© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Extremitäten der Caniden, ihre Beziehungen zur Körpersymmetrie und die Verhältnisse ihrer relativen Proportionen.

Von

Fr. Rudolf Schlegel.

Schon lange war es Herrn Professor Dr. Studer aufgefallen, daß zwischen den einzelnen Extremitätenknochen der verschiedenen Caniden sehr erhebliche Unterschiede zu beobachten sind, ein Umstand, der die Veranlassung für die hier vorliegende Arbeit wurde. Es sei mir daher gestattet, meinem hochverehrten Lehrer schon an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank für die tatkräftige Unterstützung ausdrücken zu dürfen.

Kaum hatte ich den ersten Schritt unternommen, als mir das Eine klar wurde, dass alle diejenigen Fragen, deren Beantwortung diese Ausführungen dienen sollten, lediglich auf Grund eines möglichst umfangreichen Materials zu lösen sein würden. Denn nur auf diese Weise ist man imstande, einesteils die bei den üblichen Meßmethoden doch zuweilen vorkommenden Fehler, anderenteils aber diejenigen Abweichungen zu kompensieren, welche pathologische Veränderungen oder sonstige durch ungewohnte Nahrungs- und Lebensverhältnisse entstandene und uns unbekannte Umbildungen des Skelettes hervorgebracht haben.

Der Anblick einer grossen Menge anscheinend nichtssagender Zahlen ist allerdings für viele ein Abschreckungsmittel, tiefer auf den Grund der Tabellen zu gehen; hat man sich aber dieser Arbeit einmal unterzogen, so ist man erstaunt, eine wie beredte Sprache scheinbar tote Zahlen sprechen können. Mein Streben ging dahin, jeden tabellarisch-statistischen Anstrich zu vermeiden und die Zahlenangaben auf ein Minimum zu beschränken, soweit sich dies eben erreichen ließ, ohne die Übersicht und die Beweise für die Beantwortung der einzelnen Fragen zu schädigen.

Zur Erlangung des nötigen Materials besuchte ich die zoologische Sammlung der Universität Göttingen, das Senckenbergische Museum zu Frankfurt, die Sammlungen der landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, das naturwissenschaftliche Museum zu Berlin, das Naturalienkabinett zu Stuttgart, die zoologische Sammlung der Akademie der Wissenschaften zu München, sowie das naturhistorische Museum zu Bern. Überall fand ich die weitgehendste Unterstützung der Herren Direktoren und Assistenten, und drängt es mich, vor allem Herrn Professor Dr. Matschie, Herrn Dr. Klatt in Berlin, Herrn Dr. Leisewitz in München, sowie Herrn Dr. Baumann in Bern nochmals meinen besten Dank für die bereitwillige Hilfe bei meinen Untersuchungen auszusprechen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Zahl der von mir untersuchten Caniden beträgt ungefähr 155, von denen 24 auf die Füchse, 16 auf die Schakale, 34 auf die Wölfe und der Rest auf die eigentlichen Hunde entfällt. In der Mehrzahl handelt es sich um ausgewachsene Exemplare heutiger Arten, trotzdem ich alles aufgeboten habe, um einesteils recht viele fossile, anderenteils auch ganz junge oder embryonale Vertreter untersuchen zu können. Wohl habe ich in der anthropologischen Sammlung zu München, wie auch im naturhistorischen Museum zu Bern ein reichhaltiges Material ausgegrabener Canidenknochen zur Verfügung gehabt, aber in nur ganz vereinzelten Fällen war es möglich, die Zusammengehörigkeit mit derjenigen Bestimmtheit angeben zu können, daß die Möglichkeit unsicherer Schlußfolgerungen ausgeschaltet worden wäre. Desgleichen habe ich sehr viel Material unbenützt lassen müssen, weil die ungenauen Maße von unmazerierten Tieren nicht von grossem Wert sein konnten, ein Übelstand, der sich bei den jungen Caniden fast regelmäßig wiederholte und zur Notwendigkeit machte, eigenhändig die Präparation von solchen Exemplaren vorzunehmen.

Bevor ich an die eigentliche Arbeit herantrete, möchte ich noch einige Worte über Meßmethoden und Meßinstrumente vorauszuschicken. Bei der Längenbestimmung der Extremitätenknochen hat man zwischen zwei Arten von Messungen zu unterscheiden, erstens die Feststellung der absoluten Länge, das heißt der größten Entfernung, welche überhaupt zwei Punkte des betreffenden Knochens erreichen, zweitens die Bestimmung der relativen Länge, das ist die grösste Entfernung zwischen den am meisten auseinander gelegenen Punkten derjenigen Gelenkflächen, welche wirklich bei der Artikulation mit den anschließenden Skelettteilen in Berührung kommen. Die erste Art fand ich von Edmond Hue in seiner „Ostéométrie des Mammifères" angegeben, während Nehring auf die Vorzüge der Bestimmung der relativen Länge hingewiesen hat, vor allem dann, wenn es sich um die Aufstellung von Proportionen der gemessenen Längen handelt. Wohl halte auch ich diese letzte Art bei weitem für die bessere, aber in der Praxis sind die sich entgegenstellenden Schwierigkeiten oft so erheblich, daß ich bei ganzen montierten Skeletten vollkommen darauf verzichten und die absolute Länge habe bestimmen müssen, wie sie sich unter Einbeziehen von Höckern, Fortsätzen usw. ergibt. Dieses glaubte ich um so mehr tun zu können, als ich herausfand, daß das Verhältnis zweier entsprechender Knochen desselben Individuums, also z. B. zweier Humeri, fast genau gleich bleibt, wenn man von den beiden zu vergleichenden Knochen einmal die absoluten und das zweite Mal die relativen Längenmaße berücksichtigt. Daher sind bei der Bearbeitung des ersten Teiles dieser Arbeit, wo lediglich von Symmetrie oder Asymmetrie der beiderseitigen Extremitätenknochen die Rede ist, nur absolute Längenangaben zu Grunde gelegt, beim zweiten Teil dagegen, wo es sich um das Verhältnis der verschiedenen Extremitätenknochen bei den einzelnen Canidenarten handelt, tunlichst die Ergebnisse der relatlven Messmethode berücksichtigt worden.

Auf eine genauere Beschreibung des Meßinstrumentariums möchte

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ich mich an dieser Stelle nicht einlassen, da Angaben hierüber in den Arbeiten von Heuss (16) und Weber (32) schon zur Genüge gemacht sind. Ich habe zwar die Frage der Brauchbarkeit der verschiedenen Arten von Meßinstrumenten durchaus nicht für überflüssig gehalten, glaube aber, daß, wie so oft, auch hier der Satz gilt, daß man mit verhältnismässig einfachen Instrumenten, wenn richtig und sorgfältig verwendet, gute Resultate erzielen kann, noch obendrein, wo es sich meist um mehr oder weniger starke Modifikationen des als Meßleere auch sonst weit verbreiteten Instrumentes handelt. Der Grundgedanke bei allen ist eben der, daß auf einem graduierten Stabe der eine senkrechte Schenkel fest angebracht ist, der zweite aber durch eine Gleitvorrichtung beweglich, sodaß man die Entfernung der beiden zugespitzten Schenkelenden und damit auch die Länge des dazwischen gespannten Gegenstandes auf der Skala des Stabes ablesen kann. Der größeren Genauigkeit wegen ist außerdem an dem beweglichen Schenkel noch eine Noniusvorrichtung und eine Klemmschraube angebracht.

Im Altertume galt die bilaterale Symmetrie als eines der hauptsächlichen Grundgesetze jedes höheren Wesens, und wenn es auch damals schon Leute wie Aristoteles, Galenus usw. gab, die entgegengesetzte Beobachtungen gemacht hatten, so hielt man dies immer nur für Abweichungen von der Regel. Diese Ansicht von der grundsätzlichen Symmetrie herrschte während des ganzen Mittelalters und setzte sich bis tief in die Neuzeit, ja bis zum Anfang des vorigen Jahrhunderts fort, da man sich eben mit der äußerlichen Betrachtung begnügte, ohne auf den Gedanken zu kommen, sich durch genaues Messen und Wiegen von der Richtigkeit oder Unrichtigkeit zu überzeugen. Noch Johann Friedrich Meckel (22) sagt in seinen Untersuchungen über die seitliche Asymmetrie im tierischen Körper, daß die Symmetrie der äußeren Form so groß und allgemein sei, daß Asymmetrie zu den seltneren Ausnahmen gehöre, während er allerdings die Asymmetrie der inneren Organe als Regel hinstellt. Bei der Besprechung des Knochensystems gibt er an, daß man diesem mit sehr großem Unrecht die Ehre angetan habe, es als das am meisten symmetrische darzustellen, da es nicht ganz selten mehr oder weniger bedeutende Abweichung zeige, ausgenommen die Knochen der Gliedmaßen, bei denen diese weit seltener zu finden sind.

Eduard Weber (30) ist ebenfalls der Ansicht, daß alle sich frei bewegenden Tiere mehr oder minder symmetrisch gebaut sind, und zwar um so mehr, je vollkommener der Mechanismus der Bewegungen durch die jeweilige Art der Lokomotion gefordert wird. Daher sei die Symmetrie bei den fliegenden Tieren bei weitem am besten, bei laufenden Tieren schon weniger vollkommen, bei den im Wasser lebenden Individuen aber am geringsten ausgeprägt, weil dieses Medium infolge seiner großen Dichte und anderer physikalischen Eigenschaften einen besseren Ausgleich gestattet.

Zwar hatte schon Ernst Heinrich Weber (31) in Hildebrandt's Handbuch der Anatomie des Menschen auf die ziemlich häufigen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Abweichungen in der Symmetrie des Menschen hingewiesen, aber auch er nahm für die übrigen Säugetiere noch strenge Symmetrie an, da nach seiner Ansicht die Asymmetrie beim Menschen eben lediglich die Folge des aufrechten Ganges sei, wodurch das Herz auf das Zwergfell gelegt und die Spitze infolgedessen nach links verschoben werde. Daraus wieder resultiere eine Verkleinerung der linken und Vergrößerung der rechten Lunge. Da bei den Säugetieren das Herz aber in der Regel symmetrisch auf der Mitte des Brustbeines aufruhe, falle damit dieser Grund der Ausbildung einer Asymmetrie fort.

Auch Bergmann und Leuckart (2) nehmen noch die bilaterale Symmetrie als Grundprinzip an, wenn sie sagen: „Je schneller und leichter die Bewegung sein soll, desto strenger muß natürlich die Art der gleichmäßigen Gewichtsverteilung berücksichtigt werden, desto ausgeprägter die seitliche Symmetrie sein.“ Man kam zu dieser Meinung, da man beobachtet hatte, daß Tierformen, die einen ausgeprägt asymmetrischen Körperbau haben, wie z. B. Schollen, Schnecken oder gar Individuen mit radiärem Bau, ihre Körperkräfte so stark zersplittern, daß von irgendwelcher Schnelligkeit in der Fortbewegung keine Rede mehr sein kann. Sollen alle zur Verfügung stehenden Kräfte aufs beste in der einen gewünschten Richtung zur Wirkung kommen, so muß die volle Intensität in ganz bestimmter Weise konzentriert werden. Alle irgendwie störenden Momente in Bezug auf Gewichtsverhältnisse, Ansatzpunkte der Kräfte usw. müßten also auf beiden Seiten ausgeglichen werden, mit anderen Worten, es müßte vollkommene symmetrische Entwicklung der beiden Seiten stattfinden. Es würde wohl zu weit führen, wollte ich alle die Meinungen von Schliemann, Marshall, Bronn u. a. anführen, die sich doch mehr oder weniger mit dem soeben Gesagten decken.

In ein neues Stadium gelangte die Frage erst in den 80- und 90-iger Jahren des vorigen Jahrhunderts, wo man mit tatsächlich gemessenen und gewogenen Zahlen zu operieren anfing. Den vollgültigen Beweis, daß Symmetrie bei weitem nicht die Regel ist, erbrachten die Untersuchungen von Hasse, Gaupp (10) und Matiegka (21), die sich aber vorwiegend auf menschliche Skelette erstreckten. Die Wirkung dieser Beobachtungen ging jedoch weiter, indem sie den Anstoß gaben, daß jene genauen Messungen auch auf einzelne Tiergruppen ausgedehnt wurden. So entstanden die Arbeiten von Heuss (16) über die Extremitäten der Perissodaktylen, von Joseph Weber (32) über die Artiodaktylen und andere mehr. Beide fanden, daß es eine wahre Symmetrie der entsprechenden Extremitäten der linken oder rechten Seite nicht gibt, daß aber auch die Asymmetrie durchaus nicht konstant zu Gunsten der einen oder anderen Seite auftritt wie beim Menschen.

Bei den schon weiter oben erwähnten Untersuchungen Gaupps (10) über die Frage der Symmetrie oder Asymmetrie der menschlichen Extremitätenknochen wurden auch andere Säugetiere mit in den Kreis der Betrachtung gezogen und dabei die bemerkenswerte Tatsache gefunden, die der Verfasser auf S. 15 selbst mit folgenden Worten wiedergibt: „Bei einer grösseren Anzahl von Vierfüßlern, mehreren

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Hunden nebst verwandten Tieren, einigen Repräsentanten des Katzengeschlechts, beim Jaguar, Panther, Luchs, bei Procyon Lotor, bei Lutra ergab sich stets eine gleiche Länge der entsprechenden Extremitätenknochen auf beiden Seiten."

Da meine Untersuchungen, die ich daraufhin an einer erheblichen Zahl von den verschiedensten Caniden vorgenommen habe, aber ein ganz anderes Resultat ergaben, glaube ich auf diesen Punkt etwas näher eingehen zu müssen. Ich beschränke mich an dieser Stelle auf die Besprechung von Humerus, Radius und Ulna, sowie Femur, Tibia und Fibula, da die Carpal- und Tarsalknochen für die hier gewünschten Vergleichungen nur sehr selten genau gemessen werden konnten. Denn einesteils machte dies die Montage fast zur Unmöglichkeit, anderenteils aber die sich beinahe immer an den feinen Hand- und Fußknochen befindlichen Bänder und sonstigen Gewebe.

Auf die Angabe der erhaltenen Maße glaube ich ganz verzichten zu können, da ja doch lediglich das Resultat von einigem Interesse sein wird.

Ehe ich aber auf das Ergebnis selbst zu sprechen komme, muß ich noch eine kurze Erläuterung der Art und Weise vorausschicken, wie die Maße für die nun folgende Abhandlung gewonnen wurden. Zur Bestimmung der Humeruslänge wählte ich einesteils am proximalen Ende die höchste Spitze des Tuberculum major, anderenteils am distalen Ende den tiefsten Punkt des Condylus lateralis. Die Radiuslänge berechnete ich vom höchsten Punkte der proximalen Gelenkfläche, da wo der dorsale und laterale Rand zusammenstoßen, bis zu dem tiefsten Punkte des medialen, meist sehr scharf vorspringenden Höckers. Der Femur ergibt sich leicht aus dem Abstande der höchsten Spitze des Trochanter major bis zum distalen Ende des Condylus lateralis, und die Tibia habe ich so gemessen, daß ich die Entfernung des am meisten proximal gelegenen Punktes des Condylus medialis und des am weitesten distal gelegenen Punktes des Malleolus medialis ermittelte. Auf die Bestimmung der Länge von Ulna und Fibula brauche ich nicht weiter einzugehen, da sie sich ohne weiteres ergibt. Indem ich nun zur Besprechung der Ergebnisse übergehe, die sich aus den soeben erwähnten Messungen ergeben haben, muß ich zuerst die einzelnen Extremitätenknochen berücksichtigen, an zweiter Stelle aber deren Gesamtlänge.

Die von mir an den Humeri von 68 erwachsenen Caniden vorgenommenen Messungen boten folgendes Bild dar. Unter der Voraussetzung, daß ich hier, wie auch bei allen noch folgenden Maßen, Differenzen von $^1/_2$ mm und weniger vernachlässigte, ein Faktor, der recht gut auf das Konto von geringen und oft kaum zu vermeidenden Fehlern zu setzen ist, fand ich, daß in 26 Fällen Gleichheit herrschte, daneben aber bei 23 Exemplaren der linke, und bei 19 der rechte Humerus länger war. Der Anteil, den die einzelnen Arten von Caniden hieran hatten, war so verschieden, daß ich mich veranlaßt sehe, auch diese Zahlen kurz anzugeben. Bei Füchsen fand ich 5mal Gleichheit,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

3 mal links und 1 mal rechts überwiegend. Bei Schakalen war in keinem Falle Gleichheit, dagegen 3mal links und 1mal rechts größer.

Bei Wölfen fand ich 5mal Gleichheit, 7mal links und 1mal rechts länger. Bei den Hunden war 16mal Gleichheit, 10mal der linke und 16mal der rechte Humerus praedominierend. Die verschiedenen Hundearten wichen aber außerdem noch sehr erheblich von einander ab, denn bei Doggen fand ich 6mal Gleichheit, 1mal links und 1mal rechts größer. Bei Windhunden war 2mal Gleichheit, während die rechte Seite in 3 Fällen überwog. Bei den Dingos konnte 4mal Gleichheit 3mal ein Übergewicht des linken und in ebenso viel Fällen ein solches des rechten Humerus konstatiert werden. Die höchsten Differenzen in Bezug auf den Längenunterschied des Oberarmbeins waren 4,1; 2,4; 2mal 2,1; 13mal über 1mm.

Die Untersuchungen an den Speichen von 64 Caniden hatte folgendes Ergebnis, das ich zwecks Raumersparnis und besserer Übersicht zahlenmäßig zusammenstellen werde.

	Gleichheit	links länger	rechts länger
Caniden überhaupt	26	21	17
Füchse	5	5	—
Schakale	2	1	1
Wölfe	4	4	4
Hunde überhaupt	15	11	12
Doggen	1	4	3
Windhunde	3	2	—
Dingo	5	—	2

Die höchsten Differenzen betrugen 5,3; 3,5; 3,1; 2,9; 2,8; 2,1 und 15 mal über 1 mm.

Die Messungen an der Ulna konnte ich auf 55 ganze Skelette ausdehnen und kam dabei zu folgendem Resultat.

	Gleichheit	links länger	rechts länger
Caniden überhaupt	11	26	18
Füchse	4	1	1
Schakale	—	1	1
Wölfe	1	8	5
Hunde überhaupt	6	16	11
Doggen	3	1	2
Windhunde	—	3	1
Dingo	—	2	3

Die größten Differenzen waren 3,6; 3,4; 2,8; 2,7; 2,4; 2,1 und 17mal über 1 mm.

Die Längenbestimmung der Femora von 71 Skeletten ergab das folgende Bild.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	Gleichheit	links länger	rechts länger
Caniden überhaupt	33	23	15
Füchse	5	1	2
Schakale	2	3	—
Wölfe	9	6	3
Hunde überhaupt	17	13	10
Doggen	3	3	—
Windhunde	2	3	1
Dingo	4	1	2

Die größten Differenzen zwischen zwei Femora desselben Individuums waren 2,7; 2,6; 2,5; 2,4; 2,1 und 20mal über 1 mm.

Mit der nötigen Genauigkeit konnte ich die Schienbeine von 70 ganzen Canidenskeletten messen und kam dabei zu folgendem Ergebnis.

	Gleichheit	links länger	rechts länger
Caniden überhaupt	24	21	25
Füchse	1	4	3
Schakale	1	2	2
Wölfe	5	7	6
Hunde überhaupt	17	8	14
Doggen	1	1	4
Windhunde	2	—	4
Dingo	7	—	—

Die größten Differenzen waren 5,2; 4,0; 3,7; 3,4; 2,8; 2,7; 2,2 und 27 mal über 1 mm.

Bei Untersuchungen der Fibula von 45 Skeletten stellte sich folgendes heraus:

	Gleichheit	links länger	rechts länger
Caniden überhaupt	12	17	16
Füchse	—	2	2
Schakale	1	1	1
Wölfe	2	2	5
Hunde überhaupt	9	12	8
Doggen	2	2	2
Windhunde	1	3	2
Dingo	1	2	—

Die größten Differenzen waren 3,3; 2,9; 2,6; 2,4; 2,3; 2,2; und 13 mal über 1 mm.

Indem ich prozentual den Anteil für die einzelnen Extremitätenknochen berechnete, ergab sich folgendes Bild.

Gleichheit		links länger		rechts länger	
Femur	46%	Ulna	47%	Tibia	36%
Radius	40%	Fibula	38%	Fibula	35%
Humerus	39%	Radius	33%	Ulna	33%

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	Gleichheit		links länger		rechts länger
Tibia	34%	Humerus	32%	Humerus	29%
Fibula	27%	Femur	32%	Radius	27%
Ulna	20%	Tibia	30%	Femur	22%

Überblickt man diese Ergebnisse und Ausführungen als Ganzes, ohne auf die Zusammenstellung der einzelnen Knochen einzugehen, so findet man, daß sehr wohl eine Längengleichheit zweier entsprechender Extremitätenknochen vorkommt, aber selbst im günstigsten Falle noch nicht in 50% zu beobachten ist, während im ungünstigsten Falle dieser Anteil auf 20% sinkt. Sieht man von diesen Schwankungen, die sich bei größerem Material wahrscheinlich noch mehr reduzieren würden, ab, so kann man sagen, daß in etwa ein Drittel der Fälle zwei homologe Extremitätenknochen gleich sind, und daß in ziemlich derselben Anzahl einmal die linke und einmal die rechte Seite länger sein wird. Irgendwelches gesetzmäßige Auftreten der Asymmetrie zu Gunsten einer Körperhälfte, wie man dies beim Menschen festgestellt hat, habe ich nicht bestimmt beobachten können, wenn auch vieles bei den Füchsen, Wölfen und Schakalen darauf hindeutet, daß die linke Seite weitaus mehr bevorzugt zu sein scheint als die rechte. Daneben aber waren die Unterschiede innerhalb der einzelnen Arten, sowohl von wilden als auch domestizierten Caniden derartig groß, daß dieser Punkt zur Beantwortung eines noch weit umfangreicheren Materials bedürfte.

Alsdann bin ich der Frage nähergetreten, ob das Geschlecht irgendwelchen Einfluß auf die Entwicklung von Ungleichheiten der Extremitätenknochen hat und habe gefunden, daß dies durchaus zu verneinen ist, denn bei beiden Genera habe ich, sowohl was Größe als auch Häufigkeit der Differenzen anbetrifft, alle Abstufungen erkennen können.

Zu einem etwas anderen Ergebnis bin ich gekommen, als ich feststellen wollte, ob die Domestikation vielleicht in diesem oder jenem Sinne Einwirkungen verspüren läßt. Ich konnte zwar bemerken, daß unter Zusammenfassen aller wild lebenden Caniden einerseits und aller domestizierten Arten andererseits das Verhältnis von Gleichheit zu Ungleichheit auf die Gesamtzahl der Extremitätenknochen bezogen bei beiden Gruppen annähernd dasselbe war, nämlich 1 : 2, daß sich aber bei der Betrachtung der einzelnen Arten der Knochen wesentliche Unterschiede ergeben, insofern, als bei den wilden Caniden das Übergewicht, wenn überhaupt Ungleichheit herrscht, viel häufiger auf der linken Seite vorhanden zu sein scheint. War doch, um nur einige Beispiele zu geben, der Humerus in 13 Fällen links größer, aber nur in drei Fällen rechts; der Femur ebenfalls bei 10 wilden Caniden links und nur bei dreien rechts länger, während sich bei den domestizierten Hunden mehr ein Ausgleich bemerkbar machte, dergestalt, daß die Verlängerung bald links, bald rechts zu konstatieren war. Ob die scheinbare Konstanz bei den wilden Caniden tatsächlich vorhanden oder ob sie zufällig durch das hier benutzte Material

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

entstanden ist, kann nur durch Vergleich mit den Zahlen anderer Messungen festgestellt werden.

Bis jetzt war immer nur von je zwei sich entsprechenden Extremitätenknochen die Rede, sodaß ich mich also noch der Betrachtung ihrer Gesamtlänge zuwenden muß, ein Punkt, der für die Lokomotion von weit größerem Interesse als die Längensymmetrie der einzelnen Knochen ist. In dieser Hinsicht nun wird das Bild mit einem Schlage ein ganz anderes, denn während die einzelnen Knochen doch immerhin noch durchschnittlich in $^1/_3$ der Fälle Gleichheit zeigen, kann von einer wahren Längensymmetrie der Extremitäten, das heißt Gleichheit sämtlicher Knochen der einen mit denen der anderen Seite, überhaupt keine Rede sein. Selbst in dem Falle, daß ich wie oben kleinere Differenzen vernachlässigte, fand ich nur ein Individuum, einen Mops, der diesen Bedingungen annähernd entsprach.

Bovor ich näher auf das Ergebnis meiner Untersuchungen über die Längenasymmetrie der ganzen Extremitäten eingehe, muß ich dem Vorbilde Guldbergs folgend, einiges über die von diesem Forscher aufgestellten Hauptarten der Asymmetrie vorausschicken. Guldberg (14), der sich mit dieser Frage eingehend beschäftigt hat, und auf dessen Ergebnisse ich, soweit sie in den Rahmen dieser Arbeit gehören, an späterer Stelle zurückkommen muß, unterscheidet eine wahre Längensymmetrie, eine kreuzweise Asymmetrie (dyssymétrie croisée), eine ausgleichende Asymmetrie (dyssymétrie compensatoire) und eine wahre Asymmetrie oder dyssymétrie réelle. Von wahrer Asymmetrie spricht man in allen den Fällen, wo die Summe der Abweichungen der entsprechenden Extremitätenknochen sowohl vorn als hinten entweder ganz zu Gunsten der rechten oder der linken Seite auftritt. Unter gekreuzter Asymmetrie sind alle jene Fälle zusammengefaßt, bei denen an den Vorderextremitäten das Übergewicht auf der einen Seite vorhanden ist, bei den Hinterextremitäten dagegen auf der entgegengesetzten Seite. Mit einer ausgleichenden Asymmetrie hat man es dann zu tun, wenn die Differenzen der einzelnen Knochen der linken und der rechten Seite so beschaffen sind, daß die Gesamtlänge der Extremitäten sich sowohl vorn als auch hinten entweder ganz oder wenigstens zum größten Teil ausgeglichen hat.

Was nun die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Arten von Symmetrie oder Asymmetrie anbetrifft, so bin ich auf Grund meiner Messungen zu folgendem Ergebnis gekommen. Ich fand von 46 Caniden, die sich für diese Untersuchung als geeignet herausgestellt hatten, annähernd wahre Symmetrie in einem einzigen Falle, ausgleichende Asymmetrie in drei Fällen, gekreuzte Asymmetrie bei dreizehn und wahre Asymmetrie bei 29 Exemplaren. Bei letzteren war 14mal die Differenz zu Gunsten von links und 15mal zu Gunsten von rechts zu konstatieren, während sich bei der gekreuzten Asymmetrie in 9 Fällen hinten rechts und vorne links, in 4 Fällen aber hinten links und vorne rechts als länger erwies. Vergeblich habe ich auch hier versucht, je nach Art der Caniden, ihrem Geschlecht, Domestikation usw. irgendwelche Konstanz oder Gesetzmäßigkeit aufzufinden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Beträge, um welche die eine Seite länger oder kürzer ist, sind natürlich sehr verschieden, halten sich aber im Durchschnitt zwischen 1,5 und 3 mm, wenn auch größere Differenzen bis zu 5, ja bis 8 mm mehrfach zu beobachten waren. Sehr auffallend ist vor allem die überaus geringe Häufigkeit der ausgleichenden Asymmetrie, trotzdem man die Tendenz einer gewissen Kompensation der Differenzen beständig angedeutet findet. Das eine aber glaube ich aus meinen Messungen unbedingt klar ersehen zu können, daß man es recht wohl als Regel hinstellen kann, daß bei den Caniden die Extremitäten der einen Seite diejenigen der andern Seite an Länge zu überragen pflegen.

Zu demselben Ergebnis ist auch Gustav A. Guldberg (14) gekommen, dessen Werk über die morphologische und funktionelle Asymmetrie beim Menschen und den höheren Wirbeltieren ich allerdings erst am Schlusse meiner Untersuchungen erhalten konnte. Da dieser Forscher meines Wissens der einzige ist, bei dem ich überhaupt genauere Angaben und sogar einige Zahlenangaben über den von mir zu behandelnden Stoff fand, so möchte ich in aller Kürze dessen Untersuchungen mitteilen. Der Bruder Guldbergs (12) hatte durch physiologische Experimente, die er in großer Zahl an den verschiedensten Tiergattungen vornahm, und gestützt auf anderweitige gelegentliche Beobachtungen, festgestellt, daß der Mensch sowohl als auch viele höhere Tiere eine sehr große Fähigkeit besitzen, zu ihrem Ausgangspunkte zurückzukehren, auch dann, wenn diejenigen Sinne ausgeschaltet sind, die sonst zur Orientierung benutzt werden. G. A. Guldberg unterschied nun eine „locomotion circulaire physiologique et biologique", je nachdem die Sinne, die bei der Bewegung in Betracht kommen, bei dem Versuchsobjekt künstlich außer Tätigkeit gesetzt werden oder nicht. Die zweite Art, die von den Individuen im freien Leben ausgeführt wird, nennt er „course en rond" und sagt von dieser: „ce retour instinctif des jeunes au point de séparation est pour eux une condition absolument vitale au début de leur existence, alors qu'ils seraient perdus, s'ils n'avaient pas leurs parents." Guldberg ist also der Ansicht, daß die so oft bei jungen Tieren beobachtete Fähigkeit, die Eltern wieder zu finden, von denen sie durch Verirren oder absichtlich getrennt wurden, auf dieser biologischen Zirkulationsbewegung beruht. Man hat sich darunter allerdings keinen Kreis oder Ellipse vorzustellen, sondern vielmehr unregelmäßige Vielecke, deren Seiten aus einer Anzahl von mehr oder weniger stark gebogenen Linien bestehen.

Der Verfasser erläutert dann, in welcher Weise er die Versuche ausgeführt hat, und sei es mir hier gestattet, dieselben kurz anzugeben, soweit sie an Hunden unternommen wurden. Bei einem 4-monatlichen Hunde beobachtete man nach Elimination von Seh-, Gehör- und Geruchsorganen, daß derselbe beständig Zirkularbewegungen von links nach rechts ausführte und konnte nachher durch genaue Untersuchung der Extremitätenknochen eine Längendifferenz zu Gunsten der linken Seite um 1 mm feststellen. Bei den weiterhin

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

untersuchten jungen Exemplaren verschiedenen Alters fand ebenfalls eine Zirkularbewegung statt, und zwar in einigen Fällen nach links, in anderen nach rechts. Interessant aber ist die Tatsache, dass die Bewegung immer Hand in Hand ging mit einem Überwiegen der Knochen und Muskeln der betreffenden Seite.

Wenn nun Guldberg selbst auf Seite 26 glaubt: „Man wird vielleicht sagen, daß die Untersuchungen, von denen ich sprechen will, nicht die Allgemeinheit der Asymmetrie beweisen" und dann fortfährt, „Und in der Tat die gefundenen Differenzen können zufällig sein, und außerdem die Zahl der Individuen ein und derselben Gattung, die in den Kreis der Betrachtungen gezogen sind, ist zu sehr beschränkt, zuweilen nur auf ein einziges Exemplar ausgedehnt", so glaube ich, daß es sehr wohl erwünscht sein könnte, die Häufigkeit oder gar Allgemeinheit der Asymetrie weiterhin zu verfolgen. An der Übereinstimmung von funktioneller und morphologischer Asymmetrie kann bei den zahlreichen Bestätigungen, die die Untersuchungen Guldbergs erbracht haben, kein Zweifel mehr aufkommen, und was die Häufigkeit anbetrifft, so glaube ich aus meinen vorhergehenden Ausführungen und Messungen zu dem Schlusse berechtigt zu sein, daß die morphologische Asymmetrie der Extremitätenknochen als allgemein bestehend angenommen werden muß.

Schon schwieriger gestaltet sich die Antwort auf die Frage, wann tritt diese Asymmetrie auf, und ist die morphologische Asymmetrie die Folge oder die Ursache der funktionellen Ungleichheit der beiderseitigen Extremitäten?

Während Heuss, gestützt auf seine Beobachtungen an Pferden zu der Ansicht neigt, daß die Asymmetrie eine Folge der ungleichen Funktion der Extremitäten ist, scheint Guldberg auf dem Standpunkt zu stehen, daß wohl eher das Gegenteil der Fall ist, also die funktionelle Ungleichheit durch die morphologische bedingt ist.

In der Absicht, diese Frage ein klein wenig ihrer Lösung zu nähern, habe ich die Untersuchung von Embryonen und ganz frisch geworfenen Hunden verschiedener Rassen begonnen. Wenn es auch an und für sich schon bei den kleinen Dimensionen junger Exemplare recht schwierig und zeitraubend ist, Maß- und Gewichtsbestimmungen vorzunehmen, so ist dies bei meinen Feststellungen ganz besonders der Fall, da ja die Verknöcherung in einem so frühen Stadium noch lediglich auf die Diaphyse beschränkt ist. Um nun nach Möglichkeit Trugschlüsse zu vermeiden, habe ich drei Methoden zur Anwendung gebracht, die eine gegenseitige Kontrolle erlauben. Zuerst habe ich die frisch herauspräparierten Extremitätenknochen in ihrer ganzen Länge, also mit den knorpeligen Epiphysen möglichst genau gemessen, und zwar diejenigen der linken und rechten Seite zu verschiedenen Zeiten. Um jede Beeinflussung durch die Masse der entsprechenden Knochen auszuschalten, habe ich die Notizen gesondert aufgezeichnet und dabei gesehen, daß diese Messungen trotz der Knorpelepiphysen recht genau ausgeführt werden können, denn ich fand niemals eine Differenz von mehr als 0,25 mm, die auf das Konto von Ungenauigkeit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Messung zu setzen war, ohne daß sie etwa auch durch die Ergebnisse der beiden anderen Untersuchungsarten bestätigt worden wäre.

Die zweite Methode bestand darin, daß ich dieselben Knochen nach den Angaben Gaupps in 5%ige Kalilauge legte, um auf diese Weise die Epiphysen und alle noch anhaftenden Sehnen und Muskelansätze zu beseitigen.

Nach Verlauf etwa eines halben Tages konnte ich dies leicht und ohne Verletzung der knöchernen Diaphyse ausführen und habe dabei dieselben Erfahrungen wie Gaupp gemacht, daß nämlich bei vorsichtigem Gebrauch und nicht übermäßig langer Wirkung der Lauge ein Zerfallen oder Brüchigwerden der knöchernen Teile recht gut vermieden werden kann. Nach gründlichem Wässern und Trocknen an der Luft habe ich diese so präparierten Diaphysen einesteils gemessen und anderenteils gewogen. Zum Belege meiner später zu ziehenden Schlüsse möchte ich nun hier die Ergebnisse der Maß- und Gewichtsbestimmungen mitteilen, wie ich sie auf Grund der soeben angegebenen drei Untersuchungsmethoden erhalten habe. [Tabelle I u. II.]

Tabelle I,

Längenmessungen mit den Epiphysen, in mm angegeben.

	Humerus		Radius		Femur		Tibia	
	l	*r*	*l*	*r*	*l*	*r*	*l*	*r*
Barzoi, frisch geworfen	36.5	36.4	31.2	31.3	36.5	36.5	32.7	32.8
Neufundländer I, „ „	34.5	34.6	27.8	27.9	31.5	32.0	28 3	27.8
Neufnndländer II, „ „	33.8	33.9	27.3	27.4	31.8	31.9	29.3	29.4
Schnürpudel, „ „	32.7	33.1	25.8	25.7	31.8	31.9	29.2	29.1
Schottischer Terrier, „ „	35.8	35.8	28.8	29.0	34.2	34.0	30.2	30.4
Dachshund „ „	26.2	26.2	20.9	21.0	25.1	25.0	22.5	22.6
Dachshund, Embryo	23.8	24.0	19.4	19.2	23.3	23.6	20.7	20 8
Fox-Terrier, „	20.8	20.9	17.6	17.5	20.0	—	18.9	18.7

Ich war mir sehr wohl bewußt, daß jede der drei Untersuchungsarten so beschaffen ist, daß man für absolute Fehlerfreiheit natürlich nicht einstehen kann; wenn nun aber die Abweichungen in jeder der obigen Tabellen in ziemlich beträchtlicher Größe wiederkehren, so kann man, glaube ich, dieselbe recht gut als wirklich vorhanden hinstellen. Wenn Gaupp auf S. 33 allerdings sagt, daß man Differenzen von 0,05 g, das ist etwa 4 % des Gewichtes, als durch nicht kontrollierbare Zufälligkeiten bedingt, vernachläßigen soll, so müßte ich hier auf Gewichtsbestimmungen ganz verzichten; denn da im Höchstfalle die von mir untersuchten Knochen kaum $^3/_4$ g schwer sind, dürfte ich nur Differenzen von etwa 25 mg wirklich in Rechnung setzen. Beim Radius, Tibia und vollends bei den kleineren Hundearten wäre dies aber oft bis 10 % des Gesamtgewichts, sodaß ich mich dazu entschließen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zu können glaubte, auch geringere Differenzen als die oben angegebenen zu berücksichtigen.

An Embryonen hatte ich leider nur zwei Stück erhalten können, von einem Dachshund und einem Fox-Terrier, sodaß neben der Schwierigkeit der Untersuchung auch noch das spärliche Material es angezeigt erscheinen läßt, die Ergebnisse mit einiger Vorsicht zu behandeln. Mit absoluter Sicherheit möchte ich daher nicht behaupten, daß schon embryonal asymmetrische Verhältnisse zu konstatieren waren, aber ebensowenig ist damit der Beweis erbracht, daß Differenzen in jenem Zustande nicht doch schon vorhanden sind.

Letzteres wird noch obendrein unwahrscheinlich, wenn man bedenkt, daß die Untersuchungen der frisch geworfenen Exemplare ein ganz anderes Bild ergeben, auf das ich daher etwas näher eingehen möchte.

Bei dem jungen Windhunde erwies sich der linke Humerus in jedem Falle als ein wenig länger im Vergleich zu seinem Partner, ein Verhalten, das sich sowohl zu gunsten des rechten Radius als

Tabelle II.

Längenmessungen in mm und Gewichtsbestimmungen in mg derselben Knochen ohne Epiphysen.

	Humerus				Radius				Femur				Tibia			
	Länge		Über-gewicht		Länge		Über-gewicht		Länge		Über-gewicht		Länge		Über-gewicht	
	l	*r*	*l*	*r*	*l*	*r*	*l*	*r*	*l*	*r*	*l*	*r*	*l*	*r*	*l*	*r*
Barzoi, frisch geworfen . . .	28.4	28.2	10	—	24 2	24.4	—	13	27.3	27.3	2	—	26.1	26.3	—	8
NeufundländerI, frisch geworfen	24.8	24.8	—	4	20.9	21.1	—	8	23.2	23.4	—	10	22.5	22.4	—	—
NeufundländerII, „ „	25.4	25.3	—	5	21.0	20.9	6	—	23.8	24.0	—	20	22.5	22.7	—	9
Schnürpudel, „ „	23.7	24.3	—	25	19.8	19.8	—	—	23.0	23.3	—	20	21.7	21.7	—	—
Schottischer Terrier, frisch geworfen	26.0	26.0	3	—	21.6	21.7	—	5	24.8	24.1	15	—	22.8	22.8	2	—
Dachshund, frisch geworfen .	18.1	18.0	—	3	14.4	14.4	2	—	18.4	18.2	5	—	16.2	16.1	3	—
Dachshund, Embryo	17.8	17.8	—	—	14.5	14.5	4	—	17.2	17.3	—	—	15.9	15.9	4	—
Fox-Terrier, „	14.4	14.3	—	—	13.5	13.5	—	2	13.0	—	—	—	13.8	13.8	—	—

auch der rechten Tibia wiederholte. Beim neugeborenen Neufundländer I war der rechte Radius und der rechte Femur, beim Neufundländer II dagegen der rechte Femur und die rechte Tibia verlängert. Sehr auffallend groß war das Überwiegen des rechten Humerus und Femur beim jungen Schnürpudel, und ebenfalls unverkennbar die bevorzugte Stellung des linken Femurs beim frisch geworfenen schottischen Terrier. Wenn ich zum Schluß noch auf die größere Länge und Gewicht des linken Oberschenkelbeins vom Dachshund hinweise, so glaube ich damit diejenigen Differenzen hervorgehoben zu haben, die sich mit einiger Sicherheit feststellen ließen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Sollte auch wohl das eine oder andere von diesen Ergebnissen durch das Zusammentreffen verschiedener unvermeidlicher kleiner Fehler beeinflußt worden sein, so glaube ich dennoch den Schluß ziehen zu dürfen, daß die Asymmetrie, die im späteren Leben eine so gewichtige Rolle spielt, bereits bei der Geburt angelegt ist, und nicht erst postembryonal erworben wird, wie man bis jetzt fast allgemein annahm. Warum sollte es auch bei den höheren Tieren so viel anders sein als beim Menschen, über den schon Hyrtl (18) in seinem Handbuch der topographischen Anatomie sagt, daß nicht der angestrengtere Gebrauch der rechten oberen Extremität, wohl aber eine ursprüngliche Ungleichheit der Muskelmassen zu deren Gunsten der rechten Seite eine auffallende Prävalenz über die linke gibt. Außerdem weiß man heute, daß die Linkshändigkeit ebenfalls vererbbar und angeboren ist, und daß sie einhergeht mit einem Übergewicht derselben Extremität, so daß man fast immer vergebens versuchen wird, den betreffenden Kindern den vorwiegenden Gebrauch der rechten Hand anzugewöhnen. E. Gaupp hat zwar an Neugeborenen keine Verschiedenheiten feststellen können, ein Ergebnis, dem dasjenige von P. Harting (15) und F. Theile (29) allerdings sehr widerspricht, die zu einem ähnlichen Resultat gekommen sind, wie es sich auch aus meinen Untersuchungen ergibt. Gegenüber den Caniden besteht aber insofern ein erheblicher Unterschied, als bei diesen die Praevalenz nicht konstant rechts vorn und links hinten angetroffen wird, sondern wechselnd, bald auf der einen und bald auf der entgegengesetzten Seite.

Als Erklärung der vorwiegenden Rechtshändigkeit beim Menschen hat man die Tatsache angegeben, daß die rechte Arteria subclavia näher am Herzen aus der Aorta entspringt als die linke Subclavia, und daß daher der rechte Arm eine günstigere Blutversorgung habe. Ob und wieweit solche Gesichtspunkte bei den Caniden die Ursache der wechselnden Bevorzugung abgeben können, ist allerdings ein Punkt, auf den näher einzugehen sehr interessant wäre, auf den ich mich aber aus naheliegenden Gründen an dieser Stelle nicht habe einlassen können.

Eine schon weiter oben angeschnittene Frage harrt jedoch noch der Beantwortung, und zwar, ob die als so allgemein festgestellte Asymmetrie der Bewegungsorgane die Folge oder die Ursache der funktionellen Asymmetrie ist. Die Antwort darauf ergibt sich leicht aus den vorhergehenden Betrachtungen, denn da die morphologische Ungleichheit bereits bei so jungen Tieren vorhanden ist, welche überhaupt zum Gebrauch und zu etwaiger vorwiegender Benutzung gewisser Extremitäten noch nicht haben kommen können, so muß sich notwendigerweise als Folge der angeborenen und vererbten morphologischen Asymmetrie ein Unterschied in der Belastung der beiden Körperhälften, also eine funktionelle Asymmetrie ergeben, die dann ihrerseits wieder die Ursache der Zirkularbewegungen abgibt.

* * *

Nachdem ich mein Untersuchungsmaterial vom Standpunkte der Symmetrie oder Asymmetrie und der sich daraus ergebenden Gesichts-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

punkte genügend betrachtet zu haben glaube, will ich mich näher auf die bei den Caniden zu beobachtenden Verhältnisse der verschiedenen Extremitätenknochen zueinander einlassen. Eine ganze Reihe von Fragen stürmt gegen uns los, sobald man nur anfängt sich ein klein wenig damit zu beschäftigen. Wenn ich nur kurz die hauptsächlichsten von ihnen andeuten soll, so sind vor allem folgende zu erwähnen. Ist das Längenverhältnis der Extremitätenknochen bei allen Caniden ganz oder wenigstens ziemlich gleich? Wenn nicht, ist es innerhalb der einzelnen Rassen und Gruppen konstant, aber gegeneinander verschieden? Wie sind die Verhältnisse im Jugendzustand, und wie erklären sich die erheblichen Differenzen bei den verschiedenen Arten?

Ehe ich an die Beantwortung der ersten Frage herantreten und überhaupt einen Vergleich ziehen konnte, habe ich sämtliche für die Längen der einzelnen Extremitätenknochen gefundene Zahlen auf die Einheit des Humerus gleich 100 umgerechnet. Alsdann habe ich diese Maße von etwa 155 Caniden in drei Tabellen zusammengestellt, auf deren Wiedergabe ich allerdings verzichten will, um mich mit einer kurzen Betrachtung der dadurch gewonnenen Resultate zu begnügen. Schon ein flüchtiger Blick auf diese Zusammenstellung genügte, um mir zu zeigen, daß von einer auch nur annähernden Gleichheit in den Längenverhältnissen der Extremitätenknochen bei sämtlichen Caniden keine Rede sein kann, auch wohl kaum erwartet werden konnte. Schwankte doch die relative Länge des Radius bei den verschiedenen Arten zwischen 84 und 109, die der Ulna zwischen 98 und 126, die des Metacarpus zwischen 31 und 47, während der Femur ein Maximum von 116 und ein Minimum von 100 aufwies, die Tibia sich aber in den Grenzen von 97 bis 124, die Fibula von 94 bis 117 bewegte, und der Metatarsus zwischen 38 und 52 schwankte.

Schon bedeutend schwieriger dagegen gestaltet sich die Antwort auf die Frage, ob nicht eine Konstanz der Längenverhältnisse innerhalb der Rassen oder Arten festzustellen sei, und zwar so, daß dieselben gegeneinander ein verschiedenes Verhalten zeigen. Wieweit dies zutrifft, möchte ich in den folgenden Zeilen kurz auseinandersetzen. Als die bei weitem am besten charakterisierte und gegen alle anderen Caniden vollkommen abgeschlossene Gruppe erweist sich diejenige der Füchse, die infolge ihres verkürzten Radius, des nicht sehr langen Femurs und vor allem durch die verhältnismäßig sehr große Tibia mit keinem anderen Vertreter irgendeiner Canidenart verwechselt werden kann.

Schon lange nicht mehr so eng umschrieben präsentieren sich die Schakale, was nicht nur in der wechselnden Größe von Femur und Tibia, als auch gerade bei der Radiuslänge zum Ausdruck kommt, Verhältnisse wie sie in noch weit größerem Maße die Wölfe zeigen, die in ihren verschiedenen Arten und Variationen so erhebliche Differenzen aufweisen, daß von irgendwelchen charakteristischen Merkmalen in Bezug auf die Längenverhältnisse wohl nicht gesprochen werden kann. Eigentümlich scharf abgegrenzt dagegen sind die Gattung *Cyon* einerseits und *Lycaon* andererseits, die beide so konstante und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von den übrigen Caniden so abweichende Verhältniszahlen besitzen, daß man sie gut als gesonderte Arten herauszunehmen vermag. Die eigentlichen Hunde als Ganzes zu betrachten, würde von vornherein recht zwecklos sein, denn im Laufe der Zeiten sind durch die künstliche Zucht gerade auf diesem Gebiete derartige Verschiedenheiten und Anormalitäten herangezüchtet worden, daß nur ein Vergleich der Rassen oder Arten gegeneinander möglich ist. Aber auch hierbei stößt man auf sehr erhebliche Schwierigkeiten, weil sich dadurch, daß die einzelnen Vertreter der großen Gruppen der Doggen, Windhunde, Jagdhund- u. a. m., wenn sie in ein Milieu oder Lebensweise gebracht werden, die ihnen ursprünglich nicht angehört, derartige Übergänge gebildet haben, daß z. B. die an der unteren Grenze der Windhunde stehenden Exemplare mit solchen von den Neufundländern durchaus keine scharfe Grenze mehr bilden, ein Verhalten, das sich innerhalb der großen Rassengruppen beständig wiederholt. Eine Ausnahme von dem soeben Gesagten machen nur die Dachshunde, bei denen man allerdings meist sofort imstande ist, auf Grund der Längen-Verhältniszahlen der Extremitätenknochen ihre Zugehörigkeit festzustellen. Bis zu einem gewissen Grade ist dies auch noch bei den Dingos der Fall, eine Gruppe, die außerordentlich übereinstimmende Verhältniszahlen bei den einzelnen Individuen zeigt. Fand ich doch, daß bei fünf von sieben Dingos der Radius um ein ganz geringes kürzer war als der Humerus, während der Femur sich beständig um 113 hielt und die Tibia sich ebenfalls wenig von 108 entfernte. Vor allem dieses letzte Verhalten, daß nämlich die Tibia durchweg kürzer zu sein pflegt als der zugehörige Femur, ist früher immer als ein Charakteristikum der Dingos angesehen worden, das diese Art von allen anderen Caniden unterscheiden sollte. Daraus hat man dann Schlüsse über die Abstammung und Verwandtschaft des Dingos gezogen, die wohl nicht ganz berechtigt erscheinen, — wenigstens nicht allein auf Grund dieses Verhaltens — wenn man bedenkt, daß heute eine ganze Anzahl Caniden bekannt sind, die diese relative Verkürzung der Tibia ebenfalls zeigen, ohne aber sonst mit dem Dingo größere Übereinstimmungen aufzuweisen. So hat unter anderem Kohlbrugge (19) beim *Canis familiaris tenggerana* auf Java gefunden, daß der Femur länger ist als die Tibia, wodurch er sich von allen anderen europäischen Hunden unterscheide. Jentink (19), der diese Ansicht bespricht, weist in einem Artikel darauf hin, daß dies durchaus ebenso beim Dingo der Fall und nicht etwa lediglich dem Tenggerhunde eigentümlich sei, indem er sagt: „With the Dingo of Australia it (Tengger) has in common, that the humerus is longer than the radius and the femur than the tibia, that their origin is absolutely unknown and that it may be regarded like the Dingo as a truly wild and at the same time a true and perfect dog.“ Was den Dingo anbetrifft, so kann ich diese Ansicht Jentinks vollkommen bestätigen, muß aber noch hinzufügen, daß ich bei einer ganzen Reihe von Exemplaren der verschiedensten Caniden dieselben Verhältnisse, teils mehr, teils weniger deutlich ausgedrückt fand. Es genügt wohl an dieser Stelle, wenn ich nur kurz auf die Schakale,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wölfe, Cyon, Lycaon, Dachshund, Mops, Eskimohund hinweise, da ich später noch etwas genauer darauf zu sprechen kommen werde. Aus dieser Tatsache folgt nun ohne weiteres, daß von einer charakteristischen Vererbung, herrührend von dem Urhunde des Dingos, und damit also lediglich auf diesen übergegangen, wohl kaum die Rede sein kann.

Nochmals zurückkommend auf meine Betrachtungen über eventuelle Konstanz der Längenverhältnisse, muß ich sehr einschränken, daß der anfangs von mir eingeschlagene Weg zu einem Ziele führen kann, nämlich auf diese Weise Schlüsse auf Verwandtschaft oder Abstammung ziehen zu können. Die Längen der einzelnen Extremitätenknochen sind eben viel zu sehr von der Lebensweise abhängig, so zwar, daß diejenigen Individuen, welche denselben Ursprung, und damit im allgemeinen auch dieselbe Lebensweise haben, allerdings Parallelen recht gut erkennen lassen, ohne daß dieses aber in einem derartig hohem Grade der Fall wäre, um solche Betrachtungen und daraus resultierende Schlüsse gerechtfertigt erscheinen zu lassen.

Ehe ich mich nun auf die Erklärung der verschiedenen Längenverhältnisse einlassen kann, habe ich mich der Frage zugewandt, wie überhaupt der Zustand bei embryonalen und ganz jungen Tieren ist, und wie sich derselbe im Vergleiche zu erwachsenen Exemplaren derselben Art verändert. Zu diesem Zwecke habe ich mich bemüht, möglichst viel Material auch für diese Betrachtung zu erlangen, was mir aber nicht in dem Maße gelungen ist, als ich es gern gewünscht hätte. Denn trotzdem ich mich an eine große Zahl der bekanntesten zoologischen Gärten und Handlungen wandte, blieb die Zahl auf 10 beschränkt, die ich zumeist der Güte des Herrn Prof. Dr. Studer verdanke. Das Ergebnis der hieran ausgeführten Messungen der relativen Längen gibt die Tabelle III (siehe S. 18) wieder, der ich zum Vergleiche noch die Zahlen der entsprechenden ausgewachsenen Caniden zugefügt habe.

Was die Längenverhältnisse bei den embryonalen und ganz jungen Caniden anbetrifft, so ergibt sich, daß im großen und ganzen Humerus und Femur einerseits, sowie Radius und Tibia andererseits von nicht allzu verschiedener Länge sind, und zwar so, daß der Femur ein wenig kürzer als sein Humerus ist, dafür aber die Tibia den Radius um ein Geringes an Länge zu übertreffen pflegt, sodaß das Verhältnis des Zeugopodiums zum Stylopodium sich gewöhnlich zwischen 8 : 10 und 9 : 10 hält. Noch eins aber wird durch diese Untersuchungen angedeutet, nämlich, daß ursprünglich Humerus und Femur, sowie Radius und Tibia in gleichen Größenverhältnissen angelegt zu werden scheinen, und daß die bedeutenden Längendifferenzen erst postembryonal zur Ausbildung gelangen, je nach den Zuständen, wie sie bei der betreffenden Art gefordert werden. Ich will damit nicht etwa sagen, daß lediglich die größere oder geringere Benutzung, sowie die Art der Bewegung die Ursache dazu sind, sondern ebenfalls vererbte Tendenzen. Ist es doch wohl ausgeschlossen, daß die auffallenden Anklänge, die der dreimonatliche Dingo an die Verhältnisse seiner

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tabelle III.

	Humerus	Radius	Ulna	Femur	Tibia
Barzoi, frisch geworfen	100	86	103	100	90
„ ausgewachsen	100	102	119	110	114
Neufundländer I } frisch geworfen .	100	81	104	93	82
„ II } frisch geworfen .	100	81	105	94	86
„ , ausgewachsen . . .	100	101	113	111	112
Schnürpudel, frisch geworfen . . .	100	80	103	96	88
Pudel, ausgewachsen	100	103	122	107	110
Dachshund, Embryo	100	80	101	98	80
„ , frisch geworfen . . .	100	81	103	104	75
„ , ausgewachsen	100	88	109	108	101
Wolf, neugeboren	100	81	—	99	85
„ ausgewachsen	100	97	116	110	109
Dingo, ca. 3 Monate alt	100	95	—	107	101
„ , ausgewachsen	100	99	—	113	108
Fox-Terrier, Embryo	100	85	106	96	91
Schott. Terrier, einige Tage alt . .	100	81	103	95	85

ausgewachsenen Verwandten zeigt, lediglich auf lokomotorische Ursachen zurückzuführen sind, während anderenteils die große Ähnlichkeit zwischen dem Dachshundembryo und dem jungen Neufundländer auffallen muß, die sich doch später zu den denkbar größten Gegensätzen entwickelt. Die Verhältnisse liegen also wohl so, daß als eigentliche Ursache der Umbildung des Skelettes seine Tätigkeit anzusehen ist, daß sich dann aber allmählich die Vererbung dieser Verhältnisse herausgebildet hat, dergestalt, daß durch diese Vererbung erworbener Eigenschaften der Weg bereits vorgezeichnet und eingeschlagen wird, den die physiologische Tätigkeit später zur weiteren Ausbildung und Vervollkommnung bringt. Daß dies in Wirklichkeit geschieht, war gut an dem Embryo und dem jung geworfenen Exemplar des Dachshundes zu erkennen, die in auffallender Deutlichkeit bereits jene charakteristische Verkrümmung und Drehung der vorderen Extremitätenknochen aufwiesen.

Indem ich nochmals einen Blick auf das embryonale Wachstum der Knochen werfe und von der Tatsache ausgehe, daß Stylopodium vorn und hinten, sowie ebenfalls die Zeugopodien ursprünglich gleich angelegt werden, komme ich zu dem Ergebnis, daß in diesem frühen Entwicklungsstadium das Wachstum nach ganz bestimmten Prinzipien vor sich geht. Ich fand dabei, ähnlich wie Hugo Burtscher (6), daß bei der Vorderextremität der Humerus stärker wächst, als der Radius und ebenfalls der Femur stärker als die Tibia, wenn auch verhältnis-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mäßig nicht in dem Maße als der Humerus. Dafür aber verlängert sich die Tibia relativ schneller als der Radius. Postembryonal ändern sich diese Verhältnisse genau ins Gegenteil, indem der Humerus am langsamsten weiterwächst, etwas mehr der Femur, noch bedeutender der Radius und am meisten die Tibia, sodaß letztere auf diese Weise die Eigenschaft erlangen kann, abgesehen von der Ulna, der gewöhnlich längste Knochen der Extremitäten zu werden. Es sei mir gestattet, diese Behauptung durch einige Angaben zu stützen, die sich aus einem Vergleich zwischen der absoluten Länge der Extremitätenknochen von jungen Exemplaren mit den entsprechenden Zahlen der ausgewachsenen Caniden ergeben. Es verlängert sich z. B. beim Barzoi der Humerus wie 1 zu 6, der Radius wie 1 zu 7, der Femur wie 1 zu 6,6 und die Tibia wie 1 zu 7,5. Beim Neufundländer wächst der Humerus wie 1 zu 6,3, der Radius wie 1 zu 7,9, der Femur wie 1 zu 7,5 und die Tibia wie 1 zu 8,7. Beim Wolf ist das Verhältnis von frisch geworfenen zu ausgewachsenem Exemplar beim Humerus 1 zu 5, 3, beim Radius 1 zu 6,8, beim Femur 1 zu 5,7 und bei der Tibia 1 zu 7,0. Diese soeben angeführten Tatsachen, nämlich daß embryonal die Stylopodien, postembryonal aber die Zeugopodien verhältnismäßig schneller wachsen, gelten allerdings nur dann, wenn man die Caniden als Ganzes betrachtet, während Ausnahmen z. B. beim Dachshunde, wo der Femur postembryonal stärker wächst als der Radius, in einzelnen Fällen ebenfalls zu beobachten sind.

Ich habe weiter oben schon einmal darauf hingewiesen, daß die Ausbildung der verschiedenen Länge von Vorder- und Hinterextremität hauptsächlich postembryonal eintritt, weil vor der Geburt trotz des ungleichen Wachstums der einzelnen Knochen eine gewisse Kompensation der Gesamtlängen der Extremitäten zu erkennen ist. Um dies zu zeigen, habe ich das Verhältnis der Vorder- und Hinterextremität von frisch geworfenen demjenigen von ausgewachsenen Exemplaren gegenübergestellt, so zwar, daß ich, ohne damit einen allzu großen Fehler begangen zu haben glaube, für die Armlänge Humerus und Radius, und für die Beinlänge Femur und Tibia einsetzte. Einige der auf diese Weise ermittelten Verhältniszahlen von Vorder- und Hinterextremität will ich hier anführen und zwar:

Barzoi	frisch	geworfen	100 : 102;	ausgewachsen	100 : 111.
Neufundländer	„	„	100 : 99;	„	100 : 111.
Pudel	„	„	100 : 102;	„	100 : 107.
Dachshund	„	„	100 : 99;	„	100 : 111.
Wolf	„	„	100 : 101;	„	100 : 111.

Welches sind nun die Ursachen dieser postembryonal auftretenden erheblichen Differenzen in dem Längenverhältnis sowohl der einzelnen Extremitätenknochen, als auch der ganzen Extremitäten? Wie ich schon früher angedeutet habe, glaube ich, daß die Gründe hauptsächlich physiologisch-biologischer Natur sind, ein Gegenstand, der wohl wert ist, etwas eingehender betrachtet zu werden. Ich habe mich vergebens bemüht, über diesen doch so interessanten Gegenstand

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

grundlegende Anhaltspunkte in der Literatur zu finden, aber außer gelegentlichen Betrachtungen über die Gestaltung der Extremitäten des Dachshundes war wenig zu bemerken. Ich bin mir sehr wohl bewußt, daß tatsächliche physiologische Experimente, dergestalt, daß man untersuchen müßte, wie sich die Verhältnisse an den Jungen desselben Wurfes unter verschiedenen biologischen Gesichtspunkten ändern, eine gute Stütze bilden würden, muß aber, da deren Ausführung für mich unmöglich war, versuchen, die Frage lediglich auf Grund meiner Messungen an ausgewachsenen Caniden soweit als möglich zu fördern.

Da ich niemandem zutraue, sich selbst durch die Zahlenmenge hindurchzuarbeiten, so habe ich mich zwecks leichterer Orientierung und besserer Übersicht dazu entschlossen, eine Tabelle von den Durchschnittszahlen der Extremitätenlängen der betreffenden Canidenarten zusammenzustellen. Bei dieser Zusammenfassung fällt, wenn man sie als Ganzes betrachtet und von den einzelnen Gruppen absieht, vor allem auf, daß das Stylopodium eine durch den Gebrauch erworbene Verlängerung oder Verkürzung weit weniger mitmacht, als das Zeugopodium. Auf dieses Verhalten machte u. a. auch schon Eimer (7) aufmerksam, wenn er auf S. 140 seines Werkes darauf hinweist, daß bei den Weddas der Radius um $^1/_{10}$ länger ist als bei den Europäern, beim Schimpansen aber sogar um $^1/_4$. Als Erklärung gibt Eimer an, daß Oberarm- und Oberschenkelknochen eben nicht senkrecht zur Druckachse stehen, also mehr zu hebelartigen Zwischengelenksknochen zwischen Schultergürtel oder Becken und Vorderarm oder Unterschenkel werden.

Wenn ich nach diesen abschweifenden Betrachtungen wieder auf die Ursachen des ungleichen Wachstums der Extremitätenknochen bei den verschiedenen Caniden zurückkomme, so muß als hauptsächlichstes Moment die jeweilige Funktion der Lokomotionsorgane des betreffenden Individuums in Rücksicht gezogen werden. Daß z. B. ein Windhund nicht dieselben Verhältnisse zeigen wird wie ein Dachshund, ist wohl ohne weiteres klar, genau ebenso wie sich der Unterschied in der verschiedenen Bewegung schon äußerlich im Baue einer Antilope und eines Rindes wiederspiegelt. Dadurch veranlaßt, habe ich vor allem nachgeforscht, in welcher Weise dies in den relativen Längenmaßen zum Ausdruck kommt, und habe durch kurze Umrechnung der von Joseph Weber über Artiodaktylen angegebenen Verhältniszahlen gefunden, daß bei den Antilopen infolge ihrer Bewegungsart sowohl Radius als auch Tibia stark verlängert sind, während bei den Rindern dieselben Knochen um etwa denselben Betrag an Länge hinter ihren Stylopodien zurückbleiben. Daneben ist bei den Antilopen ebenfalls noch eine etwa 5% stärkere Verlängerung der gesamten Hinterextremität als bei den Rindern zu konstatieren. Daraus ist wohl zu schließen, daß die mehr springende Bewegungsweise einesteils eine Verlängerung der gesamten Hinterextremität zur Folge hat, anderenteils aber vor allem eine solche der Tibia und des Radius, während Humerus und Femur weniger beteiligt sind. Die schwerfällige, trabende Bewegung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hingegen scheint auf eine relative Verkürzung von Tibia und Radius hinauszulaufen, sodaß eine mehr gleichartige Ausbildung von Vorder- und Hinterextremität eintritt, eine Tatsache, die nicht weiter auffallen kann, wenn man bedenkt, daß, wie schon J. Müller (24) ausführt, beim Springen und bei Carrière die Hinterextremität bedeutend mehr zu leisten hat, als die nur zur Stütze dienende Vorderextremität, während beim gleichmäßigen Trab die Körperlast bei weitem nicht so ausschließlich auf den Hinterextremitäten ruht. Neben diesen Bewegungen rein lokomotorischer Art muß bei Betrachtung der Caniden aber noch einer Tätigkeit gedacht werden, die gerade in diesem Zusammenhang von durchaus nicht zu unterschätzender Wichtigkeit ist, das ist die bei sehr vielen Arten sich vorfindende Eigenschaft des Grabens und Scharrens. Um auch von dem Einfluß dieser Tätigkeiten auf das Extremitätenskelett einen richtigen Begriff zu bekommen, ist es am einfachsten, man sieht zu, welche Veränderungen greifen bei denjenigen Tieren Platz, bei denen diese Eigenschaft in hohem Maße zur Entwicklung gekommen ist. Es ist dabei gleichgültig, ob man nun den Maulwurf, das Gürteltier oder Schnabeltier betrachtet, immer wird man neben Verkürzung und Verbreiterung der ganzen Extremität eine erhebliche Reduktion des Radius als Ergebnis der grabenden Tätigkeit erkennen.

Dieselbe Reduktion, oder besser gesagt, Stehenbleiben auf einem mehr jugendlichen Stadium, kann man verschieden stark ausgeprägt bei den Caniden beobachten. An Hand der Tabelle IV und durch Vergleiche mit der jeweiligen Lebensweise bin ich zu den folgenden Betrachtungen gekommen.

Wie allgemein bekannt ist, hat ein großer Teil der Caniden die Fähigkeit und Gewohnheit eine grabende oder scharrende Tätigkeit zu entfalten. Die einen benutzen sie, um sich bequeme und sichere Wohnstätten zu schaffen, andere wieder, um ihre Beute aus dem Erdreich auszugraben oder bei Überfluß an Nahrung dieselbe im Boden zu verbergen, bei manchen Hunden aber ist diese Eigenschaft für die Dienste des Menschen nutzbar gemacht worden. Von den Füchsen gilt im großen und ganzen als feststehend, daß sie sich selbst den Bau graben, den sie zu ihrer Lebensführung benötigen, jedoch bestehen zwischen den einzelnen Arten von Füchsen mehr oder minder große Unterschiede, die man recht gut zahlenmäßig in der Tabelle IV verfolgen kann. Von der in den Steppen- und Wüstengegenden Nordafrikas lebenden, bei den Mauren als Zerda und den Arabern als Feneck bekannten Fuchsart weiß man, daß sie sich durch meisterhafte Geschicklichkeit im Graben auszeichnet. Diese Caniden stellen sich einen oder mehrere aus zahlreichen langen Röhren und Kesseln bestehenden Bau her und zwar mit solcher Schnelligkeit, daß Jäger, die diese Tiere verfolgten, öfters haben beobachten können, daß sie sich innerhalb weniger Minuten tief eingegraben hatten und auf diese Weise der Nachstellung entgingen. In fast ähnlicher Vervollkommnung besitzen die Polar- oder Steinfüchse, *Canis lagopus*, dieselbe Eigenschaft und jeder, der sich etwas mit den Berichten und Schilderungen der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

arktischen Forscher befaßt hat, weiß, daß eine ihrer größten Sorgen immer die ist, die Lebensmittel so tief zu verstecken, daß die Schlittenhunde und vor allem die Polarfüchse dieselben nicht herausgraben können. Haben diese Füchse aber mehr Nahrung als sie verzehren können, so heben sie einen Teil davon für spätere Zeiten auf, indem sie neben dem zum Wohnen dienenden Bau noch weitere Vorratsräume im Schnee oder Geröll aushöhlen. Hingegen die egyptischen Füchse, *Canis vulpes niloticus*, graben sich nur sehr selten ihre Wohnräume selbst, sondern benutzen entweder verlassene Baue anderer Tiere, oder aber sie legen sich ein nur im Unterholz verstecktes Lager unter dicken Baumwurzeln an. Ebenso sucht sich unser gewöhnlicher Fuchs, *Canis vulpes vulgaris*, gern die Arbeit des Selbstgrabens zu ersparen, indem er, wenn irgend möglich, verlassene Dachsbauten bezieht. Nach diesen Verschiedenheiten der Lebensgewohnheiten wird es nun nicht weiter überraschen, daß *Canis Zerda* und *lagopus* die relativ stärkste Reduktion des Radius aufweisen, *Canis vulpes niloticus* nur eine sehr geringe, während der gemeine Fuchs eine Mittelstellung einnimmt.

Aus ähnlichen Gesichtspunkten heraus ist wohl auch die Radiusverkürzung bei *Canis aureus* zu erklären, von dem ebenfalls, wenn auch nicht in dem Maße wie bei den Füchsen bekannt ist, daß er sowohl eigene Höhlen graben kann, als auch das Aas, das einen Hauptbestandteil seiner Nahrung darstellt, aus der Erde zu scharren. Bis zu einem gewissen Grade gilt dies auch vom gemeinen Wolf, dem Dingo usw., wo aber diese Gewohnheiten so minimal sind, daß sie allein wohl kaum die Reduktion erklären können und noch andere Verhältnisse mitsprechen müssen, auf die ich später zurückkommen werde.

Ganz auffallend stark ist die Verkürzung, des Radius bei der Gattung Cyon, und wenn ich auch beim Durchsehen der Literatur über diese eigenartigen Caniden, deren Lebensgewohnheiten sehr schlecht bekannt zu sein scheinen, nirgends direkte Beweise gefunden habe, die der grabenden Tätigkeit eine erhebliche Bedeutung beimessen, so scheinen dennoch gewisse Andeutungen, die Sterndale (27) in seiner Naturgeschichte der Säugetiere Indiens über Cyon macht, wie z. B. „They dwells and breeds in holes and caves in rocks“ darauf hinzuweisen, daß auch hier dieselbe Tätigkeit nicht ohne Einfluß auf die Ausbildung der Vorderextremität ist, zu der dann allerdings noch weitere Momente beigetragen und die Reduktion des Radius noch verstärkt haben. Auf die Verhältnisse beim Dachshunde brauche ich mich wohl kaum weiter einzulassen, möchte aber nicht zu erwähnen vergessen, daß der von Nehring beschriebene, aus einem Mumiengrabe Perus stammende *Canis Ingae molossoides* der berliner landwirtschaftlichen Hochschule in Bezug auf Verkürzung und Verkrümmung der Vorderextremitäten ganz analoge Verhältnisse wie unsere europäischen Dachshunde zeigt. Man sieht daraus, daß ähnliche Lebensbedingungen, zum Teil künstlich durch den Menschen herbeigeführt, an so verschiedenen Stellen der Erde und vollkommen unabhängig voneinander wirkend, zu ganz gleichen Ergebnissen führen können.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wenn ich endlich noch erwähne, daß auch von den Pariahunden das Graben von Löchern und Bauen, sowie das Ausscharren von Aas als allgemein bekannt gilt und in der geringen Länge der Speiche gut zum Ausdruck kommt, so glaube ich damit den Einfluß der grabenden Tätigkeit auf die Ausbildung der Vorderextremität zur Genüge erläutert zu haben.

Ich wende mich daher wieder der Betrachtung der mehr lokomotorischen Tätigkeit zu, nachdem die zwischen den Antilopen und Rindern bestehenden Differenzen der Lebensweise einerseits und der Extremitätenausbildung andererseits mich auf den Gedanken gebracht hatten, daß die natürliche Folge von Carrière oder Springbewegung auch bei gewissen Caniden zum Ausdruck kommen müßte, eine Vermutung, die ich bei genauerem Zusehen in der Tat bestätigt fand. Um dies zu erkennen, braucht man nur einen Vergleich zwischen dem gemeinen Wolf einerseits und dem Prairiewolf sowie indischem Wolf andererseits anzustellen, und man ist erstaunt, wie ganz anders sich die Längenverhältnisse gestalten. *Canis latrans* und *pallipes* haben so hohe Beträge sowohl für Radius, als auch für Femur und Tibia aufzuweisen, daß man alsbald einsieht, daß ihre Lebensweise eine ganz andere sein muß, als diejenige ihres Vetters. Der letztere, ein Tier, das viele Stunden lang und weite Strecken im Trab hinter seinem Opfer herläuft, beim Prariewolf und indischen Wolf genau das Entgegengesetzte; denn wie bei allen Steppenbewohnern muß auch bei diesen die Schnelligkeit und Gewandheit in weit größerem Maße zur Ausbildung gelangen, da sie ihre Beute, wie Antilopen, Hasen, Füchse oder Springmäuse nur in flinken Sprüngen und in kurzer Zeit erfassen können.

Gestützt auf diese und die folgenden Überlegungen glaube ich im allgemeinen, das heißt ohne Hinzutreten von biologischen Tätigkeiten, die einen anderweitigen Einfluß ausüben als das Charakteristikum derjenigen Caniden, bei denen Carrière, sowie springende Bewegung einen großen Teil der Lokomotion ausmachen, ansehen zu müßen, daß erstens der Radius länger ist als der Humerus, zweitens die Tibia länger als der Femur, drittens der Femur relativ lang im Verhältnis zum Humerus und viertens die Vorder- und Hinterextremitäten im ganzen verlängert sind. Da, wo allen vier Bedingungen am besten Rechnung getragen ist, werden die günstigsten Voraussetzungen für Galopp und Sprung vorhanden esin.

Betrachtet man von diesen Gesichtspunkten aus die verschiedenen in Tabelle IV (s. S. 24) zusammengestellten Caniden, so bemerkt man alsbald, daß zwischen diesen sehr erhebliche Differenzen unverkennbar sind. Bei den Füchsen ist die Überlegenheit der Tibia über den Femur bei weitem am größten, die Hinterextremität im Verhältnis zur Vorderextremität außerordentlich lang. Das Bild ist aber insofern etwas verschoben, als durch die grabende Tätigkeit der Radius verkürzt ist, daneben aber auch die schnelle Fortbewegung in Erscheinung tritt, sodaß eine Kombination zwischen beiden entsteht. Ein derartig abnormes Verhältnis zwischen den beiden Extremitäten läßt zwar keine sehr lange Bewegung in schnellstem Tempo zu, wohl aber auf kürzere

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tabelle IV.

	Hum.	Rad.	Mt.-carp.	Fem.	Tib.	Mt.-tars.	Hum.: Rad.	Fem. Tib.	Hum.: Fem.	Hum.: Arm	Fem : Bein	Arm : Bein
Canis vulpes vulgaris	100	95	35	105	115	48	100: 95	100:110	100:105	100:230	100:255	100:117
Canis lagopus	100	92	35	102	115	46	100: 92	100:113	100:102	100:227	100:258	100:116
Canis vulpes niloticus	100	97	33	104	120	50	100: 97	100:115	100:104	100:230	100:263	100:119
Canis Azarae	100	97	38	112	121	46	100: 97	100:108	100:112	100:235	100:249	100:119
Canis Zerda, Feneck	100	89	31	100	122	48	100: 89	100:122	100:100	100:220	100:270	100:123
Canis aureus	100	96	37	109	110	43	100: 96	100:101	100:109	100:233	100:240	100:112
Canis adustus	100	101	41	111	119	48	100:101	100:107	100:111	100:242	100:250	100:115
Canis mesomelas	100	103	40	105	114	44	100:103	100:109	100:105	100:243	100:250	100:109
Canis lupus	100	97	38	110	109	43	100: 97	100: 99	100:110	100:235	100:238	100:111
Canis latrans	100	109	42	112	117	47	100:109	100:104	100:112	100:251	100:247	100:110
Canis pallipes	100	106	40	109	112	44	100:106	100:103	100:109	100:246	100:243	100:108
Cyon	100	90	35	113	107	43	100: 90	100: 95	100:113	100:225	100:233	100:117
Lycaon	100	104	47	113	109	48	100:104	100: 96	100:113	100:248	100:239	100:109
Canis Dingo.	100	99	37	113	108	41	100: 99	100: 96	100:113	100:236	100:232	100:111
Windhund, südländischer	100	104	37	112	116	42	100:104	100:103	100:112	100:241	100:241	100:112
Windhund, europäischer	100	101	37	109	112	42	100:101	100:102	100:109	100:238	100:241	100:111
Dachshund	100	88	36	108	101	42	100: 88	100: 94	100:108	100:224	100:232	100:112
Mops	100	98	35	109	104	38	100: 98	100: 96	100:109	100:233	100:230	100:108
Canis Ingae molossoides	100	91	41	112	122	44	100: 91	100:109	100:112	100:232	100:248	100:119
Bulldogge	100	98	36	111	110	40	100: 98	100: 99	100:111	100:234	100:235	100:111
Englische Dogge	100	105	38	113	116	43	100:105	100:103	100:113	100:243	100:241	100:112
Leonberger Dogge	100	102	38	110	113	44	100:102	100:103	100:110	100:240	100:241	100:111
Bernhardiner	100	102	—	113	112	—	100:102	100: 99	100:113	—	—	—
Neufundländer	100	101	38	111	112	44	100:101	100:101	100:111	100:239	100:240	100:112
Schottischer Hirschhund	100	102	37	110	114	42	100:102	100:104	100:110	100:239	100:241	100:111
Tibethund	100	101	—	108	110	—	100:101	100:102	100:108	—	—	—
Wolfsbastard	100	99	—	113	111	—	100: 99	100: 98	100:113	—	—	—
Eskimohund	100	96	—	113	109	—	100: 96	100: 96	100:113	—	—	—
Pariahund	100	92	—	109	105	—	100: 92	100: 96	100:109	—	—	—
Affenpintscher	100	102	—	104	114	—	100:102	100:110	100:104	—	—	—
Canis familiaris chinensis	100	93	35	112	105	38	100: 93	100: 94	100:112	100:228	100:228	100:112

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zeit, während sonst die mehr schnürende, schleichende Bewegung an deren Stelle tritt. Daß auch hier wieder Unterschiede zwischen den einzelnen Fuchsarten durchaus nicht fehlen, geht daraus hervor, daß bei den Steppenfüchsen die Verlängerung der Tibia relativ noch stärker ist als beim gemeinen Fuchs, weil eben die Behendigkeit und Schnelligkeit in den weiten Steppenregionen eine weit größere Bedeutung hat als irgendwo anders.

Indem ich mich jetzt den Schakalen zuwende, muß ich dieselben in zwei Gruppen teilen, nämlich einerseits in die gemeinen Schakale, charakterisiert durch einen verkürzten Radius und gleichlangen Femur und Tibia, anderenteils in die Streifen- und Kapschakale, bei denen sowohl der Radius verlängert ist, als auch die Tibia den Femur bedeutend übertrifft, ein Umstand, der darauf schließen läßt, daß die zweite Gruppe sich durch die schnelle jagende Bewegung in den Steppen Zentral- und Südafrikas von den gemeinen Schakalen der Gebirge Vorderasiens und Nordafrikas unterscheidet.

Nicht weiter überraschen kann es, daß die Windhunde die oben angeführten Merkmale in besonders hohem Maße besitzen, und zwar so, daß die südländischen Windhunde, wie Sloughi, persischer Windhund und der damit nah verwandte russische Barzoi, die von den Arabern und Persern zur Jagd in den Steppen auf Antilopen, Gazellen, Trappen, Hasen und Wüstenhühnern als unentbehrlich bezeichnet werden, ihre europäischen Vettern fast immer erheblich übertreffen. Sehr auffallend ist dabei, daß die europäischen Windhunde, von denen man annimmt, daß sie anderen Ursprungs sind als die südländischen, mit dem schottischen Hirschhund ganz erhebliche Übereinstimmung in den Verhältniszahlen aufweisen. Auch die englischen, dänischen, leonberger Doggen, oder unter welchen anderen Namen jene großen schlanken, und doch kräftigen Doggenarten noch bekannt sind, können sehr erhebliche Geschwindigkeiten entfalten, was in ihren, von dem Windhund nicht allzu weit entfernten Längenverhältnissen der Extremitätenknochen wohl zum Ausdruck kommt, während die bei der Bulldogge angegebenen Zahlen das Gegenteil verraten.

Einer Gruppe von Hunden muß ich in diesem Zusammenhang noch gedenken, das ist diejenige der Pinscher, von denen man weiß, daß sie mit großer Gewandtheit Ratten, Mäuse und Maulwürfe fangen, und trotz ihrer Kleinheit überraschende Geschwindigkeiten entwickeln, die aber eben auch wohl nur durch die relativ sehr lange Tibia möglich sind.

Damit wende ich mich der letzten Gruppe von Caniden zu, welche etwa in der Mitte der beiden vorhergehenden zu stehen kommt und dadurch gekennzeichnet ist, daß der Radius ungefähr so lang ist als der Humerus, und die Tibia etwa so lang als der Femur. Ich habe auf diese Verhältnisse schon gelegentlich des Vergleiches zwischen *Canis lupus* und *Canis latrans* angespielt und habe die Tatsache, daß sowohl Radius als auch Tibia in ihrem Wachstum auf mehr jugendlichem Stadium stehen bleiben, darauf zurückgeführt, daß die trabende schwere Gangart genau wie bei den Rindern eine Verlängerung der Zeugopodien

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

als nicht wünschenswert erscheinen läßt. Es spielt eben bei diesen Caniden die Kraft und Ausdauer eine größere Rolle als die Geschwindigkeit, sodaß das Auftreten von Krafthebeln statt Geschwindigkeitshebeln begreiflich erscheint. Gut ausgeprägt sind diese Verhältnisse vor allem bei Bulldoggen, Berhardiner, Neufundländer, gemeinem Wolf, Tibethund u. a.

Auf ein sehr auffälliges und ebenfalls schon weiter oben erwähntes Merkmal möchte ich nun zum Schluß noch etwas eingehen, das ist die Tatsache, daß bei manchen Arten von Caniden die Tibia sogar kürzer als der Femur bleibt, also noch mehr im Jugendstadium verharrt. Beim Dingo, Mops, Dachshund, Lycaon und Cyon ist die Tibia durchweg bedeutend kürzer als der zugehörige Femur, während dasselbe Verhalten, wenn auch nicht bei allen Exemplaren, noch bei einigen gemeinen Schakalen, gemeinen Wölfen, Eskimohund, chinesischem Haushund, Kongohund und Pariahund zur Beobachtung kam. Erklären läßt sich diese Eigenart wohl dadurch, daß dieselben Ursachen, die eine Reduktion der Tibia auf Femurlänge herbeigeführt haben, noch weiterhin gewirkt haben, sodaß schließlich sogar eine absolute Verkürzung entstanden ist. Durchaus in Betracht zu ziehen ist auch wohl noch, daß eine Tibiareduktion nur da zu beobachten ist, wo auch der Radius Neigung zeigt, an oder unter die Humeruslänge zu gelangen. Es ist also die Tendenz unverkennbar, daß die Tibia dem Radius in Bezug auf das Verharren in mehr jugendlichem Stadium folgt, sobald die Lebensweise und die Gangart nicht hindernd im Wege steht. Dafür bieten die Füchse ein recht instruktives Beispiel, indem trotz Reduktion des Radius keine Verkürzung, sondern sogar eine starke Verlängerung der Tibia eingetreten ist. Sicher ist es auch kein Zufall, daß Tibia und Radiusverkürzung gerade bei denjenigen Caniden auftritt, die sich wie Dingo, *Canis primaevus*, *Canis rutilans*, Wolf, Bulldogge und andere durch große Kraft und Wildheit auszeichnen.

Es war mir leider unmöglich, aus meinen Messungen noch mehr herauszuholen, als ich es in der vorliegenden Arbeit getan habe, und manche Punkte, über die genauere Angaben fehlen, haben nur kurz angedeutet werden können. Eines möchte ich aber zum Schlusse noch hervorheben, daß man nämlich wohl einen Unterschied zu machen hat ob die Umbildung des Skelettes auf rein biologisch-physiologische Weise vor sich gegangen ist, oder ob man es mit Verhältnissen zu tun hat, wo das Verbleiben auf einem mehr jugendlichen Zustande von den Menschen durch künstliche Zucht angestrebt und erreicht worden ist. Ich denke dabei vor allem an Mops, Bulldogge usw., die jenes Verhalten unter anderem auch durch ihren kurzen breiten Schädel zum Ausdruck bringen, während die durch rhachitische Verkrümmung entstellten Extremitäten der Dachshunde ähnliches erkennen lassen.

* * *

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schlußfolgerungen:

Wenn ich die Ergebnisse der hier vorliegenden Untersuchungen nochmals kurz zusammenfassen darf, so ist darüber etwa folgendes zu berichten:

Wahre Längensymmetrie, das heißt völlige Gleichheit aller entsprechenden Extremitätenknochen der einen mit denen der anderen Seite, ist bei den Caniden nicht zu beobachten.

Ausgleichende Asymmetrie ist recht selten, während gekreuzte oder wahre Asymmetrie in weitaus den meisten Fällen vorkommt. Hierdurch erklärt sich auch die Allgemeinheit der Zirkularbewegungen bei den Caniden.

Die Asymmetrie der Extremitätenknochen ist bereits bei neugeborenen Caniden festzustellen, was darauf deutet, daß die morphologische Asymmetrie die Ursache für die funktionelle Ungleichheit abgibt.

Daß das Geschlecht von irgendwelchem Einfluß auf die Entwicklung und Ausbildung der Asymmetrie ist, habe ich nicht feststellen können, wohl aber das Alter, so zwar, daß in jugendlichem Zustand die Größe und Häufigkeit der Differenzen geringer ist.

Zwischen den domestizierten und den wilden Caniden ist insofern ein Unterschied, als bei den ersteren das Übergewicht sich bald rechts und bald links vorfindet, bei den wilden Formen aber die linke Seite oft auffallend bevorzugt zu sein scheint, ohne daß sich aber bestimmte Regeln für das gesetzmäßige Auftreten der Asymmetrie aufstellen lassen.

Die Verhältniszahlen der Längen der Extremitätenknochen sind nicht bei allen Caniden konstant.

Innerhalb der größeren Gruppen, Arten und Rassen ist zwar eine gewisse Konstanz zu bemerken, aber durchaus nicht so streng durchgeführt, um eine scharfe Trennung derselben vornehmen oder gar Schlüsse auf die Verwandtschaft ziehen zu können.

Die neugeborenen Individuen der verschiedensten Canidenarten zeigen große Übereinstimmung in den Verhältniszahlen der Extremitätenknochen, und der Längenunterschied von Vorder- und Hinterextremitäten ist in diesem Alter noch unentwickelt.

Die Ausbildung aller dieser Differenzen geht erst postembryonal vor sich und ist die Folge der verschiedenen Lebensweise, insbesondere der ungleichen Lokomotion.

Aus der grabenden Tätigkeit resultiert eine Verkürzung des Radius; aus der springenden und Carrière-Bewegung eine relative Verlängerung sowohl von Radius, Femur und Tibia als auch der gesamten Vorder- und Hinterextremitäten; die trabende Gangart, sowie die Entwicklung großer Kraft hat eine Verkürzung von Radius und Tibia auf etwa die Größe ihrer zugehörigen Humeri und Femora zur Folge, die schließlich sogar bis zur Reduktion unter die Größe der Stylopodien fortschreiten kann.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Literaturverzeichnis.

1. **Beckmann, Ludwig.** Geschichte und Beschreibung der Rassen des Hundes. Braunschweig 1894.

2. **Bergmann, C.** und **R. Leuckart.** Anatomisch-physiologische Übersicht des Tierreiches. Vergleichende Anatomie und Physiologie. Stuttgart 1851; J. B. Müllers Verlagsbuchhandlung.

3. **Blainville.** Ostéographie ou description inconographique comparée du squelette et du système dentaire. Paris 1839—69, Tome II, Secundatès.

4. **Brehm, A. E.** Illustriertes Tierleben, Band I, 1890.

5. **Bronn.** Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Abhandlung von C. H. Giebel über Osteologie der Säugetiere. Band VI, Abteilung IV.

6. **Burtscher, Hugo.** Das Wachstum der Extremitäten beim Menschen und bei den Säugetieren vor der Geburt. Inaugural-Dissertation Bern 1877.

7. **Eimer, G. H. Theodor.** Vergleichend-anatomisch-physiologische Untersuchungen über das Skelett der Wirbeltiere. Herausgegeben von Dr. C. Fickert und Dr. Gräfin M. v. Linden. Leipzig 1901. Verlag v. W. Engelmann.

8. **Ellenberger** u. **Baum.** Systematische und topographische Anatomie des Hundes; Berlin 1891, Verlag von Parey.

9. Dieselben. Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Berlin 1900.

10. **Gaupp, Ernst.** Über die Maß- und Gewichtsdifferenzen zwischen den Knochen der rechten und linken Extremitäten des Menschen. Inaugural-Dissertation Breslau 1889.

11. **Giebel, C.** Die Säugetiere in zoologischer, anatomischer und paläontologischer Beziehung. 2. Ausgabe, Leipzig 1859.

12. **Guldberg, F. O.** Über Zirkularbewegungen als tierische Grundbewegung, ihre Ursachen und Bedeutung. Biologisches Centralblatt, Band XVI, 1896.

13. **Guldberg, G. A.** Über morphologische und functionelle Asymmetrie der Gliedmaßen beim Menschen und den höheren Vertebraten. Biologisches Centralblatt Band XVI, 1896.

14. **Guldberg, Gustav A.** Etudes sur la dyssymétrie morphologique et fonctionelle chez l'homme et les vertébrés supérieurs. Universitets-Program for 2det Semester 1896. Christiania.

15. **Harting, P.** Sur une asymétie du squelette humain se transmettant heréditairement. Archives néelandaises des sciences exactes et naturelles, publiées par la société hollondaise des sciences à Harlem. Tome quartième 1869.

16. **Heuss, Karl.** Maß- und Gewichtsbestimmungen über die morphologische Asymmetrie der Extremitätenknochen des Pferdes und anderer Perissodaktylen. Inaugural-Dissertation, Leipzig 1898, Druck von Ferd. Schöningh, Paderborn.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

17. **Hue, Edmond.** Musée ostéologique, Ostéométrie des Mammifères. Paris 1907. Librairie C. Reinwald.

18. **Hyrtl, Joseph.** Handbuch der topographischen Anatomie, Wien 1871. Verlag von Wilhelm Braumüller.

19. **Jentink, F. A.** Notes from the Leyden Museum, founded by the late Prof. H. Schlegel, continued by Dr. F. A. Jentink, Vol. XVIII 1896, pag. 217.

20. **Marey, E. J.** Animal Mechanism, a treatise on terrestrial and aërial locomotion; New York 1874. D. Appleton and Company.

21. **Matiegka, H.** Über Asymmetrie der Extremitäten am osteologischen Material geprüft. Prager medizinische Wochenschrift, Jahrgang XVIII, 1893.

22. **Meckel, Joh. Friedrich.** Anatomisch-physiologische Beobachtungen und Untersuchungen; Abhandlung über seitliche Asymmetrie im tierischen Körper. Halle 1822, Waisenhausbuchhandlung.

23. **Mivart, St. George.** A monograph of the Canidae; London 1890.

24. **Müller, Johannes.** Handbuch der Physiologie des Menschen, IV. Buch. Koblenz 1833; Verlag von J. Hölscher.

25. **Schreber, J. Chr. Daniel v.** Die Säugetiere in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen. Supplementband, II. Abteilung: „Die Raubtiere"; von J. A. Wagner bearbeitet. Erlangen 1841.

26. **Shaw,** General Zoology. Vol. I. Mammalia. London 1800.

27. **Sterndale, Robert A.** The natural history of the mammalia of India and Ceylon. Calcutta 1884. Thacker, Spinck and Co.

28. **Studer, Th.** Die praehistorischen Hunde in ihrer Beziehung zu den gegenwärtig lebenden Rassen. Abhandlung der schweiz. paläontolog. Gesellschaft Bern, Vol. 28, 1901.

29. **Theile, Friedrich Wilhelm.** Gewichtsbestimmungen zur Entwicklung des Muskelsystems und des Skelettes beim Menschen. Erschienen in „Nova Acta Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Germanicae Naturae Curiosorum", Band 46, Halle 1884.

30. **Weber, Eduard.** Über die Gewichtsverhältnisse der Muskeln des menschlichen Körpers im allgemeinen. Berichte über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Gesellsch. der Wissenschaften zu Leipzig. Band I, 1849.

31. **Weber, Heinrich Ernst** in Hildebrandts Handbuch der Anatomie des Menschen; Braunschweig 1830, Verlag der Schulbuchhandlung.

32. **Weber, Joseph.** Maß- und Gewichtsbestimmungen über die morphologische Asymmetrie der Extremitätenknochen artiodaktyler Säugetiere. Inaugural-Dissertation Bern 1903; Druck der Kölner Verlagsanstalt.

33. **Weber, Max.** Die Säugetiere. Verlag von G. Fischer, Jena 1904.

34. **Weber, M. J.** Die Skelette der Haussäugetiere. Bonn 1824.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Naturgeschichte

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: 78A_11

Autor(en)/Author(s): Schlegel Fr. Rudolf

Artikel/Article: Die Extremitäten der Caniden, ihre Beziehungen zur Körpersymmetrie und die Verhältnisse ihrer relativen Proportionen. 1-29