre.“

Von dem kurz skizzierten Bilde der Spongiosastruktur im distalen Femurende des Menschen weicht die Spongiosastruktur im distalen Femurende der Antropoiden wesentlich ab. Zwar finden sich auch hier die beiden starken vertikalen Trajektorien in den beiden Kondylen, aber es fehlen „die Zugfasern von der Fossa poplitea in die Kondylen nahezu gänzlich“. — Die ganze Struktur ist im übrigen rundmaschig, zum Ausdruck der Vielseitigkeit der Beanspruchung. Das „Affenfemur ist in nahezu permanenter, aber fortwährend wechselnder Beugstellung während seiner Funktion“. — „Für das Affen-Femur — es ist zu bemerken, dass die Anthropoiden nicht den Affen repräsentieren, d. R. — typisch ist aber das Auftreten von bogenförmigen starken Trajektorien,

welche von jeder Kondylenseite nach der anderen Seite ziehen“ und sich, im Gegensatz zu den Verhältnissen beim Menschen, weit in die Diaphyse hinein erstrecken. Gerade diese Faserzüge tragen zu der rundmaschigen Anordnung der Spongiosa viel bei und wie die Figuren 7, 8 und 9 der Walkhoff'schen Arbeit, in denen die Radiogramme von ganzen Knochen des Menschen, des Orang und Hylobates nebeneinander gestellt sind, zeigen, sind durch sie in der Tat die Femora der Anthropoiden und des Menschen sofort zu unterscheiden. — In der Diaphyse des Anthropoidenfemurs wird nach W. der funktionelle Druck auf jeden Teil der Wandung übertragen und so ziemlich gleichmäßig fortgepflanzt. Es erscheinen die Kraftbahnen nicht so bestimmt vorgeschrieben wie beim Menschen — eine Folge des Unterschiedes zwischen dem aufrechten Gange des Menschen und dem Kletterleben der Anthropoiden.

Ich komme zur Besprechung des fünften Kapitels der Arbeit. Dieses handelt über „die funktionelle Gestalt des koxalen Femurendes bei dem Menschen und den Anthropomorphem“. Der Beschreibung der Verhältnisse beim Menschen legt W. in seiner Fig. 13 eine wirklich ausgezeichnete Abbildung, das Röntgenbild eines Frontalschnittes, zugrunde. Die Spongiosazüge treten sehr klar hervor. Das stärkste Trajektorium ist entschieden das „des aufrechten Ganges“, welches, im Halsschaftwinkel an der medialen Kompakta entspringend, gegen den oberen Abschnitt der Gelenkfläche des Caput femoris aufsteigt und sich einerseits ins Becken fortsetzt, andererseits aber distalwärts seine Belastung dem vertikalen Trajektorium im lateralen Kondylus mitteilt. — Im übrigen weichen Walkhoff's Befunde teilweise nennenswert von Wolff's Befunden ab. Walkhoff konnte einzelne Spongiosazüge nachweisen, die Wolff entgangen waren. Ich bemerkte oben bereits, dass auch Albrecht manches gesehen hat, was anderen entging und Walkhoff dürfte hier manches finden, was er als neu beschreibt. Ich kann hier im Referat die Einzelheiten nicht eingehend erörtern und gehe daher gleich auf den wichtigsten Punkt dieses Kapitels ein, auf die Frage, ob das bogenförmige Trajektorium, welches, von der lateralen Seite des Femurs herkommend, in nach unten konkavem Bogen (unterhalb des Trochanter major) ins Collum femoris eintritt, dieses durchsetzt und unterhalb der Foveola die Gelenkfläche des Caput femoris trifft, ein Zug — oder ein Drucktrajektorium sei. Die Kralntheorie fasst es bekanntlich als Zugtrajektorium auf und Wolff suchte dies vielfach zu begründen. Walkhoff nun kommt, um dies kurz vorweg zu nehmen, zu dem Schlusse, dass das fragliche Trajektorium nicht ein Zugtrajektorium sei, sondern ein Drucktrajektorium — womit die ganze Kralntheorie fallen würde. — Aus der Begründung, die W. für diese Auffassung liefert, hebe ich nur einiges, das mir am wichtigsten erscheint, hervor. Im proximalen Femurabschnitte findet sich nach W. eine Radkonstruktion, und nicht eine Kralnkonstruktion. Es geht nämlich im Halsschaftwinkel von der medialen Seite des

Femurs ein Trajektorium aus, welches in der Richtung nach dem Trochanter major zu verläuft. Dieses Trajektorium hat nach W. die Aufgabe, das proximale Ende des Femurs gegen Durchbiegung zu schützen, eine Gefahr, welche durch das Zugtrajektorium der Krahntheorie nicht so gut beseitigt würde. Die Erfahrung lehrt, dass die genannte Stelle sehr gefährdet ist — hier erfolgen die meisten Brüche. Bei stärkerer Belastung kann das Trajektorium daher auch recht starke Dimensionen annehmen. — Das „Zugtrajektorium“ der Krahntheorie kommt nach W. nicht durch den bei statischer Belastung auf die laterale Seite des Femurs wirkenden Zug zustande, sondern „bei der Erzeugung dieses Trajektoriums wirken Muskeln, nämlich die gesamte Hüftmuskulatur und der Bandapparat des Hüftgelenkes.“ Es sind das die am Trochanter major inserierenden Muskeln und der Glutaeus maximus. Diese Muskeln haben „jederzeit die Tendenz, den Trochanter gegen das Gelenk zu pressen und diese Wirkung wird noch wesentlich durch den Glutaeus maximus erhöht, dessen obere Hälfte mit ihrer Endsehne gerade über den Trochanter schleift und sich mit der von dem Tensor fasciae latae schon gespannten Partie der Fascia lata verbindet.“ — Im Trochanter major selbst kann W. drei verschiedene Trajektorien nachweisen, welche alle drei durch die Wirkung der hier inserierenden Muskeln entstanden zu denken sind. Namentlich der Glutaeus medius verrät deutlich die Spuren seiner Tätigkeit. Die Trajektorien sind unabhängig und unbeeinflusst von dem bogenförmigen Trajektorium, dem Zugtrajektorium der Krahntheorie, welches unterhalb des Trochanter major vorbeizieht. — Ferner ist hier die Struktur des menschlichen Beckens zu beachten. Beide Trajektorien, welche im Caput femoris so stark ausgeprägt sind, setzen sich ins Becken fort, und zwar sind hier die Ausläufer, wenn ich so sagen darf, des Trajektoriums des aufrechten Ganges wieder am stärksten. Die Spongiosabälkchen, welche als Fortsetzung der beiden Trajektorien des Schenkelkopfes zu gelten haben, sind untereinander durch Querverbindungen verbunden, welche zur Pfanne annähernd konzentrisch angeordnet sind. Besonders zu bemerken ist nicht nur, dass sich das laterale Trajektorium aus dem proximalen Femurende überhaupt ins Becken fortsetzt, sondern noch ganz speziell, dass es sich im Becken nach unten fortsetzt, d. h. die im Caput femoris eingeschlagene Richtung beibehält. — Aus alle dem zieht W. den Schluss, dass das bogenförmige Trajektorium, welches also von der lateralen Seite des Femurs aufsteigt, „durch den direkten Druck des Glutaeus maximus und besonders durch den Zug, welchen die gesamten Muskeln des Trochanters gegen das Gelenk ausüben, wobei dieser Zug ebenfalls in Druck umgesetzt wird, entsteht.“ Das bogenförmige Trajektorium ist also „die Druckbahn für jene aktiven Kräfte, welche zur Feststellung des Hüftgelenkes dienen, jenem Mechanismus, welcher während der aufrechten Haltung des Menschen ganz eminent beansprucht und deshalb auch zu einem strukturell bedeutenden, sichtbaren Drucktrajektorium führen muss.“

Ich muss dazu bemerken, dass es wohl eine ganze Anzahl Anatomen geben dürfte, welche der „Krahntheorie“ des strukturellen Aufbaues der Spongiosa im proximalen Femurende des Menschen stets misstrauisch gegenüberstanden. Die Genese der Krahntheorie rechtfertigt dies vollkommen. Ohne auf ihre Geschichte hier näher einzugehen, will ich nur hervorheben, dass man, noch ehe man den Aufbau des proximalen Femurabschnittes genau genug studiert hatte und kannte, mathematische Berechnungen über die Zug- und Druckbahnen eines dem proximalen Femurende ungefähr ähnlich geformten belasteten Krahnes berechnete, und nun die Spongiosa des Femurs mit den ausgerechneten Zug- und Druckkurven des Krahnes verglich. So kam es, dass man im proximalen Femurende nur das fand, was man für den Krahn mathematisch ausgerechnet hatte, woraus sich Wolff's einseitiger Standpunkt völlig erklärt. Es geht eben nicht an, mit vorgefassten Tendenzen an die Untersuchung eines Objektes heranzutreten. — Albert bildet auch hier eine rühmliche Ausnahme. Ihm kommt es darauf an, das tatsächliche Vorhandensein der einzelnen Spongiosazüge, ihre Ausdehnung und Form, festzustellen, zunächst ganz ohne Rücksicht auf ihre etwaige Funktion und Bedeutung, d. h. ganz ungeachtet, ob sie auf Zug- oder auf Druckwirkung zurückzuführen seien. Das kann nur gebilligt werden. Nur dadurch hat Albert vieles gesehen, was Wolff nicht sehen konnte und daher einfach bestritt. Es ist ganz verfehlt, bei dem Studium der Spongiosa des Femurs nur das proximale Ende allein vorzunehmen, ohne Zusammenhang mit dem Trochanter und dem distalen Abschnitte des Knochens, ohne Rücksicht zu nehmen auf die Stellung der Achse des Knochens zu den benachbarten Knochen, auf die Bandverbindungen mit letzteren und auf die inserierenden Muskeln und ihre Wirkung. Auch ist Rücksicht zu nehmen auf das Wachstum der Knochen während einer langen Lebensperiode und den damit zusammenhängenden Änderungen der Stellung der Achse u. s. f. Es ließen sich solcher Punkte noch eine ganze Reihe anführen, welche bei den Betrachtungen über die Spongiosa im Femur bisher in der Regel außer acht gelassen wurden.

W. hat ferner verschiedene Femora von Anthropoiden untersucht. Von besonderem Interesse ist, dass das bogenförmige Trajektorium, also das „Zugtrajektorium“ der Krahntheorie, bei den Anthropoiden an manchen Stellen stets überhaupt nur angedeutet ist; niemals aber ist es so ausgeprägt wie beim Menschen. Handelte es sich hier wirklich um ein Zugtrajektorium, so müsste es nach W. auch beim Anthropomorphen, trotz der vielseitigen und wechselnden Beanspruchung seines Femurs, zu einem stark ausgebildeten Trajektorium kommen. Denn auch beim Anthropomorphen ist infolge des statischen Druckes die Beanspruchung auf Biegung nicht geringes als beim Menschen. So schließt W. auch aus der mangelhaften Ausbildung dieses Trajektoriums bei den Anthropoiden, dass es sich hier um ein Drucktrajektorium handeln müsse, und nicht um ein Zugtrajektorium, wie die Krahntheorie es will.

Das große Drucktrajektorium der Krahntheorie, das also von der medialen Seite des Femurs zum Caput aufsteigt, ist vorhanden, „aber niemals, wie beim Menschen, sämtlichen übrigen Trajektorien gegenüber prädominierend“. Bemerkenswert ist ferner, dass die Bälkchen des lateralen Trajektoriums, also des sogenannten „Zugtrajektoriums“ der Krahntheorie, sich mit denen des medialen Trajektoriums (= beim Menschen das des aufrechten Ganges genannt) nicht rechtwinkelig kreuzen, wie es die Krahntheorie verlangte, sondern spitzwinkelig. — Stark ausgeprägt, oft stärker als beim Menschen, ist das vom Halsschaftwinkel entspringende, aus „radial zum Winkel angeordneten Knochenbälkchen“ bestehende System (Schutz vor Durchbiegung!). — Auch im Trochanter major der Anthropoiden finden sich Trajektorien, ähnlich wie beim Menschen. Ganz besonders stark ist eines ausgeprägt, welches offenbar durch die kräftige Funktion des Glutaeus medius, der ja bei dem Baubleben der Anthropoiden als Abduktor und als Rollmuskel entschieden sehr benützt wird, hervorgerufen ist: es zieht von der Spitze des Trochanter (Ansatz des M. glutaeus medius) bis zur Insertion des Glutaeus maximus.

Es ist also das Femur der Anthropomorphen seiner funktionellen Beanspruchung ebensogut angepasst wie das des Menschen der seinigen.

Ich komme zum letzten, dem 6. Kapitel der „Walkhoff'schen Arbeit. Dieses handelt über „die funktionelle Gestalt des diluvialen menschlichen Femurs“, d. h. der Femora des Neanderthalers und des Spymenschen. Walkhoff hat die Oberschenkelknochen mittels Röntgenstrahlen durchleuchtet, und natürlich, wie es bei diesem höchst kostbaren und seltenen Material nicht anders zu erwarten steht, die Knochen als Ganzes, keine Schnittpräparate. Dass infolgedessen nicht so schöne klare Bilder erzielt wurden, wie es W. beim rezenten Femur gelang, ist verständlich. Immerhin sind die gewonnenen Bilder recht lehrreich. Sie zeigen, dass die funktionelle Struktur dieser Oberschenkelknochen „derjenigen der heutigen Menschen näher steht als der Spongiosastruktur der Anthropomorphen“. Im ganzen ist die Spongiosastruktur derjenigen im rezenten Femur gleich, nur sind die Spongiosabälkchen bedeutend kräftiger als beim rezenten Femur, namentlich gilt dies für den Neanderthaler. Ganz besonders kräftig ist das Radialsystem, welches vom inneren Halsschaftwinkel gegen den Trochanter major (bis zu dessen Spitze!) zieht, es soll nach W., wie bereits erwähnt, die Gefahr der Durchbiegung abwenden. Dieser Bälkchenzug ist so kräftig, dass ein sogenanntes Ward'sches Dreieck nicht zustande kommt. — Aus der Spongiosastruktur dieser Knochen ist nach W. mit Sicherheit zu schließen, dass diese diluvialen Menschen aufrecht gingen.

Damit hätte ich das Wesentlichste des ersten Teiles, des entwicklungsmechanischen, besprochen. Ich komme nun zum zweiten, kürzeren Teile, dem anthropologischen. Da ist zunächst die Altersfrage, welche W. für den Neanderthaler und den Spymenschen zu

beantworten sucht. Bekanntlich hatte Virchow den Neanderthalsmenschen für einen Mikrokephalen erklärt, der, obwohl er in der Jugend an Rhachitis gelitten und später mehrere schwere Schädelverletzungen davongetragen hatte und schließlich noch an Arthritis deformans erkrankte, trotz alledem ein hohes Greisenalter erlebte. Für diese von Virchow erzählte Leidensgeschichte haben spätere, genaue anatomische Untersuchungen keinen Anhalt gefunden und das Alter hat Schwalbe auf Grund minutiöser Untersuchung wesentlich herabgesetzt: auf 40—65 Jahre. Schwalbe stützt sich, wie bekannt, dabei auf die Befunde an den Schädelnähten. — Nun findet Walkhoff, dass das Röntgenbild des proximalen Femurendes des Neanderthales im Caput femoris „das Vorhandensein“ einer Epiphysenlinie ergibt. Walkhoff zitiert Hahn, der röntgenographisch nachgewiesen habe, dass nach dem 24. Lebensjahre das Vorhandensein einer Epiphysenlinie nur noch als Ausnahme vorkomme. W. selbst will festgestellt haben, dass man mittels Röntgendurchleuchtung für recente femora von etwa 25—28jährigen Individuen dieselben Bilder bekommt, wie vom Femur des Neanderthalers, d. h. es lassen sich noch Reste einer Epiphysennarbe nachweisen. „Keinesfalls ist also der Neanderthaler älter als 30 Jahre gewesen,“ so schließt W., denn bis spätestens zum 30. Lebensjahre soll die Verschmelzung der Epiphysen mit den Diaphysen so vollständig sein, dass keine Spur mehr einer Epiphysenfugennarbe nachzuweisen sei. Bei objektiver Prüfung der beiden hier in Betracht kommenden Abbildungen (Fig. 33 u. 34) muss ich zugeben, dass auch ich es für höchstwahrscheinlich halte, dass wir hier es mit Resten der Epiphysenlinie (nicht mit dieser selbst), also mit Epiphysenfugennarben, zu tun haben. Sie sind aber nur noch im Caput femoris vorhanden, nicht auch im Trochanter. Allein für eine Altersbestimmung ist diese Tatsache nicht zu verwerten. Herr Professor Schwalbe hat auf die Angaben von Walkhoff hin Femora von weit älteren Individuen durchsägen lassen und siehe, noch bei einer 81jährigen Frau ist im distalen Femurende eine Epiphysenfugennarbe prachtvoll erhalten. Ich habe mir dieses Femur selbst wiederholt angesehen und muss sagen, dass das Vorhandensein einer Epiphysenfugennarbe für eine Altersbestimmung in dem Walkhoff'schen Sinne nicht verwertet werden kann. Wenn bisher es tatsächlich niemals gelungen sein sollte, mittels Röntgenstrahlen Epiphysenfugennarben noch in Femora von über 30 Jahre alten Individuen nachzuweisen, so liegt das z. T. wohl in der Methode: denn die Durchleuchtung ganzer, nicht in Schnitte zerlegter Knochen bringt nicht immer Bilder von wünschenswerter Klarheit zustande. Bei etwaiger unzuverlässiger Etikettierung der betreffenden Knochenstücke liegt die Gefahr eines Trugschlusses sehr nahe: da man bisher, wie es scheint, fast allgemein der Ansicht war, dass die Epiphysenlinien schon in relativ jungen Jahren gänzlich verschwinden, ohne jegliche Spur zu hinterlassen, so könnte man leicht versucht sein, wenn die Röntgendurchleuchtung Reste einer Epiphysenlinie dartut, zu sagen, dieses Knochenstück muss einem jugendlichen

Individuum angehört haben. Wie das eben erwähnte Femur einer 81jährigen Frau beweist, wäre dies total verkehrt. Es liegt mir nun völlig fern, W. ein derartiges Vorgehen vindizieren zu wollen. Es ist aber zu bedauern, dass W. für die abgebildeten rezenten Femora, deren Röntgenbilder unzweifelhaft das Vorhandensein von Epiphysenlinien bzw. Epiphysenfugennarben erkennen lassen, nicht an einer einzigen Stelle das Alter angibt. Ich kann nach dem Gesagten der Altersbestimmung des Neanderthalers nach Walkhoff nicht zustimmen und muss für die einzige bisher brauchbare Methode die von Schwalbe benützte anerkennen.

Im Röntgenbild des Femurs des Spymenschen I ist nirgendwo eine Spur einer Epiphysenfugennarbe zu sehen. W. schließt daraus, dass das Individuum älter als 30 Jahre war. „Schwerlich aber werden sie (die Spymenschen d. R.) über das 40. Lebensjahr herausgekommen sein, sonst würde man wohl beginnende Alterserscheinungen in der Knochenstruktur konstatieren können.“ Auch den letzteren Schluss Walkhoff's kann ich nicht gut unterschreiben. Ich kann mir nicht denken, dass bei einem sonst gesunden und kräftigen Individuum bereits im 5. Jahrzehnt Alterserscheinungen in der Knochenstruktur auftreten.

Wenn ich nun auch den Altersbestimmungen Walkhoff's nicht beipflichten kann, so halte ich doch das für sehr wichtig, dass auch das Studium der Knochenstruktur der uns überlieferten diluvialen menschlichen Femora, genau wie früher die eingehende, vorurteilsfreie Untersuchung der äußeren Formverhältnisse, absolut sicher ergeben hat, dass wir hier gesunde und kräftige Individuen vor uns haben; der Wert dieser Konstatierung liegt nach meiner Ansicht darin, dass keine der beiden Virchow'schen Ansichten zu recht bestehen bleibt, nämlich erstens dass der Neanderthaler ein uralter Greis gewesen sein müsse und zweitens dass seine uns überlieferten Knochenreste voll von pathologischen Residuen seien. Hat man diese Überzeugung gewonnen — und auf Grund der bisherigen Untersuchungen muss man sie gewinnen — dann liegt wirklich kein Grund vor, die untere Altersgrenze von 40 Jahren, wie sie Schwalbe „auf Grund des Verhaltens der Nähte und gestützt auf ein großes Material genau auf ihr Alter bestimmter Schädel“ annimmt, noch herabzusetzen. Bei sonst normalen Verhältnissen dürfte auch bezüglich der Spongiosastruktur kaum ein Unterschied zwischen einem Femur aus dem 4. und einem aus dem 5. Jahrzehnt festzustellen sein, wobei ich natürlich einmal von der Variationsbreite des „Normalen“ absehe; und der Umstand, dass eventuell noch Reste der Epiphysenlinien nachzuweisen sind, kann, wie dargestellt, nicht das Gewicht beanspruchen, das ihm Walkhoff beilegt. Die Hauptsache ist, dass wir es hier mit normalen, gesunden Knochen eines erwachsenen kräftigen Individuums zu tun haben, über das Untersuchungen anzustellen sich wohl lohnt, und das nicht als pathologisch beiseite zu stellen ist. — Von diesem Standpunkte aus kann man wohl sagen, dass die Feststellung und das Studium der Spongiosastruktur der uns aus dem Diluvium über-

lieferten menschlichen Femora eine Ergänzung bildet zu den wichtigen Ergebnissen der rühmlichst bekannten äußeren Untersuchungen von Schwalbe und Klaatsch.

Aus den Merkmalen, durch die sich die diluvialen Femora und das Becken des Neanderthalers von den betreffenden Knochen des rezenten Menschen unterscheiden, schließt W., dass die Haltung des diluvialen Menschen eine andere war als wie sie bei uns im ganzen die Regel ist; „die Normalstellung des diluvialen Menschen musste mit gewöhnlich gekrümmten Knien sein.“ W. weist darauf hin, dass dies auch heute noch vielfach die Regel ist bei Leuten, die viel und schnell gehen müssen, bei Briefträgern und Boten, bei Bergsteigern u. s. f.

Ferner ist es nach W. sehr wahrscheinlich, dass die diluvialen Menschen viel und gut kletterten, etwa ähnlich, wie z. B. die Australier heute noch beim Ersteigen hoher und dicker Bäume es tun. Nach W. spricht dafür vor allem die bedeutende Größe des lateralen Kondylus der diluvialen Femora im sagittalen Durchmesser und ein Trajektorium, welches, namentlich beim Neanderthaler stark ausgeprägt, bogenförmig vom lateralen Kondylus zur Diaphyse der medialen Seite hinzieht. Dies erinnert sehr an die Femora der Anthropomorphen. — „Eines steht — meint W., jedenfalls fest, die normalen Funktionen des diluvialen menschlichen Oberschenkels waren von denjenigen heutiger hochzivilisierter Völker bedeutend verschieden.“

Am Schlusse seiner Arbeit gibt Walkhoff einen kurzen Überblick über „die phylogenetische Entwicklung des menschlichen Femurs,“ so wie sie nach seiner Meinung erfolgte.

Ich möchte nur noch eines hervorheben: Über das Eppelsheimer Femur (aus der Tertiärzeit) wurde lange gestritten, ob es einem menschlichen Individuum oder einem Anthropomorphen-Affen angehört habe. Owen und in neuester Zeit E. Dubois erklärten dieses Femur für einen dem rezenten *Hylobates*-Femur sehr ähnlichen Knochen. Es ist interessant und erfreulich, dass die alte Owen'sche Ansicht auch durch die Struktur der Spongiosa gestützt wird. Walkhoff gibt in seiner Fig. 39 eine Abbildung des Radiogrammes dieses Femurs. Und ich muss sagen, dass die Spongiosastruktur auffallend den auf Taf. IV der W. Arbeit abgebildeten Radiogrammen der Spongiosastruktur im Anthropomorphen-Femur ähnlich sieht; allerdings finde ich an einigen Stellen die Ähnlichkeit mit der Spongiosastruktur des Orangefemurs größer als mit der des *Hylobates*-Femurs, wenigstens nach diesen Abbildungen. Im ganzen aber überwiegt wohl die Ähnlichkeit mit dem *Hylobates*-Femur. Owen hat also Recht behalten. [20]

H. Fuchs (Strassburg).

#### Berichtigung.

In Nr. 5, S. 147, 6. Zeile von unten ist statt *Coccidien* Flagellaten zu lesen.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Walkhoff Otto

Artikel/Article: [Studien u̇ber die Entwicklungsmechanik des Primatenskelettes. 182-192](#)